

อิทธิพลของพันธุกรรมและอายุที่มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมี
ลักษณะทางกายภาพ จำนวนโซมาติกเซลล์ และองค์ประกอบของกรดไขมัน
ในน้ำนมกระบือ

EFFECT OF GENETIC AND AGE ON CHEMICAL COMPOSITION, PHYSICAL
PROPERTIES, SOMATIC CELL COUNT, AND FATTY ACID PROFILE OF
BUFFALO MILK



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2565
KMUTL-2022-ED-D-212-009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

EFFECT OF GENETIC AND AGE ON CHEMICAL COMPOSITION,
PHYSICAL PROPERTIES, SOMATIC CELL COUNT, AND
FATTY ACID PROFILE OF BUFFALO MILK



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF PHILOSOPHY PROGRAM
IN AGRICULTURAL SCIENCE EDUCATION
SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LANDKRABANG
2022

KMITL-2022-ED-D-212-009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



COPYRIGHT 2022

SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LANDKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของพันธุกรรมและอายุที่มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ จำนวนโซมาติกเซลล์ และองค์ประกอบ ของกรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง
นักศึกษา	นายชจิต เมตตาเมธา
รหัสประจำตัว	57603038
ปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์เกษตร
พ.ศ.	2565
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.กันยา ต้นติวีสุทธิกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.สิริมา เกกิจวงศ์ตระกูล

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของพันธุกรรมและอายุที่มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ จำนวนโซมาติกเซลล์ และองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง โดยรวบรวมข้อมูลที่ฟาร์มบันทึกไว้และน้ำมันจากกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ จำนวน 26 ตัว กระป๋องปลัก จำนวน 4 ตัว และกระป๋องลูกผสมระหว่างกระป๋องมูร่าห์และกระป๋องไทย จำนวน 27 ตัว การกระจายของข้อมูลของลักษณะที่ศึกษาใช้สถิติพรรณนา สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยของกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรมที่มีผลต่อลักษณะน้ำมันที่ศึกษาใช้ General Linear Model ผลการศึกษาการกระจายของข้อมูลพบว่า ส่วนประกอบหลักทางเคมีของน้ำมัน ได้แก่ ไขมัน โปรตีน แล็กโทส ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.81 ± 2.36 4.86 ± 0.81 4.68 ± 0.65 10.31 ± 1.24 และ 19.07 ± 2.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนประกอบรองทางเคมี ได้แก่ กรดซิติริก และยูเรีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.14 ± 0.06 เปอร์เซ็นต์ และ 27.05 ± 6.06 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ และจุดเยือกแข็ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.031 ± 0.003 และ -0.532 ± 0.061 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จำนวนโซมาติกเซลล์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $117.63 \pm 110.72 \times 10^3$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ส่วนกรดไขมันที่พบในน้ำมันกระป๋องมากที่สุด ได้แก่ palmitic acid (C16:0) รองลงมาคือ oleic acid (C18:1n9c) myristic acid (C14:0) และ stearic acid (C18:0) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2830.55 ± 814.10 1181.15 ± 387.49 987.59 ± 350.14 และ 437.96 ± 151.23 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ผลการศึกษาอิทธิพลของพันธุกรรมและอายุที่ส่งผลต่อลักษณะที่ศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมของกระป๋องส่งผลต่อส่วนประกอบหลักและส่วนประกอบรองทางเคมีที่ศึกษาทั้งหมด ($P < 0.05$) น้ำมันของกระป๋องปลักมีปริมาณไขมันสูงที่สุด (11.10 ± 0.98 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้และกระป๋องลูกผสม 75% ($P < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างกับกระป๋องลูกผสม 50% ทำนองเดียวกันกับลักษณะด้านปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ของโปรตีน ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมดในน้ำมัน พบว่าน้ำมันของกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้มีค่าเฉลี่ยของน้ำตาลแล็กโทสมากที่สุด (4.90 ± 0.17 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่แตกต่างกับกระป๋องลูกผสม 50% และกระป๋องปลัก ($P > 0.05$) กลุ่มพันธุกรรมที่อิทธิพลต่อปริมาณกรดซิตริกและความเข้มข้นของยูเรียในน้ำมันกระป๋องอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยค่าเฉลี่ยของกรดซิตริกในน้ำมันกระป๋องปลักสูงที่สุด (0.20 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่พบค่าเฉลี่ยของลักษณะดังกล่าวต่ำสุดในกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของยูเรียในน้ำมันของกระป๋องปลักและกระป๋องลูกผสม 50% สูงกว่ากระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ และกระป๋องลูกผสม 75% ปัจจัยด้านช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรมไม่ส่งผลต่อลักษณะที่ศึกษาเป็นส่วนใหญ่ ($P > 0.05$) ยกเว้นเปอร์เซ็นต์ของไขมัน เปอร์เซ็นต์ของกรดซิตริก และความเข้มข้นของยูเรีย ($P < 0.05$) ทั้งกระป๋องลูกผสม 50% และกระป๋องปลักที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำมันสูงกว่ากลุ่มอื่น ค่าเฉลี่ยของกรดซิตริกในน้ำมันสูงที่สุดในกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของยูเรียในน้ำมันสูงที่สุดในกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี ปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมมีอิทธิพลต่อองค์ประกอบของกรดไขมัน โดยพบว่าน้ำมันของกระป๋องลูกผสม 50% มีปริมาณกรดไขมันในน้ำมันเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ C6:0 C8:0 C10:0 C12:0 C14:0 C16:0 และ C18:1n9t ($P \leq 0.05$) แต่สำหรับ C22:6n3 ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดไขมันดังกล่าวในกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้และกระป๋องลูกผสม 50% ($P > 0.05$) ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำมันของกระป๋องลูกผสม 50% สูงกว่ากระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ ($P \leq 0.05$) สำหรับปัจจัยด้านช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรม พบว่ามีผลต่อกรดไขมัน 6 ชนิด ได้แก่ C6:0 C8:0 C10:0 C12:0 C16:0 และ C22:6n3 โดยกระป๋องลูกผสม 50% มากกว่า 9 ปี มีกรดไขมันเหล่านี้ในน้ำมันเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มอื่น ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกรดไขมันเหล่านี้ในกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ในทุกช่วงอายุที่ศึกษา ($P > 0.05$) อิทธิพลของกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุที่ส่งผลต่อปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวเฉลี่ยและกรดไขมันทั้งหมดเฉลี่ย ($P \leq 0.05$) แต่ไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงตัวเฉลี่ยและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนเฉลี่ย ($P > 0.05$)

Thesis Title	Effect of Genetic and Age on Chemical Composition, Physical Properties, Somatic Cell Count, and Fatty Acid Profile of Buffalo Milk
Student	Mr. Kajit Mettamehtar
Student ID	57603038
Degree	Doctor of Philosophy (Agricultural Science Education)
Program	Agricultural Science Education
Year	2022
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Kunya Tuntivisoottikul
Thesis Co-Advisor	Asst. Prof. Dr. Sirima Takeungwongtrakul

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the effect of genetic and age on chemical composition, physical properties, somatic cell count, and fatty acid profile of buffalo milk. Secondary data and fresh milk of 26 Murrah buffaloes, 4 Swamp buffaloes, and 27 Crossbred (Murrah x Thai Swamp buffaloes) from a private Murrah Farm were collected for chemical composition, physical properties, somatic cell count, and fatty acid profile of buffalo milk studying. Descriptive statistics were used to analyze the distribution of data, while a general linear model was used to analyze the factors affecting the studied traits. For the major chemical composition of milk, it found that the average percentage of fat, protein, lactose, solid not fat, and total solid were 8.81 ± 2.36 , 4.86 ± 0.81 , 4.68 ± 0.65 , 10.31 ± 1.24 , and 19.07 ± 2.95 , respectively. The average citric acid percentage and urea concentration, the minor chemical composition of milk, were $0.14 \pm 0.06\%$ and 27.05 ± 6.06 mg/dl, respectively. The average of specific gravity, and freezing pressure depression, the physical properties, were 1.031 ± 0.003 , and -0.532 ± 0.061 °C, respectively. The average somatic cell count of buffalo milk was $117.63 \pm 110.72 \times 10^3$ cell/ml. In the case of the fatty acid profile, it found that the highest content of buffalo milk was palmitic acid (C16:0), followed by oleic acid (C18:1n9c), myristic acid (C14:0), and stearic acid (C18:0), with an average mean of 2830.55 ± 814.10 , 1181.15 ± 387.49 , 987.59 ± 350.14 and 437.96 ± 151.23 mg/100g, respectively. The genetic groups of the buffaloes influenced all the major and minor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.กันยา ต้นติวิสุทธิกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ การอบรม คอยดูแล ช่วยให้คำปรึกษาแก้ไข้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างที่ทำวิทยานิพนธ์ และช่วยแก้ไข้ข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สิริมา เถกิงวงศ์ตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา ให้ความรู้ และคอยช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.รชา เทพชร ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุริยัณห์ สุภาพวานิช กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข้ข้อบกพร่องต่าง ๆ ในขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณรัญจวน เองตระกูลสิน เจ้าของมูร่าห์ฟาร์ม อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าเก็บตัวอย่างงานวิจัย และพนักงานประจำฟาร์มที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างงานวิจัย ขอขอบพระคุณ คุณกฤษา ศิริเขตต์ และศูนย์ผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพสระบุรี ตำบลทับกวาง อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และจำนวนโซมาติกเซลล์ของน้ำนมกระป๋อง ขอขอบพระคุณภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ที่ให้ความสนับสนุนการใช้ห้องปฏิบัติการและสารเคมีในการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันของน้ำนมกระป๋อง และขอขอบคุณ คุณธนิสา ศิริวงศ์ และคุณพินุกต์ ทิวะรัตนกุล ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันของน้ำนมกระป๋อง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คุณศิริวรรณ ฉายศิริ คุณแสงสุรีย์ แดงโกเมน คุณสายสมร ดุลยปภัศสร งานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ที่ให้ความอนุเคราะห์และคอยช่วยเหลือผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ คุณรุจิรา ทองอ่อน ที่ให้ความอนุเคราะห์และคอยช่วยเหลือในการเผยแพร่ผลงานวิจัย และขอขอบคุณ น้อง ๆ กลุ่มวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างงานวิจัย และการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยมอบแต่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้

ขจิต เมตตาเมธา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตในการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	4
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระป๋อง.....	5
2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพในน้ำนมกระป๋อง.....	16
2.3 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลการคุณภาพของน้ำนมกระป๋อง.....	27
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	30
3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....	30
3.2 สัตว์ทดลอง.....	31
3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	32
3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	36
3.5 สถานที่ทำการวิจัย.....	37
3.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์.....	38
4.1 ศึกษาการกระจายข้อมูลของลักษณะที่ศึกษา.....	38
4.2 ผลการศึกษาด้านกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุในแต่ละกลุ่มพันธุกรรมที่ส่งผลต่อ ลักษณะที่ศึกษา.....	43
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	64
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	64
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	66
บรรณานุกรม.....	67
ภาคผนวก.....	71
ภาคผนวก ก องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ อาหารขึ้น และเยื่อใยของ อาหารหยาบ ที่กระป๋องได้รับในช่วงที่เก็บตัวอย่างน้ำนมกระป๋อง (ในสภาพแห้ง).....	72
ภาคผนวก ข รายละเอียดของตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของการศึกษา ปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุที่ส่งผลต่อส่วนประกอบหลัก และส่วนประกอบรองทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และจำนวน โซมาติกเซลล์ของน้ำนมกระป๋อง.....	74
ภาคผนวก ค รายละเอียดของตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการศึกษาปัจจัย ด้านกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมัน ในน้ำนมกระป๋อง.....	82
ประวัติผู้เขียน.....	101

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกระป๋องแอฟริกาและกระป๋องเอเชีย.....	5
2.2	การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกระป๋องปลั๊กกับกระป๋องแม่น้ำ.....	7
2.3	จำนวนโครโมโซมที่เกิดจากการผสมพันธุ์แบบต่าง ๆ ระหว่างกระป๋องปลั๊กและกระป๋องแม่น้ำ.....	16
2.4	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมกระป๋องและสัตว์ชนิดอื่น ๆ (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์).	17
2.5	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมกระป๋องเฉลี่ย (กรัมต่อ 100 กรัม) แยกแต่ละประเทศและ/หรือพันธุ์.....	18
2.6	องค์ประกอบกรดไขมันเฉลี่ยในน้ำนมกระป๋องและน้ำนมโค (w/w%).....	21
2.7	ส่วนประกอบของโปรตีนน้ำนมกระป๋องเปรียบเทียบกับน้ำนมโค.....	23
4.1	การกระจายข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีหลัก ส่วนประกอบทางเคมีรอง ลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพด้านชีวภาพของน้ำนมกระป๋อง (n=57).....	38
4.2	การกระจายข้อมูลขององค์ประกอบกรดไขมันในน้ำนมกระป๋อง (มิลลิกรัม/100 กรัม)	40
4.3	ค่า P-values และ R ² เนื่องจากปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมและอายุของกระป๋องที่มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนม (n=57).....	44
4.4	ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของส่วนประกอบทางเคมีในน้ำนมจำแนกตามกลุ่มพันธุ์กรรม.....	46
4.5	ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของลักษณะทางกายภาพและจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมจำแนกตามกลุ่มพันธุ์กรรม.....	48
4.6	ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของส่วนประกอบหลักทางเคมีในน้ำนมจำแนกตามช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรม.....	51
4.7	ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของส่วนประกอบรองทางเคมีในน้ำนมจำแนกตามช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรม.....	53
4.8	ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของลักษณะทางกายภาพและจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมจำแนกตามช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรม.....	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.9	ค่า P-values และ R^2 เนื่องจากปัจจัยด้านพันธุกรรมและอายุของกระบือที่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันของน้ำมันกระบือ.....	55
4.10	ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานขององค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันกระบือจำแนกตามกลุ่มพันธุกรรม.....	57
4.11	ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของประเภทของกรดไขมันในน้ำมันกระบือจำแนกตามกลุ่มพันธุกรรม.....	59
4.12	ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานขององค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันกระบือจำแนกตามช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรม.....	61
4.13	ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของประเภทของกรดไขมันในน้ำมันกระบือจำแนกตามช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรม.....	63

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระป๋องปลัก.....	9
2.2	กระป๋องพินธุ์มูร่าห์.....	11
2.3	กระป๋องพินธุ์ลี-ราวี.....	11
2.4	กระป๋องพินธุ์กุนติ.....	12
2.5	กระป๋องพินธุ์เซอร์ติ.....	13
2.6	กระป๋องพินธุ์เมฆานา.....	14
2.7	กระป๋องพินธุ์จัพฟาราบาติ.....	14
2.8	กระป๋องลูกผสมกระป๋องปลักและกระป๋องพินธุ์มูร่าห์.....	15
2.9	โครงสร้างพื้นฐานไตรกลีเซอไรด์.....	20
2.10	โครงสร้างของน้ำตาลแล็กโทส.....	24
3.1	กระป๋องปลักของไทย.....	32
3.2	กระป๋องพินธุ์มูร่าห์และลูกผสม.....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

นม หรือน้ำนม คือ ของเหลวสีขาวที่มีสารอาหารที่หลั่งออกจากเต้านมของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งจำเป็นสำหรับลูกอ่อนแรกคลอดหรือสัตว์เกิดใหม่จะต้องได้รับ น้มนมจึงเป็นอาหารที่มีสารอาหารอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ลูกอ่อนเจริญเติบโต (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557 : 1) นมยังเหมาะสำหรับทุกเพศทุกวัย เพราะร่างกายจำเป็นต้องได้รับสารอาหารในนมมาสร้างเสริมร่างกายให้แข็งแรงอยู่ตลอดเวลา สำหรับหญิงตั้งครรภ์การดื่มนมที่มีแคลเซียมสูง จะช่วยเสริมสร้างกระดูกทั้งมารดาและทารกในครรภ์ ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุกคนควรดื่มนมไม่น้อยกว่าวันละ 2 แก้ว แต่สำหรับหญิงตั้งครรภ์หรือให้นมบุตรควรดื่มนมไม่น้อยกว่าวันละ 3 แก้ว (1 แก้ว เท่ากับ 200 ซีซี) (องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย, 2560 : เว็บไซต์)

ความต้องการบริโภคน้ำนมของประเทศต่าง ๆ มีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยจากการสำรวจในปี 2559 มีความต้องการบริโภค 182.29 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 180.14 ล้านตัน ของปี 2558 ร้อยละ 1.19 ซึ่งน้ำนมโดยส่วนใหญ่ผลิตได้จากการเลี้ยงโค ซึ่งจำนวนโคนมทั่วโลกมีประมาณ 141.71 ล้านตัว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559 : 175) สำหรับประเทศไทย ความต้องการบริโภคนมพร้อมดื่มมีอัตราเพิ่มร้อยละ 1.67 ต่อปี โดยในปี 2559 มีปริมาณการบริโภค 1,077,910 ตัน เพิ่มขึ้นจาก 1,046,216 ตัน ของปี 2558 ร้อยละ 3.03 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559 : 176) ปัจจุบันประเทศไทยยังต้องนำเข้านมและผลิตภัณฑ์นมต่าง ๆ ในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะนมผงขาดมันเนยเป็นผลิตภัณฑ์นมนำเข้าที่สำคัญ เพราะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ผลิตนมพร้อมดื่ม นมข้น นมข้นหวาน ไอศกรีม โยเกิร์ต นมข้นหวาน ลูกกวาด และช็อกโกแลต ผลิตภัณฑ์นมที่นำเข้าจะใช้เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์นมประเภทอื่น ๆ แล้วส่งออกไปยังประเทศใกล้เคียง เช่น กัมพูชา สิงคโปร์ ฟิลิปปินส์ สปป.ลาว และเมียนมาร์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559 : 176) สินค้าส่งออกส่วนมากมีสภาพเป็นครีมหรือนมผงในรูปของเหลวหรือข้นเติมน้ำตาล เนยที่ได้จากนม นมผงขาดมันเนย นมข้นหวาน นมเปรี้ยว โยเกิร์ต เป็นต้น เพื่อให้สามารถผลิตน้ำนมให้เพียงพอสำหรับการบริโภคและลดการนำเข้า จึงต้องมีการพัฒนาการเลี้ยงโคนมโดยการบริหารจัดการฟาร์มที่เป็นระบบตามมาตรฐานฟาร์มที่ดีและมีประสิทธิภาพในการเลี้ยง เพื่อให้มีอัตราการให้น้ำนมสูงขึ้นและน้ำนมดิบมีคุณภาพดีขึ้น รวมทั้งการพัฒนาเลี้ยงสัตว์ชนิดอื่น ๆ ในการผลิตน้ำนมให้เพียงพอกับความต้องการบริโภคหรือนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่สนองความต้องการของตลาด

การเลี้ยงกระบือนมเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่มีการส่งเสริมให้เกษตรกรในบางพื้นที่เลี้ยงเป็นอาชีพเสริม เพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร เนื่องจากน้ำนมกระบือ มีราคาสูงกว่านมโคทั่วไป และสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ชีส โยเกิร์ต และนมเปรี้ยว ในขณะที่ความนิยมด้านการบริโภคน้ำนมกระบือเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เพราะน้ำนมมีเอกลักษณ์ด้านรสชาติ มีกลิ่นหอม อีกทั้งยังมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่านมโคทั่วไป โดยผลการวิจัยพบว่าน้ำนมกระบือมีไขมัน (สูงกว่านมโคถึง 2 เท่า) โปรตีน น้ำตาลแล็กโทส พลังงานสูงกว่านมโค แต่มีคอเลสเตอรอลน้อยกว่านมโคซึ่งเอกลักษณ์ดังกล่าวทำให้น้ำนมกระบือมีราคาสูงกว่านมโค (นพปฎล ชูสมุทร. 2552 : 24; สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. 2560 : เว็บไซต์) จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2559 : 176) ประเทศไทยยังต้องนำเข้านมและผลิตภัณฑ์นมต่าง ๆ ในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก การผลิตน้ำนมกระบือจะสามารถลดการนำเข้าชีสจากต่างประเทศได้ดี ทั้งนี้เพราะน้ำนมกระบือมีศักยภาพในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สูงกว่านมโค คือ ในกระบวนการทำเนยแข็ง 1 กิโลกรัม จะใช้น้ำนมกระบือเพียง 5 กิโลกรัม ในขณะที่ใช้น้ำนมโคถึง 8 กิโลกรัม หรือกระบวนการทำชีส 1 กิโลกรัม จะใช้น้ำนมกระบือเพียง 10 กิโลกรัม ขณะที่ต้องใช้น้ำนมโค 14 กิโลกรัม จึงจะสามารถผลิตชีสได้ 1 กิโลกรัม เนื่องจากน้ำนมกระบือมีปริมาณไขมัน และของแข็งที่ไม่รวมไขมันสูงจึงใช้น้ำนมในการทำผลิตภัณฑ์ปริมาณน้อย (ปิยธิดา งอกงาม. 2556 : 20)

อย่างไรก็ดีการเลี้ยงกระบือนมของเกษตรกร ในปัจจุบันยังขาดองค์ความรู้ด้านระบบการผลิต การเลี้ยง และการจัดการฟาร์ม เช่น การเตรียมฟีดอาหารสัตว์ การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม การผสมพันธุ์สัตว์ การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ และการป้องกันโรค เพื่อปรับปรุงพันธุ์กระบือนมในประเทศ ให้มีสมรรถภาพการให้นมสูงขึ้น มีความสมบูรณ์พันธุ์สูง โตเร็ว ชะลอการลดจำนวนกระบือของประเทศ รวมทั้งศึกษาเทคโนโลยีระบบการผลิตกระบือนม เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำนมและคุณภาพน้ำนม ให้เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ การเลี้ยงกระบือนมของกลุ่มเกษตรกรจึงเป็นการเพิ่มทางเลือกในการบริโภคนมและผลิตภัณฑ์นม ลดการนำเข้าสัตว์และผลิตภัณฑ์นมจากต่างประเทศ ปัจจุบันมีผู้ประกอบการไทยสนใจเริ่มทำฟาร์มกระบือนมขึ้น โดยเลี้ยงกระบือนมพันธุ์มูราห์ให้สามารถผลิตน้ำนมที่ได้คุณภาพสูงสุด ตามมาตรฐานคุณสมบัติของนมอินทรีย์สากล (Organic Milk) เพื่อนำน้ำนมกระบือไปประกอบการผลิตหรือแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น นมพร้อมดื่ม โยเกิร์ต นมผงกึ่งมัน ชีสสมอซซาเรลล่า (มูราห์ แดรี่ คอมปะนี. 2560 : เว็บไซต์)

หากเปรียบเทียบสัตว์เศรษฐกิจอื่น เช่น โค การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับน้ำนมกระบือในประเทศไทยพบว่ามีจำนวนงานวิจัยน้อยมาก เช่น การศึกษาสมรรถนะของการเลี้ยงลูกและผลผลิตของกระบือรีดนมพันธุ์เมฆานา (นพปฎล ชูสมุทร. 2552 : 70-73) การศึกษาค่าอัตราพันธุกรรมและค่าการผสมพันธุ์สำหรับการให้ผลผลิตน้ำนมของกระบือที่เลี้ยงภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย (เทียมพบ ก้านเหลือง และคณะ. 2559 : 534-539) การศึกษาคุณภาพของน้ำนมกระบือดิบ น้ำนมดิบแช่แข็ง และการปลอมปนน้ำนมชนิดอื่นในน้ำนมกระบือดิบ (ปิยธิดา งอกงาม. 2556 : 95-96) และ

การปัจจัยของพันธุกรรมและอายุที่มีผลต่อผลผลิตน้ำนม ลักษณะทางกายภาพ ส่วนประกอบทางเคมี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

และกรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง (ธนิสา ศิริวงศ์. 2562 : 43-44) ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงถูกดำเนินการขึ้น เพื่อศึกษาให้ทราบถึงส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบของกรดไขมันของ น้ำมันกระป๋องนมพันธุ์มูร่าห์ กระป๋องปลัก และกระป๋องลูกผสมระหว่างกระป๋องนมพันธุ์มูร่าห์กับกระป๋อง ปลัก รวมทั้งปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรมของกระป๋องที่มีผลต่อ ส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบของกรดไขมันของน้ำมันกระป๋อง ใน การศึกษาปัจจัยด้านพันธุกรรมครั้งนี้ ไม่ได้ศึกษาเชิงลึกลงในระดับชีวโมเลกุล แต่เป็นการศึกษาใน ระดับกลุ่มพันธุกรรมของกระป๋องเท่านั้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการกระจายของข้อมูลด้านส่วนประกอบหลัก และส่วนประกอบรองทาง เคมี ลักษณะทางกายภาพ จำนวนโซมาติกเซลล์ และกรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุที่ส่งผลต่อส่วนประกอบหลัก และส่วนประกอบรองทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และจำนวนโซมาติกเซลล์ของน้ำมันกระป๋อง

1.2.3 เพื่อศึกษาผลของปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของ กรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง

1.3 ขอบเขตในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มี 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลปฐมภูมิ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำมันจาก กระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ จำนวน 26 ตัว กระป๋องปลัก จำนวน 4 ตัว และกระป๋องลูกผสมระหว่างกระป๋อง พันธุ์มูร่าห์และกระป๋องปลัก จำนวน 27 ตัว (กระป๋องลูกผสม 75% มูร่าห์ จำนวน 6 ตัว และกระป๋อง ลูกผสม 50% มูร่าห์ จำนวน 21 ตัว) โดยเก็บน้ำมันตัวละ 150 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาวิเคราะห์ ส่วนประกอบหลักทางเคมี ได้แก่ ไขมัน โปรตีน แล็กโทส ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด ในน้ำมัน วิเคราะห์ส่วนประกอบรองทางเคมี ได้แก่ กรดซิตริก ยูเรีย วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ของน้ำมัน ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ จุดเยือกแข็ง คุณด้านชีวภาพของน้ำมันกระป๋อง ได้แก่ จำนวน โซมาติกเซลล์ วิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน 2) ข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับการ อนุเคราะห์จากเจ้าของฟาร์มมูร่าห์ ได้แก่ ข้อมูลพันธุ์ประวัติ (ชื่อพ่อ แม่ วันเดือนปีเกิด อายุ น้ำหนัก ขณะคลอด) และข้อมูลปริมาณการให้น้ำมันรายวันของกระป๋องแต่ละตัว จากนั้นนำข้อมูลทั้ง 2 ส่วนมา ทำการวิเคราะห์ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ศึกษาการกระจายของข้อมูลลักษณะที่ ศึกษา โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และ 2) ศึกษาอิทธิพลของกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุภายในแต่ละ กลุ่มพันธุกรรมที่ส่งผลต่อลักษณะที่ศึกษา โดยใช้ General Linear Model

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1.4.1 เกษตรกรผู้เลี้ยงกระบือสามารถนำข้อมูลจากการวิจัยนี้ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อเพิ่มคุณภาพของน้ำนม

1.4.2 เป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านน้ำนมกระบือในประเทศไทย

1.4.3 เป็นแนวทางให้ผู้สนใจหรือนักวิชาการนำผลการศึกษารั้งนี้ไปต่อยอดงานวิจัยในชั้นสูงต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง อิทธิพลของพันธุกรรมและอายุที่มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ จำนวนโซมาติกเซลล์ และองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันกระบือ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบือ
- 2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพในน้ำมันกระบือ
- 2.3 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลการคุณภาพของน้ำมันกระบือ

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบือ

กระบือเป็นสัตว์ที่เลี้ยงมากในเขตร้อน สำหรับในประเทศไทยนั้น เกษตรกรเลี้ยงกระบือเพื่อใช้ในการทำงาน ขนส่ง เป็นมรดกตกทอดมาจากบรรพบุรุษ และแหล่งอาหารโปรตีน กระบือปลักมีพฤติกรรมในการแช่ปลัก หรือแช่ในน้ำ (นพปฎล ชูสมุทร. 2552 : 10) กระบือทั่วโลกสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ (1) กระบือป่าแอฟริกา (African buffalo) และ (2) กระบือเอเชีย (Asiatic water buffalo) มีความใกล้เคียงกันแต่แยกจากกันโดยเด็ดขาด เนื่องจากผสมพันธุ์กันไม่ได้ (ไม่เกิดลูก) กระบือทั้งสองกลุ่มลักษณะภายนอกมีความคล้ายคลึงกัน แนวหลังตรง รูปร่างหนาที่บึกบึน และมีขนน้อย (นิกร สางห้วยไพร และคณะ. 2552 : 5) แต่มีความแตกต่างที่สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกระบือแอฟริกาและกระบือเอเชีย

ลักษณะ	กระบือแอฟริกา	กระบือเอเชีย
ขนบนแนวหลังจากสะโพกถึงคอ	ชี้ไปข้างหลังธรรมดา	ชี้ไปข้างหน้า
ใบหู	ใหญ่และขอบบิดย่น	เล็ก
กะโหลกศีรษะ	สั้นกว้างและมีรายละเอียด	ยาวและแคบ
	ขึ้นส่วนแตกต่างกัน	
เขา	ใหญ่กว่า ฐานอวบที่บ	เล็กเรียว โคนเป็นรูปวงพระจันทร์

ที่มา : นิกร สางห้วยไพร และคณะ (2552 : 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.1.1 กระบือเอเชีย

กระบือเอเชีย สามารถแยกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กระบือป่า (The Asian Wild Buffalo) และ 2) กระบือบ้าน (The Asian Domestic Buffalo or The Water Buffalo) (นพปฎล ชุสมุทร. 2552 : 10; นิกร สางห้วยไพร และคณะ. 2552 : 6-7)

การจัดกระบือเอเชียทางชีววิทยา (Biological Classification of Buffalo) (Kerr อ้างใน นิกร สางห้วยไพร และคณะ. 2552 : 3-4)

อาณาจักร (Kingdom)	:	Animal (สัตว์)
ไฟลัม (Phylum)	:	Chordata (สัตว์มีกระดูกสันหลัง)
ชั้น (Class)	:	Mammalia (สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม)
ชั้นรอง (Subclass)	:	Ungulata (สัตว์มีกีบ)
ลำดับ (order)	:	Artiodactyla (สัตว์ที่มีกีบเท้าคู่)
ลำดับรอง (Suborder)	:	Ruminantia (สัตว์เคี้ยวเอื้อง)
ตระกูล (Family)	:	Bovidae (สัตว์เขาคู่)
กลุ่ม (Group)	:	Bubalina (กระบือเอเชีย)
สกุล (Genus)	:	Bubalus
ชนิด (Species)	:	<i>Bubalus bubalis</i>

2.1.1.1 กระบือป่า (The Asian Wild Buffalo)

กระบือป่าได้แพร่กระจายอยู่ในทวีปยุโรปและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตั้งแต่ยุคน้ำแข็ง ปัจจุบันกระบือป่าของเอเชีย มีเพียง 3 species ใหญ่ ๆ คือ Anoa (*Bubalus depressiconis depressiconis*, *Bubalus depressiconis quarlesi*) Tamarao (*Bubalus mindorensis*) และ Arni (*Bubalus arnee*. Kerr) (นิกร สางห้วยไพร และคณะ. 2552 : 6-7)

2.1.1.2 กระบือบ้าน (The Asian Domestic Buffalo or The Water Buffalo)

กระบือบ้านของเอเชียเป็นที่รู้จักโดยมีชื่อที่หลากหลายแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ เช่น Bhains ในอินเดีย Al-jamoos ในประเทศอาหรับ Karabue หรือ Kwai ในไทย Carabao ในฟิลิปปินส์ และ Karabo ในมาเลเซีย (Ragor อ้างใน นพปฎล ชุสมุทร. 2552 : 10) เมื่อประมาณ 60 ปี มาแล้ว Macgregor ได้แบ่งกระบือพวกนี้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กระบือปลัก (Swamp buffalo) และ (2) กระบือแม่น้ำ (River buffalo) กระบือปลัก ส่วนใหญ่เป็นสัตว์ที่ใช้แรงงานในการปลูกข้าวในตะวันออกไกล ส่วนกระบือแม่น้ำเป็นกระบือที่ได้รับการคัดเลือกในประเทศอินเดียและปากีสถาน เพื่อเป็นกระบือพันธุ์นมซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายพันธุ์ บางพันธุ์ให้น้ำนมสูงมาก (นิกร สางห้วยไพร และคณะ. 2552 : 7) จากการศึกษาทางด้านชีววิทยาระดับโมเลกุลพบว่า กระบือ

ปลั๊กมีจำนวนโครโมโซม 24 คู่ ($2n=48$) ส่วนกระปือแม่น้ำมีจำนวนโครโมโซม 25 คู่ ($2n=50$) สามารถผสมข้ามพันธุ์ระหว่างทั้งสองชนิดนี้ได้ (ประสพ บุรณามานัส อ่างใน นพปฎล ชุสมุทร. 2552 : 10) และได้ลูกกระปือที่ไม่เป็นหมันซึ่งมีโครโมโซมเท่ากับ 49 (Mahadevan อ่างใน นพปฎล ชุสมุทร. 2552 : 10) ความแตกต่างระหว่างกระปือทั้ง 2 ประเภทสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกระปือปลั๊กกับกระปือแม่น้ำ

ลักษณะ	กระปือปลั๊ก	กระปือแม่น้ำ
จำนวนโครโมโซม	$2n = 48$	$2n = 50$
รูปร่างภายนอก	ลำสั้น บึกบึน ลำตัวสั้น ท้องใหญ่ หน้าผากแบนราบ ตากลมเด่นชัด หน้าสั้น จมูกกว้าง คอค่อนข้างยาว หัวไหล่และอกนูนเด่น หลังกว้าง บั้นท้ายหัก	หน้ายาว รอบอกเล็ก ขาใหญ่กว่า หลังยาวกว่า บั้นท้ายค่อย ๆ ลาด ลงไม่หักมาก
สี	ผิวหนังสีเทาเมื่อเกิด แล้วค่อย ๆ กลายเป็นสีเทาดำ เมื่อโตขึ้น มีบังคอ สีขาว 2 บั้ง (chevron) มีจุดขาวที่แก้ม มีถุงเท้าขาวทั้ง 4 ขา และมีหนวดขาวที่ริมฝีปากบน	ผิวหนังมีสีดำ น้ำตาลดำ ขนดำ
เขา	เขางอกออกด้านข้าง และโค้งใน ลักษณะครึ่งวงกลม หรือวงพระจันทร์ อยู่ในแนวใกล้เคียงกับระดับแนวใบหน้า	เขางอลงด้านล่าง และชี้ไปด้านหลัง แล้วโค้งขึ้นเป็นเกลียว
พฤติกรรม	ชอบนอนแช่น้ำและแช่ปลั๊กโคลน มากกว่า	ชอบแช่น้ำลึกมากกว่า
การใช้ประโยชน์	ใช้แรงงาน และให้เนื้อเป็นหลัก	ให้น้ำนมเป็นหลัก มีใช้แรงงานบ้าง

ที่มา : นิกร สางห้วยไพร และคณะ (2552 : 8)

(ก) กระปือปลั๊ก

กระปือปลั๊กมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Bubalus bubalis* ดิมในสมัยก่อนที่จะยังไม่มีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม กระปือชนิดนี้จะเลี้ยงเพื่อใช้แรงงานในไรนา เพื่อปลูกข้าวและทำไร่ เมื่อกระปืออายุมากขึ้นก็จะส่งเข้าโรงฆ่าเพื่อใช้เนื้อเป็นอาหาร กระปือปลั๊กเลี้ยงกันในประเทศต่าง ๆ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

พบได้ในอินเดียตอนใต้ จีน และทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งได้แก่ ประเทศไทย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย เวียดนาม พม่า กัมพูชา และลาว เป็นต้น (นพปฎล ชูสมุทร. 2552 : 10) ลักษณะทั่วไปของกระปือปลัก มีไหลที่แข็งแรง แต่ส่วนท้ายไม่ค่อยแข็งแรงนัก หางค่อนข้างสั้นลงไปถึงแค่เข่า (Hock) เต้านมเล็กและอยู่ไปทางท้ายมากจนลูกต้องเข้าดูนมทางด้านหลัง อวัยวะเพศผู้ (penis) แนบชิดกับส่วนท้อง ลูกอ๊อดสั้นไม่มีส่วนคอดกั้ว ลูกอ๊อด (testicle) จึงอยู่ในตำแหน่งที่ปลอดภัย น้ำหนักกระปือปลักในประเทศพม่าอยู่ระหว่าง 300-350 กิโลกรัม ในประเทศลาว 500-600 กิโลกรัม ส่วนในประเทศไทยมีน้ำหนัก แตกต่างกันไปตามท้องที่สายพันธุ์ขนาดใหญ่หนักเฉลี่ย 450-550 กิโลกรัม สายพันธุ์เล็กประมาณ 350-400 กิโลกรัม บางตัว พบว่าหนักมากกว่า 1,000 กิโลกรัม กระปือปลักในประเทศอินโดนีเซียหนักประมาณ 350-400 กิโลกรัม ในประเทศจีนมีหลาย Varieties ซึ่งขนาดเล็ก โตเต็มเพียง 250 กิโลกรัม แต่ที่หนักกว่าก็มี ส่วนสูงที่ไหล (Withers) ไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนสูงโดยเฉลี่ยตัวผู้สูงประมาณ 129-133 เซนติเมตร ในตัวเมียสูง 120-127 เซนติเมตร กระปือปลักขนาดใหญ่ในเวียดนามตัวผู้สูงถึง 150 เซนติเมตร และตัวเมียสูง 140 เซนติเมตร (นิกร สางห้วยไพโร และคณะ. 2552 : 12) กระปือปลักไม่นิยมไม่นิยมนำมารีดนม เพราะขนาดเต้านมเล็ก หัวนมสั้น รีดนมยาก และได้ปริมาณน้ำมน้อย (ประสพ บุรณมานัส; เมธา อ่างใน นพปฎล ชูสมุทร. 2552 : 11) กระปือชนิดนี้ให้น้ำนม เพียง 1 ถึง 2 กิโลกรัมต่อวันเท่านั้น จึงมักใช้ในการทำงาน และเป็นเนื้อ กระปือปลักสามารถปรับตัวในสภาพอากาศร้อน และชื้นได้ดี ชอบอยู่ในหนองน้ำ มีกบที่ใหญ่ซึ่งทำให้สามารถบุกผ่านปลักหนอง บึง และเข้าถึงแหล่งอาหารได้ (Sastry; Mahadevan อ่างใน นพปฎล ชูสมุทร. 2552 : 11)

กระปือในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นกระปือปลัก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมีลักษณะเหมือนกัน จะแตกต่างกันบ้างในแต่ละพื้นที่ ไม่ปรากฏว่าแบ่งเป็นพันธุ์ต่าง ๆ ที่แน่นอน มีแต่เรียกชื่อกันไปต่าง ๆ ตามท้องถิ่นที่มันอยู่ แต่ไม่มีอะไรที่มากแบ่งออกได้อย่างเด่นชัด เช่น ภาคเหนือเรียก ภาคเหนือเรียก กระปือหุ่ย กระปือแหม กระปือจาม ภาคกลางเรียก กระปือมะริด กระปือแกลบ ภาคตะวันออกเรียก กระปือตู ภาคใต้เรียก กระปือจ้อน (นิกร สางห้วยไพโร และคณะ. 2552 : 14)



ภาพที่ 2.1 กระบือปลัก

ที่มา : breeding.did.go.th

(2) กระบือแม่น้ำ

กระบือแม่น้ำมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Bubalus bubalis* เช่นเดียวกับกระบือปลัก แต่มีจำนวน chromosome ไม่เท่ากัน ลักษณะโดยทั่วไปของกระบือแม่น้ำ คือ มีผิวหนังค่อนข้างดำหรือเทาดำ ขนยาว โครงสร้างใหญ่เต้านมใหญ่ เหนียงที่หน้าอกยาน หนึ่งปลอกหุ้มลิ้นคี่ หย่อนยาวเหมือนโคชีบู กุ้งอันทะหย่อนยานมากกว่าของกระบือปลักเขาโค้งเป็นวงขอบที่จะนอนแช่ในแหล่งน้ำที่สะอาด ไม่ชอบบลงโคลน และที่น้ำไหลยิ่งดี มีลักษณะเป็นกระบือนมมากกว่าให้นมมากกว่ากระบือปลัก (Mahadevan อังโน นพปฎล ชุสมุท. 2552 : 11) กระบือแม่น้ำได้รับการคัดเลือกและผสมพันธุ์กันมาหลายชั่วอายุในอินเดียและปากีสถาน จนเกิดเป็นกระบือพันธุ์นมขึ้นมา และมีนำเข้าไปยังประเทศอื่นเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์กระบือพื้นเมืองเพื่อให้ได้ลูกผสมที่ให้ผลผลิตน้ำนมอย่างได้มากขึ้น (นิกร สงฆ์ไพโร และคณะ. 2552 : 8) มีพันธุ์กระบือแม่น้ำเกิดขึ้นหลายพันธุ์ในเขตต่าง ๆ ซึ่งพอจำแนกออกได้เป็นสายพันธุ์ต่าง ๆ ตามถิ่นที่อยู่ (FAO อังโน นิกร สงฆ์ไพโร และคณะ. 2552 : 9-10) ได้แก่

กลุ่มสายพันธุ์อินเดียตะวันตกเฉียงเหนือ และปากีสถาน (Northwest India and Pakistan) โดยเลี้ยงกระบือในกลุ่มมูร์ราห์ (Murrah group) ซึ่งได้แก่ กระบือพันธุ์มูร์ราห์ (Murrah) พันธุ์นิลี-ราวี (Nili-Ravi) และพันธุ์กุนดี (Kundi) กระบือกลุ่มนี้ได้รับการคัดเลือกเป็นเวลายาวนานเพื่อผลิตน้ำนม และเพื่อให้มีเขาแบบ Murrah กระบือพันธุ์มูร์ราห์เรียกอีก ชื่อหนึ่งว่าพันธุ์ Delhi

กลุ่มสายพันธุ์กัวราซ (The Gujarat Breed) อยู่ทางตอนเหนือของรัฐ Gujarat ซึ่งได้แก่ กระบือพันธุ์เซอร์ติ (Surti) พันธุ์เมฆานา (Mehsana) และพันธุ์จัฟฟาราบาดี (Jafarabadi)

กลุ่มสายพันธุ์อุตสาหกรรมประเทศ (The Uttar Pradesh Breeds) ได้แก่ กระบือพันธุ์บาดาวารี (Bhadawari) และพันธุ์ทาไร (Tarai)

กลุ่มสายพันธุ์อินเดียกลาง (Central Indian Breeds) ในอินเดียภาคกลางมีกระบืออยู่หลายพันธุ์ ที่สำคัญ มี 6 พันธุ์ ได้แก่ กระบือพันธุ์นากปูรี (Nagpuri) พันธุ์พันหารปูรี (Pandharpuri) พันธุ์แมนดา (Manda) พันธุ์ Jerangi, Kalahandi และพันธุ์ Sambalpur รวมทั้งพันธุ์พื้นบ้านอื่น ๆ

กลุ่มสายพันธุ์อินเดียใต้ (South Indian Breeds) ในกลุ่มนี้ ได้แก่ กระบือพันธุ์ Toda ชาวเขาเผ่า Toda แห่งภูเขา Nilgiri ในเมือง Madras เป็นพวกที่เลี้ยงและขยายพันธุ์กระบือพันธุ์นี้ซึ่งมีลักษณะคล้ายกระบือปลักของศรีลังกาพันธุ์ Malabar เป็นพันธุ์ที่ดีและแข็งแรงของชาวฮินดู จะหาได้แถว ๆ Mangalore ทางฝั่งตะวันตก ส่วนมากกระบือพันธุ์นี้ใช้ในการเกษตรกรรม และใช้แข่งขัน

กลุ่มสายพันธุ์ตะวันออกไกลโซเวียตและยุโรป (The Near East, U.S.S.R. and Europe) เป็นสายพันธุ์ที่นำไปจากอินเดียและปากีสถานนำไปเลี้ยงในประเทศอัฟกานิสถาน อิหร่าน อิรัก จอร์แดน ซีเรีย ตุรกี กลุ่มประเทศที่เกิดใหม่ที่แยกตัวออกจากสหภาพโซเวียต อียิปต์ อิตาลี และประเทศแถบทะเลบอลข่าน

กระบือแม่น้ำมีหลายสายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่นิยมนำมารีดนมหลักของอินเดียและปากีสถาน คือ มูร่าห์ (Murrah) นิลี-ราวี (Nili-Ravi) เซอติ (Surti) เมฆานา (Mehsana) นากปูรี (Nagpuri) และจัฟฟาราบาดี (Jafarabadi) (นพปฎล ชูสมุทร. 2552 : 12)

(2.1) กระบือพันธุ์มูร่าห์ (Murrah)

กระบือพันธุ์นี้มีหนังและขนสีดำสนิท (jet black) เป็นสีที่นิยม พู่หาง (switch) ขาวเป็นที่พึงประสงค์ถ้าหางดำ ตลอดถือว่าเป็นโคคร้าย รอยต่างขาที่หัว และขาไม่พึงประสงค์ สีเทาออกเหลือง (fawn-gray) ที่เรียกว่า Bhurra ก็มีบ้างแต่ในฝูงที่ผสมคัดเลือกเพื่อสีดำมานาน ควายเผือก (ขาว) หายากมากและไม่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นมูร่าห์ เมื่อโตเต็มที่ตัวผู้หนัก 400-800 กิโลกรัม (บางตัว หนักถึง 1,000 กิโลกรัม) ตัวเมียหนัก 350-700 กิโลกรัม (บางตัว หนักถึง 900 กิโลกรัม) ส่วนสูงเฉลี่ยตัวผู้ 143 เซนติเมตร ตัวเมีย 133 เซนติเมตร เนื่องจากมีขนาดใหญ่ เชื่องช้าและไม่ทนความร้อน จึงไม่เหมาะที่จะใช้งาน แต่ในทางตอนเหนือของอินเดียก็ยังมีใช้ลากเกวียนเช่นกัน การให้นมเฉลี่ยประมาณ 1,350-1,450 ลิตรต่อระยะให้น้ำนม (lactation) ประมาณ 300 วัน มีไขมันเนยถึง 7% ในปากีสถานมีรายงานว่าให้นมถึง 2,700-3,600 ลิตร (นิกร สงฆ์ไพโร และคณะ. 2552 : 10)



ภาพที่ 2.2 กระบือพันธุ์มูราห์

ที่มา : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:B._Murrah.jpg

(2.2) กระบือพันธุ์นีลี-ราวี (Nili-Ravi)

คำว่า Nili แปลว่า สีน้ำเงิน ซึ่งหมายถึงแม่น้ำ Sutlej คำว่า “Ravi” ซึ่งบางที่เรียกว่า Sundal Bar ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำ Ravi ที่มีกระบือพันธุ์นีลีอยู่มาก โดยทั่วไปแล้ว กระบือพันธุ์นีลี-ราวี มีสีดำทั้งขนและหนัง แต่ตัวที่มีสีน้ำตาลมีอยู่ถึง 15% ลักษณะตาแหวน (walleyes) ซึ่งเป็นส่วนของ iris ที่ไม่มี pigment ยังคงมีมากอยู่ มีต่างขาวที่หน้าผาก ใบหน้า จมูก ขา และพู่หางขาวเป็นลักษณะประจำพันธุ์และเป็นลักษณะที่พึงประสงค์ จุดสีชมพูที่เต้านมและ brisket พบมากใน Ravi แต่หายากใน Nili ถ้ามีสีขาวเลยเข้าและข้อขาขึ้นมา หรือมีต่างขาวที่คอและตามตัว จะไม่สามารถลงทะเบียนได้ เขาสั้น กว้างตอนโคนและขดเป็นวงแคบมาก ถ้าเขาคลอนและห้อยลง เรียกว่า deli หรือ dheli พบอยู่ประมาณ 2% เต้านมเจริญดีมากถ้าไปข้างหน้าและข้างหลัง หัวนม ยาว และอยู่ในตำแหน่งดีตัวผู้หนักประมาณ 600 กิโลกรัม ตัวเมียหนัก 450 กิโลกรัม ให้นมเฉลี่ย 2,000 กิโลกรัม/300 วันการให้นม (นิกร สงหทัยไพร และคณะ, 2552 : 10)



ภาพที่ 2.3 กระบือพันธุ์นีลี-ราวี

ที่มา : www.indiamart.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกิจกรรมเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอน์สำหรั้งนี้ในเอกสารนี้คือที่ให้คำปรึกษาให้คำปรึกษาและคำปรึกษาอื่น ๆ ซึ่งอาจมีขึ้นในโอกาสต่อไป

(2.3) กระบือพันธุ์กุนดิ (Kundi)

กระบือพันธุ์กุนดิ กระจายอยู่ตามเขตปลูกข้าวลุ่มน้ำ Indus ในตอนเหนือของจังหวัด Sind ชื่อพันธุ์ได้มาจากคำว่า “Kundhi” ซึ่งแปลว่า เบ็ดตกปลา หมายถึง ลักษณะเขาซึ่งหน้าดอนฐาน ลูไปข้างหลังแล้วโค้งขึ้น ตอนปลายเขเป็นวงแคบปานกลาง บางทีก็ขดหลายรอบ สีประจำพันธุ์คือสีดำสนิท (jet black) ในบางแห่งอาจมีควายสีน้ำตาลอ่อนถึง 15% จุดขาวที่พึงประสงค์คือ ที่หน้าผาก พู่หางขาว กีบทั้ง 4 ขาว และตาแหวน (walleyes) หรือเรียกว่า maniki eyes กระบือพันธุ์กุนดิ ตัวเล็กกว่าพันธุ์อื่น ๆ ในกลุ่มนี้ น้ำหนักตัว ประมาณ 320–450 กิโลกรัม ให้นมเฉลี่ยประมาณ 11 กิโลกรัม/วัน หรือ 2,000-2,200 กิโลกรัม/300 วันการให้นม (นิกร สงฆ์ไพโร และคณะ. 2552 : 10-11)



ภาพที่ 2.4 กระบือพันธุ์กุนดิ

ที่มา : <http://allpedia.dkart.in/>

(2.4) กระบือพันธุ์เซอร์ติ (Surti)

กระบือพันธุ์เซอร์ติ (Surti) หรืออีกชื่อหนึ่งว่า Surati ซึ่งมาจากชื่อเมือง Surat เป็นเมืองที่ผสมและคัดเลือกพันธุ์กระบือนี้ขึ้นมาและส่งออกไปยังแหล่งอื่น ๆ ในนาม Charotar, Deccani, Deeshi, Gujarati, Nadiadi และ Talabda โดยทั่วไปมีสีดำ หรือน้ำตาล ผิวหนังสีดำ หรือสีออกแดง ขนมีสีเทาเงินถึงน้ำตาลแดงลักษณะประจำพันธุ์คือ มีบังคอ 2 อันที่คอ ขนใต้เขา และข้อขา ลงไปสีเทาขาว และบางที่มีหางสีขาว เนื้อตาขอบล่างของใบหูอาจมีขนสีขาว ตัวที่มีต่างขาที่หน้าผาก ขา และพู่หางขาวเป็นลักษณะที่พึงประสงค์ เขายาวปานกลางเป็นรูปเคียว ชี้ลง ย่นไปข้างหลัง และโค้งขึ้น ตอนปลายเขาโค้งเป็นตะขอคล้ายเบ็ดตกปลา กระบือพันธุ์นี้มีรูปร่างดี ขนาดปานกลาง หลังตรง ขาค่อนข้างสั้น เต้านมรูปร่างดี และตำแหน่งดี สีชมพู หัวนมตั้งได้ฉากแก่กัน ตัวผู้โตเต็มที่หนัก 640-730 กิโลกรัม ตัวเมียหนัก 550-650 กิโลกรัม ส่วนสูงตัวผู้ 131 เซนติเมตร ตัวเมีย 124 เซนติเมตร ให้นมเฉลี่ยประมาณ 2,100 กิโลกรัม/300 วันการให้นม มีไขมันเนยถึง 7.9% (นิกร สงฆ์ไพโร และคณะ. 2552 : 10)



ภาพที่ 2.5 กระบือพันธุ์เซอร์ติ

ที่มา : <https://www.dairyknowledge.in/article/surti>

(2.5) กระบือพันธุ์เมฆานา (Mehsana)

กระบือพันธุ์เมฆานาหรือเมฆานี (Mehsana) ศูนย์กลางของกระบือพันธุ์นี้อยู่แถว ๆ เมือง Mehsana และเมืองต่าง ๆ ของรัฐ Gujarat ตอนเหนือเล็กน้อยมากในเมือง Ahmedabad และ Bombay เพื่อใช้รีดนม กระบือพันธุ์นี้สงสัยว่าจะเกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่าง กระบือพันธุ์เซอร์ติ (Surti) และพันธุ์มูร่าห์ (Murrah) ซึ่งส่วนมากใช้พันธุ์ (Murrah) ตัวเมียในการผสม เมื่อเปรียบเทียบกับกระบือพันธุ์มูร่าห์ กระบือพันธุ์เมฆานา ตัวยาวกว่า ขาเล็กแต่ยาวกว่า หัวใหญ่กว่า มีขนาดเดียวกับกระบือพันธุ์เซอร์ติ (Surti) ส่วนท้ายใหญ่กว่าส่วนหน้า เต้านมเจริญดีและอยู่ก่อนไปทางท้าย หัวนมยาวหนาและหย่นตัว กระบือพันธุ์นี้เชื่อง บังคับง่ายมีชื่อเสียงว่ามีระยะการให้นม (lactation) ยาว และผสมได้ตามกำหนด รูปร่างทั่วไปไม่ค่อมแน่นอน สีดำสนิท ทั้งขนและหนังเป็นสีที่พึงประสงค์ ลักษณะที่ไม่พึงประสงค์คือมีสีน้ำตาลอ่อน สีเทาอมเหลือง รอยต่างขาที่หน้า ลำตัว ขากีบ เขา และพู่หางขาว เขา มีรูปร่างต่าง ๆ และลักษณะประจำพันธุ์ คือรูปเคียว มีส่วนโค้งมากกว่า กระบือพันธุ์เซอร์ติ (Surti) แต่น้อยกว่ากระบือพันธุ์มูร่าห์ (Murrah) ส่วนสูงทั้งตัวผู้ตัวเมียเฉลี่ย 132 เซนติเมตร (นิกร สางห้วยไพร และคณะ. 2552 : 11)



ภาพที่ 2.6 กระบือพันธุ์เมฆานา

ที่มา : <https://cowfarmings.blogspot.com/2020/06/mehsani-buffalo-breed.html>

(2.6) กระบือพันธุ์จัฟราบาดี (Jafarabadi)

กระบือพันธุ์นี้ได้ชื่อมาจากเมือง Jafarabadi ชื่ออื่น ๆ คือ Bhavanagri และ Gir ซึ่งเป็นชื่อป่า Gir ที่เมือง Kathiawar ในรัฐ Gujarat กระบือพันธุ์นี้มีสีดำ เมื่อเทียบกับกระบือพันธุ์มูร์ราห์ (Murrah) ลำตัวจะยาวกว่า โครงร่างหลวมกว่า หัวและคอที่บกว่า และมี dewlap (หนังใต้คอ) เจริญดี หน้าผากนูนมาก เขาใหญ่และกว้าง เขาลู่ลงล่างบางที่บังนัยน์ตา แล้วโค้งขึ้นตอนปลายแต่ไม่ชิดเป็นวง น้ำหนักเฉลี่ยตัวผู้ 530 กิโลกรัม ตัวเมีย 450 กิโลกรัม ส่วนสูงตัวผู้ 142 เซนติเมตร ตัวเมีย 140 เซนติเมตร การให้นมประมาณ 1,800-2,700 กิโลกรัม/ระยะการให้นม น้ำนมมีไขมันเนยสูง และมีคุณค่าในการทำ ghee (น้ำมันเนย) กระบือพันธุ์นี้นำไปเลี้ยงได้ผลดีใน Brazil, Trinidad และประเทศอื่น ๆ (นิกร สางห้วยไพร และคณะ. 2552 : 11)



ภาพที่ 2.7 กระบือพันธุ์จัฟราบาดี

ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=YvhZiFDHUzg>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

(3) กระจับปี่ลูกผสม (Crossbred buffalo)

กระจับปี่ลูกผสมเป็นการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างกระจับปี่ปลักและกระจับปี่แม่น้ำ ลูกผสมที่ได้มีลักษณะของทั้งสองพันธุ์ผสมกัน คือ เขาไม่ม้วนขดมามากเหมือนพันธุ์แท้ แต่โค้งออกข้างและชี้ขึ้นบน หรือบิดเล็กน้อย ผิวหนังมีจุดสีดำ (dark pigmentation) หัวมีลักษณะไปทางกระจับปี่แม่น้ำ แต่หน้าผากไม่นูนเด่นมาก เต้านมเจริญดีกว่ากระจับปี่ปลัก ใช้งานได้ดีเช่นเดียวกับกระจับปี่ปลัก ตัวผู้หนักประมาณ 730-800 กิโลกรัม ตัวเมียหนักประมาณ 630-650 กิโลกรัม

ถ้ากระจับปี่ปลักและกระจับปี่แม่น้ำมีจำนวนโครโมโซมต่างกันหนึ่งคู่ จึงทำให้กระจับปี่ลูกผสม รุ่นที่ 1 (F-1) มีความจำนวนโครโมโซมเป็นเลขคี่ คือ $2n=49$ (ดังแสดงในตารางที่ 2.3) การผสมข้ามแบบต่าง ๆ ในรุ่นที่ 2 จะได้ลูกผสมที่มีโครโมโซม แบบต่าง ๆ 3 แบบ คือ $2n=48$ หรือ $2n=49$ หรือ $2n=50$ ลูกผสมที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นเลขคู่ คือ $2n=48$ และ $2n=50$ นั้นมีการแบ่งเซลล์ที่เป็นปกติ แต่สำหรับลูกผสมที่มีคาริโอไทป์ $2n=49$ ไม่ว่าจะ เป็นชั่วอายุ (generation) ใด หรือมีสายเลือดเท่าไร อาจพบปัญหาของการแบ่งเซลล์ของเซลล์สืบพันธุ์ (meiosis) และเป็นไปได้ว่าจะส่งผลถึงการไม่ปกติของน้ำเชื้อในพ่อพันธุ์ ดังที่มีผู้รายงานไว้ 4 ราย (Bongso *et al.*; Ramakrishnan *et al.*; Hilmi; Gustavsson *et al.* อ้างใน สุรชัย สุวรรณลี. ม.ป.ป. : 129) การผิดปกติที่สำคัญ ได้แก่ การเคลือบผิวของอสุจิตัว อสุจิที่มีอะโครโซมมีจำนวนน้อย อสุจิที่ผิดปกติมีจำนวนมาก (สุรชัย สุวรรณลี. ม.ป.ป. : 129)

สำหรับลักษณะทางฟีโนไทป์ (phenotype) ของลูกผสมกระจับปี่ มีการศึกษาจำนวนมากที่พบว่า ลูกผสมระหว่างกระจับปี่ปลักและกระจับปี่แม่น้ำมี มีลักษณะดีหลายอย่าง เช่น มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว แข็งแรง อัตรารอดของลูกก่อนหย่านมสูง และแม่พันธุ์ให้น้ำนมดีกว่า กระจับปี่ปลักพันธุ์แท้ ลูกจึงเลี้ยงรอดตายมากกว่า (สุรชัย สุวรรณลี. ม.ป.ป. : 129)



ภาพที่ 2.8 กระจับปี่ลูกผสมกระจับปี่ปลักและกระจับปี่พันธุ์แม่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 2.3 จำนวนโครโมโซมที่เกิดจากการผสมพันธุ์แบบต่าง ๆ ระหว่างกระป๋องปลักและกระป๋องแม่น้ำ

แบบการผสมพันธุ์	จำนวนโครโมโซม
1 กระป๋องปลักพันธุ์แท้ × กระป๋องแม่น้ำพันธุ์แท้ (Swamp × Riverine) ได้ลูกผสม F1	พ่อ × แม่ 2n : 48 × 50 F1 : 2n : 49
2 ลูกผสม × กระป๋องปลักพันธุ์แท้ (F1 × Swamp) ได้ลูกผสม F2 : ลูกผสม 75 % กระป๋องปลัก (75% Swamp)	พ่อ × แม่ 2n : 49 × 48 F1 : 2n : 48, 49
3 ลูกผสม × กระป๋องแม่น้ำพันธุ์แท้ (F1 × Riverine) ได้ลูกผสม F2 : ลูกผสม 75 % กระป๋องแม่น้ำ (75% Riverine)	พ่อ × แม่ 2n : 49 × 50 F1 : 2n : 49, 50
4 ลูกผสม × ลูกผสม (F1 × F1) ได้ลูกผสม F2 (50% Swamp, 50% Riverine)	พ่อ × แม่ 2n : 49 × 49 F2 : 2n : 48, 49, 50

ที่มา : Chavananikul อ้างใน สุรชัย สุวรรณลี. ม.ป.ป. : 129

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพในน้ำนมกระป๋อง

2.2.1 ส่วนประกอบทางเคมีในน้ำนมกระป๋อง

น้ำนม คือ ของเหลวสีขาวสะอาดสดเป็นปกติ ซึ่งได้จากการรีดจากเต้านมของสัตว์ให้น้ำนมต่าง ๆ ที่มีสุขภาพดี เช่น โค กระบือ แพะ แกะ ฯลฯ โดยจะสามารถนำไปใช้บริโภคได้ในเวลาอย่างน้อย 3 วัน ภายหลังจากคลอดลูก หรือจนกว่าจะปราศจากน้ำนมเหลือง (รุ่งอรุณ อ้างใน นพภูฏ ชุสมุท. 2552 : 23) น้ำนมมีองค์ประกอบหลัก คือ น้ำ ไขมัน โปรตีน น้ำตาลแล็กโทส แร่ธาตุ และวิตามิน ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมของสัตว์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิต สายพันธุ์ และความสามารถของสิ่งมีชีวิตแต่ละตัวในพันธุ์เดียวกัน รวมทั้ง อาหาร ฤดูกาล อุณหภูมิ อายุของสัตว์ ระยะเวลาการให้นม และสภาวะของเต้านม (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557 : 2) ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันมะพร้าวและสัตว์ชนิดอื่น ๆ (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)

	โปรตีน	เคซีน	เวย์โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	ถั่ว
คน	1.2	0.5	0.7	3.8	7.0	0.2
ม้า	2.2	1.3	0.9	1.7	6.2	0.5
โค	3.5	2.8	0.7	3.7	4.8	0.7
กระบือ	4.0	3.5	0.5	7.5	4.7	0.7
แพะ	3.6	2.7	0.9	4.1	4.7	0.8
แกะ	5.8	4.9	0.9	7.9	4.5	0.8

ที่มา : เด็ดตรา แพ็ค อังโน ธนิสา ศิริวงศ์ (2562 : 17)

น้ำมันมะพร้าวมีปริมาณไขมันและแร่ธาตุทั้งหมดสูง ทำให้น้ำมันมีรสชาติดี เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันนมโค น้ำมันมะพร้าวมีส่วนประกอบของน้ำน้อยกว่า มีไขมันทั้งหมด ไขมัน แล็กโทส และโปรตีนมากกว่าน้ำมันนมโค น้ำมันมะพร้าวมีไขมันเนยสูง จึงให้คุณค่าทางพลังงานมากกว่าน้ำมันนมโค แม้ว่าไขมันเนยในน้ำมันมะพร้าวจะมีมากกว่าน้ำมันนมโค แต่กลับมีฟอสโฟลิพิด (phospholipid) และคอเลสเตอรอล (cholesterol) น้อยกว่าน้ำมันนมโค โปรตีนในน้ำมันมะพร้าวมีส่วนประกอบของเคซีน แอลบูมิน และโกลบูลินมากกว่าน้ำมันนมโค ส่วนประกอบแร่ธาตุต่าง ๆ ใกล้เคียงกับน้ำมันนมโค ยกเว้นฟอสฟอรัสในน้ำมันมะพร้าวจะมีมากกว่าประมาณ 2 เท่าและมีเกลือต่ำกว่า (BSTID; ประสบ บุรณมานัส อังโน นพปฏิถ ฐสมุท. 2552 : 23) น้ำมันมะพร้าวขาดสารแคโรทีนที่เป็นเม็ดสีเหลือง จึงทำให้น้ำมันมะพร้าวมีสีขาวแตกต่างไปจากนมโค แม้ว่าน้ำมันมะพร้าวจะไม่มีสารแคโรทีน แต่ปริมาณวิตามินเอและซีในน้ำมันมะพร้าวก็สูงกว่าน้ำมันนมโค น้ำมันมะพร้าวประกอบไปด้วยของแข็งทั้งหมดสูง ซึ่งใช้ในการแปรรูปได้หลายชนิดเช่นเดียวกับน้ำมันนมโค เช่น ชีส โยเกิร์ต ไอศกรีม อีกทั้งมีโภชนะต่าง ๆ สูง เหมาะแก่การแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ เนยแข็งที่ทำจากน้ำมันมะพร้าวมีสีขาวบริสุทธิ์เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค และไขมันในน้ำมันมะพร้าวนิยมใช้ทำชีสมอซซาเรลล่า (Mozzarella Cheese) ในอิตาลีที่มีคุณภาพดีมาก และน้ำมันมะพร้าวใช้ทำเกี (ghee) ในอินเดีย หรือ เซมนา (semna) ในอียิปต์ ที่มีคุณภาพดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำมันนมโค (BSTID; ประสบ บุรณมานัส; Bergstrom อังโน นพปฏิถ ฐสมุท. 2552 : 23-24) องค์ประกอบของน้ำมันมะพร้าวในแต่ละแห่ง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมกระป๋องเฉลี่ย (กรัมต่อ 100 กรัม) แยกแต่ละประเทศ และ/หรือพันธุ์

ไขมัน	ของแข็งทั้งหมด	ของแข็งไม่รวมไขมัน	โปรตีน	แล็กโทส	เถ้า	แหล่ง/พันธุ์/อ้างอิง
7.6±1.3	18.4±1.6	ND	4.74±0.2	ND	0.85±0.05	จีน (Han <i>et al.</i> , 2007)
7.1±1.0	ND	ND	3.63±0.34	4.99±0.37	ND	อียิปต์ (Kholif, 1997)
7.0-7.2	16.9-17.4	9.8-10.1	3.60-3.85	4.99-5.24	0.79±0.03	อียิปต์ (Abd El-Salam and EL-Shibiny, 1966)
8.0±0.6	16.3±0.8	8.3±0.3	2.70±0.08	ND	ND	อินเดีย (hills; Meena <i>et al.</i> , 2007)
7.7±0.1	17.0±0.1	9.4±0.1	3.81±0.02	4.83±0.01	ND	อินเดีย (Sodi <i>et al.</i> , 2008)
6.80	-	9.61	3.91	ND	ND	อินเดีย (Dubey <i>et al.</i> , 1997)
8.1±1.9	ND	ND	4.65±0.48	4.85±0.78	ND	อิตาลี (Tufarelli <i>et al.</i> 2008)
7.6±0.1	-	9.8±0.1	4.11±0.02	4.67±0.02	ND	ปากีสถาน (Imran <i>et al.</i> , 2008)
7.0±0.6	-	-	4.35±0.34	5.21±0.11	0.84±0.02	ปากีสถาน (Arian <i>et al.</i> , 2008)
8.4±0.3	17.7±0.4	9.5±0.2	3.97±0.06	4.80±0.1	0.71±0.02	บังกลาเทศ/กระป๋องปลัก (Khan <i>et al.</i> , 2007)
7.3±0.5	16.7±0.1	9.2±0.2	3.77±0.26	4.76±0.18	0.71±0.02	บังกลาเทศ/กระป๋องนมข้น (Khan <i>et al.</i> , 2007)
8.4-9.0	ND	ND	4.24-4.45	4.90-5.05	0.78-0.80	อาเซอร์ไบจาน (Akhundov and Farzalieva, 1979)
6.6	17.0	10.4	4.13	ND	ND	บราซิล (Macado <i>et al.</i> , 2001)
7.0±1.3	16.6±2.6	-	3.73±0.82	4.57±0.23	0.85±0.05	อาร์เจนตินา/มูราห์ (Patino <i>et al.</i> , 2003; Patino and Stefani, 2005)
7.6±1.8	16.8±2.6	-	3.73±0.88	4.51±0.21	0.80±0.05	อาร์เจนตินา/ลูกผสม ¹ (Patino <i>et al.</i> , 2003)
8.8±0.3	18.4±0.2	-	5.20±0.14	4.55±0.0	0.78±0.03	อาร์เจนตินา/จัพฟาราบาตี (Patino and Stefani, 2005)
7.9	17.7	9.9	4.49	4.86	ND	บัลแกเรีย (Peeva, 2001)
7.1±1.4	16.6±1.6	9.6±0.8	4.40±0.51	ND	0.76±0.07	ตุรกี (Sekerden <i>et al.</i> , 1999)
7.5-9.6	17.2-21.3	-	4.90	ND	ND	เยอรมัน (Braun and Preuss, 2008)
7.0±0.6	ND	ND	4.35±0.34	5.21±0.11	0.84±0.02	ฝรั่งเศส (Ahmad <i>et al.</i> , 2008)

ND : ไม่มีข้อมูล

¹ : ลูกผสมพันธุ์มูราห์กับพันธุ์เมดิเตอร์เรเนียน (Marrah×Mediterranean)

ที่มา : H. Abd El-Salam และ EL-Shibiny (2011: 666)

ในน้ำนมจะมีน้ำเป็นตัวทำละลายและมีสารต่าง ๆ ละลายอยู่ โดยแบ่งได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ ไขมันกระจายตัวอยู่ในน้ำในลักษณะอิมัลชัน (emulsion) ส่วนโปรตีน เช่น เคซีน (casein) แอลบูมิน (albumin) และโกลบูลิน (globulin) จะละลายอยู่ในรูปของคอลลอยด์ (colloid) และน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ไปยังเว็บไซต์อื่น ๆ กรุณาแจ้งผู้จัดทำเอกสารนี้ก่อนการเผยแพร่

แล็กโทส กรดอะมิโน วิตามิน และเกลือแร่ต่าง ๆ จะละลายอยู่ในรูปสารละลายแท้ (true solution) (นิธิยา อ่างโน ปิยธิดา งอกงาม, 2556 : 10) ส่วนประกอบทั้งหมดในน้ำนมที่ไม่ใช้น้ำ เรียกว่า ของแข็งทั้งหมด (total solid หรือ milk solid หรือ dry matter) และเมื่อแยกปริมาณไขมันนมออกจากส่วนที่เป็นของแข็งทั้งหมด ส่วนที่เหลือเรียกว่า ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน (milk-solid-not-fat, MSNF) (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2557 : 1)

2.2.1.1 น้ำ

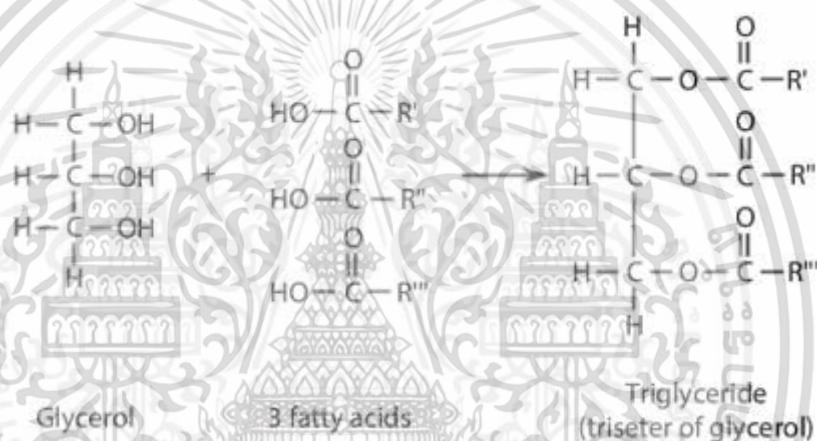
น้ำที่มีอยู่ในน้ำนมทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย เพื่อให้ส่วนประกอบที่เป็นของแข็งละลายหรือแพร่กระจายตัว นอกจากนี้ น้ำบางส่วนอยู่ในรูปไฮเดรตกับเกลือ และน้ำตาลแล็กโทส และบางส่วนจับอยู่กับโปรตีนโมเลกุล (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2557 : 14) ในน้ำนมกระป๋องมีน้ำอยู่ประมาณ 82-84 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณน้ำจะผันแปรตามสายพันธุ์ ช่วงระยะเวลาให้น้ำนม และฤดูกาล (FAO อ่างโน ปิยธิดา งอกงาม, 2556 : 13) นอกจากนี้ น้ำนมกระป๋องยังมีส่วนประกอบของน้ำน้อยกว่าน้ำนมโค เนื่องจากน้ำนมกระป๋องมีองค์ประกอบที่เป็นของแข็งทั้งหมดมากกว่าน้ำนมโค (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ อ่างโน ปิยธิดา งอกงาม, 2556 : 13)

2.2.1.2 ไขมัน

ไขมันในน้ำนม (milk lipid) ส่วนใหญ่ คือ ไตรเอซิลกลีเซอรอล หรือไตรกลีเซอไรด์ จึงเรียกว่า ไขมันนม (milk fat หรือ butter fat) ปริมาณไขมันนมในน้ำนมค่อนข้างจะผันแปรเป็นช่วงกว้างมากกว่าส่วนประกอบชนิดอื่น ๆ ความผันแปรของปริมาณไขมันนมและชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง เช่น พันธุ์ ตัวสัตว์ อาหารสัตว์ ระยะเวลาให้นม ฤดูกาล และแหล่งที่มาของน้ำนม ไขมันนมมีลักษณะเหมือนไขมันทั่ว ๆ ไป คือ เป็นสารที่ประกอบไตรกลีเซอไรด์มากมายหลายร้อยชนิดผสมรวมกัน และมีกรดไขมันต่างชนิดกันเป็นองค์ประกอบในโมเลกุล ไขมันนมประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ ประมาณ 97-98% ส่วนอีก 1-2% ประกอบด้วยฟอสโฟลิพิด สเตอรอล แคลโรทีนอยด์ วิตามินที่ละลายในไขมัน (วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค) และกรดไขมันอิสระจำนวนเล็กน้อย (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2557 : 31)

ไขมันส่วนใหญ่ในน้ำนมจะอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) โดยกรดไขมันซึ่งเป็นส่วนประกอบของไตรกลีเซอไรด์ จะเป็นกรดไขมันอิ่มตัวมีจำนวนคาร์บอน 4-18 ตัว ยกเว้นกรดโอเลอิก (oleic acid) ที่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเพียงตัวเดียว สายกรดไขมันขนาดกลางนี้พบได้เฉพาะในน้ำนม และไม่พบไขมันแบบนี้ในส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย เต้านมมีการพัฒนาความสามารถในการผลิตสายกรดไขมันขนาดกลางระหว่างช่วงกลางของการตั้งท้อง ซึ่งมักจะพบเอนไซม์ที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ กรดไขมันได้ในเนื้อเยื่อของเต้านม สารตั้งต้นในการสร้างกรดไขมันโคและแพะได้จากการแตกตัวของไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ที่อยู่ในกระแสโลหิต เซลล์ต่อมน้ำนมจะใช้ acetate

และ hydroxybutyrate ในการสร้างกรดไขมันขนาดกลาง ในสัตว์เคี้ยวเอื้องการสังเคราะห์กรดไขมัน จากกลูโคสเกิดขึ้นน้อยมาก ซึ่งต่างจากสัตว์กระเพาะเดี่ยวที่ใช้กลูโคสเป็นวัตถุดิบในการสร้างกรดไขมัน กลีเซอรอล ซึ่งเป็นส่วนประกอบของไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ได้จากการเปลี่ยนแปลงของ กลูโคสและจากกลีเซอรอลในกระแสโลหิต (ทัศนีย์ อ่างใน นพปฎล ชูสมุทร. 2552 : 26) แม้ว่าจะ รายงานว่าน้ำนมกระป๋องจะมีไขมันสูงกว่าน้ำนมโค 40-50 เปอร์เซ็นต์ แต่พบว่ามีปริมาณ คอเลสเตอรอลในน้ำนมกระป๋องต่ำกว่าน้ำนมโค (Bakht and Iqbal อ่างใน ปิยธิดา งอกงาม. 2556 : 14) เมื่อเปรียบเทียบในน้ำนม 100 กรัม พบว่าน้ำนมกระป๋องมีปริมาณคอเลสเตอรอล เพียง 8 มิลลิกรัม ในขณะที่น้ำนมโคมีคอเลสเตอรอล 14 มิลลิกรัม (Bilal *et al.* อ่างใน ปิยธิดา งอกงาม. 2556 : 14) โดยองค์ประกอบกรดไขมันในน้ำนมกระป๋องกับน้ำนมโค แสดงในตารางที่ 2.6



ภาพที่ 2.9 โครงสร้างพื้นฐานไตรกลีเซอไรด์

ที่มา : <https://www.researchgate.net/>

ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบกรดไขมันเฉลี่ยในน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันโค (w/w%)

กรดไขมัน	ชื่อเรียก	น้ำมันมะพร้าว	น้ำมันโค
กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid, SFA)			
C 4:0	Butyric (บิวทีริก)	4.4	3.2
C 6:0	Caproic (แคปโรอิก)	1.5	2.1
C 8:0	Caprylic (แคปไรอิก)	0.8	1.2
C 10:0	Capric (แคพริก)	1.3	2.6
C 12:0	Lauric (ลอริก)	1.8	2.8
C 14:0	Myristic (ไมริสติก)	10.8	11.9
C 15:0	Pentadecanoic	1.3	1.2
C 16:0	Palmitic (ปาล์มิทิก)	33.1	30.0
C 17:0	Margaric (มาร์การิก)	0.6	0.3
C 18:0	Stearic (สเตียริก)	12.0	10.1
กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid, UFA)			
C 10:1	Caproic (แคปโรอิก)	-	0.3
C 14:1	Myristoleic (ไมริสโทอิก)	1.3	2.1
C 16:1	Palmitoleic (ปาล์มิทออิก)	2.0	2.2
C 18:1	Oleic (โออิก)	27.2	27.4
C 18:2	Linoleic (ลิโนอิก)	1.6	1.5
C 18:3	Linolenic (ลิโนเลนิก)	0.5	0.6
C 20:4	Arachidonic (อะราชิโดนิก)	0.2	0.2
Total-unsaturated		31.6	40.7
Total-saturated		63.8	57.3

ที่มา : Ramamurthy and Narayanan ; Sindhu and Singhal.

อ้างอิงใน นพปฎล ชูสมุทร (2552 : 27)

2.2.1.3 โพรตีน

โพรตีนในน้ำนมสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ เคซีน (casein) เวย์โพรตีน (whey protein) และเอนไซม์ในน้ำนม (milk enzyme) ในน้ำนมมีเคซีนและเวย์โพรตีนประมาณ 80% และ 20% ของโพรตีนทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนเอนไซม์ในน้ำนมเป็นโพรตีนที่มีปริมาณน้อยมาก (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557 : 48) โพรตีนจะถูกสร้างโดยอาศัยการทำหน้าที่ของไรโบโซม และกอลจิแอปพาราตัสภายในเซลล์ต่อมน้ำนม immunoglobulin เป็นสารที่ให้ภูมิคุ้มกันโรคแก่ลูกสัตว์ และพบมากในนม น้ำเหลือง ลูกสัตว์จะสามารถดูดซึมโพรตีนชนิดนี้ผ่านผนังลำไส้ได้โดยไม่ถูกย่อยสลายในช่วงอายุ 1-2 วันแรกเท่านั้น จึงให้ลูกสัตว์ได้กินนม น้ำเหลืองในช่วงแรกเกิด เพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย (ทัศนีย์ อ่างโน นพปฎล ชูสมุทร. 2552 : 28)

(1) เคซีน (casein) เป็นฟอสโฟโพรตีน มีประมาณ 80% หรือประมาณ 2.5-3.2% ของโพรตีนทั้งหมดในน้ำนม โพรตีนเคซีนกระจายตัวอยู่ในน้ำนมในรูปเคซีนไมเซลล์ (casein micelle) เคซีน แบ่งออกเป็นชนิดย่อย ๆ ได้แก่ แอลฟา-เคซีน (α - casein) บีตา-เคซีน (β - casein) แคลปทา-เคซีน (κ - casein) ซึ่งมีส่วนประกอบที่มีจำนวนมาก และมีแกมมา-เคซีน (γ - casein) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่มีจำนวนน้อย เคซีนแยกออกจากน้ำนมหรือน้ำนมปราศจากไขมันได้โดยตกตะกอนที่พีเอช 4.6 และอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส การตกตะกอนจะไม่สมบูรณ์ นอกจากนั้นยังสามารถแยกเคซีนออกมาได้โดยการตกตะกอนด้วยเกลือ (salting out) คือ เดิมแอมโมเนียมซัลเฟต ประมาณ 26.4 กรัมต่อน้ำนม 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส แต่วิธีนี้อาจได้โพรตีนอื่น เช่น เวย์โพรตีนประกอบมาด้วย ตกตะกอนโพรตีนเคซีนที่ได้นำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์เนยแข็ง (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557 : 48-49)

(2) เวย์โพรตีน (whey protein) คือ โพรตีนที่เหลืออยู่ในของเหลว (เวย์) ภายหลังจากตกตะกอนแยกเอาโพรตีนเคซีนออกจากน้ำนมแล้ว ซึ่งเป็นกลุ่มของโพรตีนที่ประกอบด้วยแอลฟา-แล็กโทแอลบูมิน (α -lactalbumins) และบีตา-แล็กโทโกลบูลิน (β -Lactoglobulins) ซึ่งรวมกัน เรียกว่า ซีรัมโพรตีน (serum protein) (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557 : 48-49) เวย์โพรตีนนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น พัฒนาให้เป็นฟิล์ม และสารเคลือบผิว (coating) ซึ่งมีสมบัติเป็นตัวกั้น (barrier) ที่ดีต่อออกซิเจน สารให้กลิ่น (aroma) และน้ำมันได้ ทำให้สามารถนำมาใช้เคลือบผิวผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยเฉพาะอาหารประเภทที่ไวต่อออกซิเจน (oxygen-sensitive food) เช่น นัท ผัก และผลไม้สด (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557 : 62)

(3) โพรตีนที่มีปริมาณน้อยในน้ำนม นอกจากโพรตีนเคซีนและเวย์โพรตีนแล้ว ในน้ำนมยังมีโพรตีนอีกมากมายหลายชนิดที่มีปริมาณน้อยถึงน้อยมาก และโพรตีนที่มีปริมาณน้อยหลายชนิดมีกิจกรรมทางชีวภาพ และบางชนิดยังจัดเป็นอาหารกลุ่ม nutraceuticals ปัจจุบันโพรตีน

เหล่านี้ยังมีมูลค่าทางเศรษฐกิจน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมนม (dairy industry) สำหรับโปรตีนที่มีปริมาณน้อยเหล่านี้ส่วนใหญ่อยู่ในเวย์และบางส่วนของเยื่อหุ้มไขมันนม (fat globule membrane, FGM) ตัวอย่างโปรตีนที่มีปริมาณน้อย เช่น อิมมูโนโกลบูลิน แอลบูมินในซีรัม โปรตีนโอสเฟปโทน 3 (นิธิยา รัตนานพนธ์. 2557 : 56)

ส่วนประกอบของโปรตีนน้ำนมกระป๋องเปรียบเทียบกับน้ำนมโค ดังตารางที่ 2.7

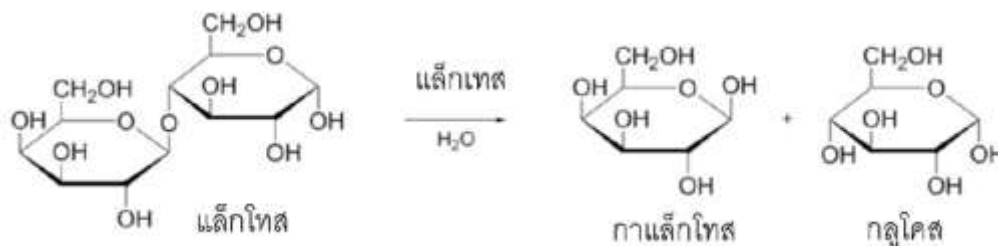
ตาราง 2.7 ส่วนประกอบของโปรตีนน้ำนมกระป๋องเปรียบเทียบกับน้ำนมโค

สารประกอบที่มี	น้ำนมกระป๋อง			น้ำนมโค		
	ไนโตรเจน มก./100 ก.	% ไนโตรเจน ทั้งหมด	% โปรตีน ทั้งหมด	ไนโตรเจน มก./100 ก.	% ไนโตรเจน ทั้งหมด	% โปรตีน ทั้งหมด
ไนโตรเจนทั้งหมด	600.3	100	-	573.3	100	-
โปรตีนไนโตรเจน	573.7	94.2	100	542.3	94.6	100
เคซีนไนโตรเจน	460.7	75.6	80.3	437.0	76.2	80.6
แอลฟาเคซีน	48.3	7.9	8.4	39.0	6.8	7.2
เบตาเคซีน	37.0	6.1	6.4	36.3	6.4	6.7
โปรตีนเอสเปปโตน	31.0	5.1	5.5	29.7	5.2	5.5
สารที่ไม่ใช่โปรตีน	35.0	5.7	-	31.0	5.4	-

ที่มา : Sindhu and Singhal อ้างใน นพปฎล ชูสมุทร (2552 : 28)

2.2.1.4 แล็กโทส

แล็กโทสเป็นน้ำตาลที่พบมากในน้ำนม หรือเรียกว่า milk sugar ซึ่งเป็นไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) แล็กโทสมีอยู่ในน้ำนมของสัตว์เกือบทุกชนิด (นิธิยา รัตนานพนธ์. 2557 : 15) และไม่พบในอวัยวะอื่นของร่างกาย รวมทั้งในกระแสโลหิต แล็กโทสเป็นสารไดแซ็กคาไรด์เกิดจากการรวมตัวของกลูโคสและกาแล็กโทสอย่างละ 1 โมเลกุล โดยอาศัยเอนไซม์ lactose synthetase ในการเกิดปฏิกิริยา แหล่งของกลูโคสได้จากกระแสโลหิต ส่วนกาแล็กโทสได้จากการเปลี่ยนกลูโคสในกระแสโลหิตเป็นกาแล็กโทส แล็กโทสเป็นตัวควบคุมแรงดันออสโมติก และควบคุมปริมาณน้ำในน้ำนม โดยดึงน้ำ และโซเดียมจากกระแสเลือดไปยังน้ำนม (ทัศนีย์ อ้างใน นพปฎล ชูสมุทร. 2552 : 29) น้ำตาลแล็กโทสมีความสำคัญต่อกระบวนการหมัก (fermentation) และการบ่ม (ripening) ของผลิตภัณฑ์นม เช่น โยเกิร์ต และเนยแข็ง ตามลำดับ และเป็นตัวช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม นอกจากนี้ยังช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์นมที่ต้องใช้ความร้อนสูง ๆ เกิดกลิ่นและสีเนื่องจากเกิดการไหม้ (caramel) (นิธิยา รัตนานพนธ์. 2557 : 15)



ภาพที่ 2.10 โครงสร้างของน้ำตาลแล็กโทส

ที่มา : <https://www.scimath.org/article-biology/item/12408-part-i-2>

2.2.1.5 แร่ธาตุ

แร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีในน้ำนมได้จากกระแสโลหิตโดยตรง มิได้สร้างขึ้นโดยเซลล์ผลิตน้ำนม แร่ธาตุที่มีปริมาณค่อนข้างมากในน้ำนม ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม โซเดียม คลอรีน และกำมะถัน ส่วนแร่ธาตุที่พบในปริมาณน้อย ได้แก่ เหล็ก สังกะสี อะลูมิเนียม โบรมีน ซิลิคอน ทองแดง แมงกานีส ไอโอดีน แคดเมียม นิกเกิล เงิน ตะกั่ว และโมลิบดีนัม (นิธิยา รัตนานนท์. 2557 : 16) ในน้ำนมกระป๋องมีแคลเซียม และแมกนีเซียม เป็น 1.5 เท่าของนมโค (200 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในนมกระป๋อง และ 132 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในนมโค) และยังมีแร่ธาตุละลายอยู่ในน้ำนมกระป๋องมากกว่านมโค อีกทั้งระดับแคลเซียม และฟอสฟอรัสจะเพิ่มมากขึ้นในน้ำนมตามช่วงการให้นมที่สูงขึ้น (Yadav and Singh อ้างใน นพปฎล ชูสมุท. 2552 : 29) ปริมาณแร่ธาตุผันแปรตามพันธุ์ ฤดูกาล เวลาให้นม ระยะการให้นม และสุขภาพของเต้านม รวมถึงส่วนประกอบในอาหาร (นพปฎล ชูสมุท. 2552 : 29)

2.2.1.6 วิตามิน

ในน้ำนมมีวิตามินเกือบทุกชนิดทั้งที่ละลายได้ในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค และวิตามินที่ละลายได้ในน้ำ ได้แก่ วิตามินซี วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง ไนอะซิน กรดแพนโททีนิก ไพริดอกซิน ไบโอติน อินซิทอล โคลีน และกรดโฟลิก (นิธิยา รัตนานนท์. 2557 : 19) ปริมาณวิตามินบีในน้ำนมของสัตว์เคี้ยวเอื้อง และวิตามินเค ในน้ำนมของสัตว์ทุกชนิดไม่แปรผันตามปริมาณวิตามินในอาหาร เนื่องจากสัตว์สามารถสังเคราะห์เองได้ ส่วนปริมาณวิตามินเอ วิตามินดี และวิตามินอี ซึ่งสัตว์ไม่สามารถสร้างเองได้จะผันแปรขึ้นอยู่กับปริมาณวิตามินในอาหารเป็นส่วนใหญ่ (ทัศนีย์ อ้างใน นพปฎล ชูสมุท. 2552 : 31) วิตามินเอในน้ำนมกระป๋องมีประมาณ 340 IU/kg ซึ่งมีมากกว่านมโค (230 IU/kg) (Narayanan *et al.* อ้างใน นพปฎล ชูสมุท. 2552 : 31)

2.2.2 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันกระบือ

ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของสารประกอบต่าง ๆ ในน้ำมัน ลักษณะทางกายภาพสามารถนำมาใช้ตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันได้

2.2.2.1 สี กลิ่น และรส

(1) สีของน้ำมันมีสีขาว เนื่องจากการสะท้อนแสงของอนุภาคคอลลอยด์ของไขมันนม เคซีน และแคลเซียมฟอสเฟต (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557 : 92) น้ำมันของกระบือมีสีขาวที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำมันชนิดอื่น ๆ ซึ่ง FAO (1997) ได้รายงานไว้เนื่องจากแคโรทีนในน้ำมันกระบือถูกเปลี่ยนไปเป็นวิตามินเอจนเกือบหมด (ปิยธิดา งอกงาม. 2556 : 18)

(2) กลิ่นของน้ำมันดิบ จะมีกลิ่นคาวและกลิ่นคาวเล็กน้อย ส่วนกลิ่นที่ผิดปกติ เช่น กลิ่นหืน กลิ่นไม่สะอาด โดยปกติน้ำมันมีคุณสมบัติดูดกลิ่นได้ดีจึงมักดูดกลิ่นต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมด้วย (ปิยธิดา งอกงาม. 2556 : 28)

(3) รสตามธรรมชาติของน้ำมันจะมีรสหวานของน้ำตาลแล็กโทส และรสเค็มจากเกลือคลอไรด์และเกลือซิเตรท และเกลือแร่ที่ละลายในน้ำมัน ถ้าแบคทีเรียในน้ำมันมีการเจริญเติบโตจะย่อยแล็กโทสได้เป็นกรดแลคติกที่มีรสเปรี้ยว (ปิยธิดา งอกงาม. 2556 : 28)

2.2.2.2 ความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันจะผันแปรโดยตรงกับปริมาณของส่วนประกอบที่เป็นของแข็งในน้ำมัน และแปรผกผันกับปริมาณของไขมันนม (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557 : 92) จึงใช้เป็นวิธีหนึ่งในการตรวจการเติมสิ่งเจือปนลงในน้ำมัน (adulteration) เนื่องจากน้ำมันที่มีเนื้อนมต่ำกว่าปกติ หรือเติมน้ำ จะมีค่าความถ่วงจำเพาะลดลง หากแยกไขมันออกจะได้ค่าความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้น (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ม.บ.ป. : 8) ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันกระบือที่ตรวจวัดที่อุณหภูมิ 15 หรือ 20 องศาเซลเซียส มีค่าปกติอยู่ในช่วง 1.028 ถึง 1.033 กรัม/มิลลิลิตร (FAO. 1993 : 3) ปัจจุบันตามมาตรฐานสินค้าเกษตรน้ำมันกระบือ ประเทศไทย (มกษ. 6007-2564) ได้กำหนดเกณฑ์คุณภาพความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ของน้ำมันกระบือต้องไม่ต่ำกว่า 1.030 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2564 : 1)

2.2.2.3 จุดเยือกแข็ง

จุดเยือกแข็งของน้ำมันนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณเกลือและแล็กโทสในน้ำมัน แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับไขมัน และโปรตีนในน้ำมัน (FAO. 1993 : 3) การวัดจุดเยือกแข็งของน้ำมันสามารถใช้ตรวจสอบดูการเจือปนสารอื่นลงในน้ำมันได้ เช่น การเติมน้ำลงในน้ำมันจะทำให้จุดเยือกแข็งเพิ่มขึ้น และน้ำมันที่ตั้งทิ้งไว้ระยะหนึ่งจะมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้จุดเยือกแข็งลดลง

(มกษ. 6007-2564) ได้กำหนดเกณฑ์คุณภาพจำนวนเซลล์โซมาติก (somatic cell) ในน้ำนมกระป๋อง ต้องไม่เกิน 400,000 เซลล์/มิลลิลิตร (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2564 : 1)

2.3 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องปัจจัยที่ส่งผลการคุณภาพของน้ำนมกระป๋อง

จากการสืบค้นเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระป๋องนมในประเทศไทย พบว่า เอกสารงานวิจัยที่สืบค้นเกี่ยวกับกระป๋องนมในประเทศไทยมีไม่มากนัก แต่สามารถอ้างอิงเกี่ยวกับงานวิจัยน้ำนมกระป๋องในประเทศไทยและต่างประเทศ โดยได้ค้นคว้างานวิจัยแบ่งออกเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพของน้ำนมกระป๋อง และกรดไขมันของน้ำนมกระป๋อง

2.3.1 ปัจจัยด้านพันธุ์กระป๋องและอายุที่ส่งผลกระทบต่อส่วนประกอบทางเคมี และลักษณะทางกายภาพของน้ำนมกระป๋อง

จากผลการศึกษาในประเทศไทยนั้น Chantalakhana (1981 : 91-110) ได้รายงานค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันกระป๋องปลักว่า มีค่าในช่วง 8.00 ถึง 10.00 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ของของแข็งในน้ำนมทั้งหมดมีค่าในช่วง 18.1 ถึง 21.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปิยธิดา งอกงาม (2556 : 31) ได้ศึกษาองค์ประกอบของน้ำนมดิบของกระป๋องนมสายพันธุ์มูราห์ที่รีดได้ในระยะเวลา 4 เดือน โดยได้รายงานเปอร์เซ็นต์ของไขมัน โปรตีน แล็กโทส ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.01 3.61 4.84 9.64 และ 15.34 ตามลำดับ ในขณะที่ Chuaychoo *et al.* (2013 : 1312) ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบน้ำนมกระป๋องปลัก กระป๋องแม่น้ำมูราห์พันธุ์แท้ และกระป๋องลูกผสมระหว่างกระป๋องปลักและกระป๋องแม่น้ำมูราห์พันธุ์แท้ พบว่า เปอร์เซ็นต์ของไขมัน โปรตีน และของแข็งทั้งหมดในน้ำนมของกระป๋องปลัก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.30 ± 0.46 5.41 ± 0.18 และ 19.30 ± 0.55 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าที่พบในน้ำนมของกระป๋องพันธุ์มูราห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.90 ± 0.18 3.79 ± 0.08 และ 15.44 ± 0.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ยกเว้นแล็กโทสที่พบมีมากในน้ำนมของกระป๋องมูราห์พันธุ์แท้ที่สูงกว่ากระป๋องปลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ± 0.03 และ 4.61 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ธนินสา ศิริวงศ์ (2562 : 43) ได้รายงานว่ พันธุ์กรรมและอายุไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ ของน้ำนม ยกเว้นเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบในน้ำนม ซึ่งน้ำนมของกระป๋องลูกผสมมูราห์มีค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษานี้สูงกว่าน้ำนมของกระป๋องพันธุ์มูราห์แท้ คือเท่ากับ 4.37 ± 0.28 และ 3.28 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับการศึกษาในต่างประเทศนั้น Sarkar, *et al.* (2006 : 130) พบว่าเปอร์เซ็นต์ของไขมัน โปรตีน แล็กโทส ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด ในน้ำนมของกระป๋องพันธุ์มูราห์มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 6.99 ± 0.10 3.78 ± 0.03 5.37 ± 0.04 10.01 ± 0.06 และ 16.99 ± 0.12

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน Zaman *et al.* (2007 : 26) ได้รายงานค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ของไขมันของแข็งที่ไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมดในน้ำมันว่ามีค่าเท่ากับ 8.478 ± 0.067 9.197 ± 0.039 และ 17.675 ± 0.088 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า Sarkar, *et al.* (2006 : 130) แต่ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันและของแข็งในน้ำมันทั้งหมดของกระบือปลักในงานวิจัยนี้ใกล้เคียงกับการรายงานของ Chantalakhana (1981 : 91-110) ในประเทศไทย ในขณะที่ Misra *et al.* (2008 : 297) ได้รายงานไว้ว่ากระบือมูราห์พันธุ์แท้เป็นสายพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์ของไขมัน โปรตีน และเคซีน ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.53 ± 0.19 4.03 ± 0.05 และ 3.20 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากระบือพันธุ์เมฆานา ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.46 ± 0.17 3.87 ± 0.05 และ 3.07 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพันธุ์บาดาวารี ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.43 ± 0.26 3.92 ± 0.07 และ 3.16 ± 0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ Sundaram และ Harharan (2013 : 21-23) พบว่าลำดับของระยะให้น้ำมันส่งผลอย่างมากต่อปริมาณเปอร์เซ็นต์ของไขมัน โปรตีน และของแข็งทั้งหมดในน้ำมัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

2.3.2 ปัจจัยด้านพันธุ์กระบือและอายุที่ส่งผลต่อกรดไขมันในน้ำมันกระบือ

จากการสืบค้นเอกสารงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกรดไขมันในน้ำมันกระบือในประเทศ พบว่ามีเพียง ธนินสา ศิริวงศ์ (2562 : 43) ที่ได้รายงานว่า พันธุ์กรรมและอายุของกระบือไม่มีอิทธิพลต่อกรดไขมันทั้งหมด ($P > 0.05$) ยกเว้น อายุมีอิทธิพลต่อ capric acid (C10:0) โดยกระบือที่มีอายุมากกว่า 10 ปี มีกรดไขมันชนิดนี้สูงกว่ากระบือที่มีอายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 ปี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.10 ± 0.35 และ 1.57 ± 0.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

ส่วนการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อกรดไขมันในน้ำมันกระบือในต่างประเทศนั้น มีรายงานไว้อย่างมากมาย ได้แก่ Varricchio *et al.* (2007 : 511) ศึกษาไขมันกระบือในกระบือพันธุ์ *Bubalus bubalis* ในประเทศอิตาลี จำนวน 4 คู่ที่มีการให้อาหารที่แตกต่างกัน พบว่า กรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันกระบือนั้น stearic acid (C18:0) มีมากกว่า myristic acid (C14:0) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.2 ± 2.4 และ 10.6 ± 1.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ Varricchio, *et al.* (2007 : 509) ยังรายงานว่ กรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันอิ่มเชิงเดี่ยว และกรดไขมันอิ่มเชิงซ้อนในน้ำมันกระบือ *Bubalus bubalis* มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.5 27.0 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Qureshi *et al.* (2012: 978) ได้ศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันของกระบือพันธุ์นีลี-ราวี ที่มีอายุและระยะการให้น้ำมันแตกต่างกัน พบว่า กรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากที่สุด คือ palmitic acid (C16:0) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.24 ± 2.78 กรัม/100 กรัม รองลงมาคือ myristic acid (C14:0) และ stearic acid (C18:0) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.02 ± 1.68 และ 11.43 ± 2.06 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวที่พบมากที่สุด คือ oleic acid (C18:1) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.41 ± 2.66 กรัม/100 กรัม ขณะที่ Sun *et al.* (2014 : 391) ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบตัวอย่างของน้ำมันกระบือแม่น้ำพันธุ์มูราห์ กระบือแม่น้ำพันธุ์นีลี-ราวี และลูกผสมของกระบือ (Murrah River Buffalo x Guangxi

Swamp Buffalo) ในรุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2 จำนวนชนิดละ 18 ตัว ในประเทศจีน จากน้ำมันกระบือที่ศึกษาทั้งหมดพบว่ากรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากในน้ำมัน คือ palmitic acid (C16:0) myristic acid (C14:0) และ stearic acid (C18:0) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.32 ± 2.37 11.24 ± 0.78 และ 10.27 ± 1.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวที่พบมากที่สุด คือ oleic acid (C18:1) มีค่าเฉลี่ย 15.35 ± 1.42 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Sun, *et al.* (2014 : 391-392) ยังรายงานว่ากรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนในน้ำมันของกระบือที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 76.11 22.48 และ 1.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน Çinar, *et al.* (2019 : 114) ซึ่งได้ศึกษาน้ำมันของกระบือแม่น้ำอานาโตเลียในประเทศตุรกี พบว่า กรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนในน้ำมันของกระบือที่ศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.63 ± 0.7 29.37 ± 0.7 และ 0.2 ± 0.03 กรัม/100 กรัมไขมัน ตามลำดับ นอกจากนี้ Ducháček *et al.* (2012 : 625) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของกรดไขมันและกรดซิตริกในน้ำมัน พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์ในช่วง $r=0.66$ ถึง $r=0.74$ ใน 6 สัปดาห์ของระยะการให้น้ำมัน และรายงานด้วยว่าปริมาณกรดซิตริกเป็นสิ่งบ่งชี้ที่ดีถึงความสมดุลของพลังงานในโค โดยมีปริมาณกรดซิตริกสูงในสัตว์ที่มีสุขภาพดีมากกว่าสัตว์ที่เจ็บป่วย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์หาความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน

3.1.1.1 แล็กโทมิเตอร์ (Lactometer; Assistant, Germany)

3.1.1.2 เทอร์โมมิเตอร์ (Red Liquid Rod Thermometer; SATO KEIRYOKI MFG, Japan)

3.1.1.3 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath; WB-14, Memmert, Germany)

3.1.1.4 กระจกบอกลูก (cylinder) ขนาด 50 มิลลิลิตร

3.1.1.5 ปีกเกอร์ (beaker) ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.1.1.6 น้ำกลั่นอุ่น

3.1.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพของ และ จำนวนไขมันติดของน้ำมันมะพร้าว

3.1.2.1 เครื่อง CombiFoss™ FT+ (Foss, Denmark)

3.1.3 อุปกรณ์และสารเคมีในการสกัดไขมัน

3.1.3.1 ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet Apparatus; SOX-416, Gerhardt, Germany)

3.1.3.2 ตู้อบลมร้อน (UFB 500, Memmert, Germany)

3.1.3.3 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (CP- 4202 S, Sartorius, Germany)

3.1.3.4 โถดูดความชื้น (Desiccator)

3.1.3.5 กระจกบอกลูก (cylinder)

3.1.3.6 ปีกเกอร์ (beaker)

3.1.3.7 สำลี

3.1.3.8 Petroleum ether เกรด AR (QRëC™, New Zealand)

3.1.3.9 Chloroform เกรด AR (QRëC™, New Zealand)

3.1.3.10 กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 40

3.1.3.11 Thimble สำหรับใส่ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3.1.4 อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์หากรดไขมัน

- 3.1.4.1 เครื่องวิเคราะห์สารระบบแก๊สโครมาโตกราฟี FID (7890B, Agilent, USA)
- 3.1.4.2 คอลัมน์ CP-Sil 88 (Agilent, USA)
- 3.1.4.3 เครื่องปั่นเหวี่ยง (CR-22N, Hitachi Koki, Japan)
- 3.1.4.4 เครื่องเขย่าสาร (G560E, Scientific Industries, USA)
- 3.1.4.5 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ((Water bath; WB-14, Memmert, Germany))
- 3.1.4.6 ไมโครปิเปต
- 3.1.4.7 หลอดทดลองกันแบน (Agilent, USA)
- 3.1.4.8 ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 3.1.4.9 Sodium Hydroxide Pellets เกรด AR
- 3.1.4.10 Boron Trifluoride (BF₃; Sigma Aldrich, USA)
- 3.1.4.11 กรดไขมันมาตรฐาน (authentic standards; F.A.M.E. Mix, C4-C24, Supelco, USA)
- 3.1.4.12 Nanadecanoic Acid (C19) Standard
- 3.1.4.13 Hexane เกรด AR (KEMAUS, Australia)
- 3.1.4.14 Methanol (Sigma, U.S.A)
- 3.1.4.15 Deionize Water
- 3.1.4.16 ขวดพลาสติกเพื่อใส่น้ำนมขนาด 30 มิลลิลิตรพร้อมฝาปิด

3.2 สัตว์ทดลอง

สัตว์ทดลองในการศึกษาครั้งนี้ เป็นกระบือนมที่ได้รับความอนุเคราะห์ให้เข้าทำการเก็บข้อมูลและตัวอย่างน้ำนมของสัตว์ทดลองในฟาร์มของ คุณรัฐจวน เฮงตระกูลสิน เจ้าของมูร่าห์ฟาร์ม อำเภอลำปาง จังหวัดพะเยา ประกอบด้วยกระบือ 4 กลุ่ม ได้แก่ กระบือมูร่าห์พันธุ์แท้ จำนวน 26 ตัว กระบือปลัก จำนวน 4 ตัว และกระบือลูกผสมระหว่างกระบือมูร่าห์พันธุ์แท้และกระบือปลัก จำนวน 27 ตัว (กระบือลูกผสม 75% มูร่าห์ จำนวน 6 ตัว และกระบือลูกผสม 50% มูร่าห์ จำนวน 21 ตัว) โดยกระบือทั้งหมดได้รับอาหารหยาดอย่างไม่จำกัดในตลอดทั้งวัน ได้แก่ หญ้าขน หญ้าเนเปียร์ และฟางข้าว และได้รับอาหารชั้นผสมจากสูตรอาหารของฟาร์มผสมกับอาหารของบริษัททางการค้า (อัตรา 70 : 30) ในเวลา 05.00 น. ก่อนทำงานรีดนมในทุกวัน ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาด อาหารชั้น และเยื่อใยของอาหารหยาด ที่กระบือได้รับ ในช่วงที่เก็บตัวอย่างน้ำนมกระบือแสดงในตารางภาคผนวก ก หน้า 73 (ธนิตา ศิริวงศ์. 2562 : 51)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ภาพที่ 3.1 กระบือปลักของไทย



ภาพที่ 3.2 กระบือพันธุ์มูร่าห์และลูกผสม (ก) กระบือสายพันธุ์มูร่าห์ (ข) กระบือลูกผสม 75% มูร่าห์ (ค) กระบือลูกผสม 50% มูร่าห์

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

3.3.1.1 การเก็บข้อมูล

รวบรวมข้อมูลที่ฟาร์มบันทึกไว้ไนฟลัส ได้แก่ พันธุ์ประวัติ วันเดือนปีเกิด อายุ น้ำหนักขณะคลอด ข้อมูลบันทึกการให้น้ำนมเป็นรายวัน

3.3.1.2 การเก็บตัวอย่างน้ำนม

เก็บตัวอย่างน้ำนมสดจากฟาร์มกระบือนม มูร่าห์ฟาร์ม อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากการรีดนมเวลา 14.00 น. จำนวนกระบือทั้งหมด 57 ตัว (ดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.2) โดยเก็บตัวอย่างน้ำนมตัวละ 150 มิลลิลิตร นำไปใส่ในขวดพลาสติกขนาด 200 มิลลิลิตร แล้วนำไปเก็บไว้ในกล่องโฟมเก็บความเย็นที่บรรจุน้ำแข็ง เพื่อรักษาอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงเคลื่อนย้ายไปห้องปฏิบัติการของภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบัน

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร เพื่อศึกษาส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมัน

3.3.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

3.3.2.1 การวัดความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน (Lactometer test)

(1) นำตัวอย่างน้ำมันที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส) จำนวน 50 มิลลิลิตร เทลงในปิ๊กเกอร์ขนาด 100 ml จากนั้นนำไปอุ่นในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 นาที (ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิน้ำมัน)

(2) จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมันมาทำให้เย็นด้วยแช่ปิ๊กเกอร์ในน้ำแข็ง จนตัวอย่างน้ำมันมีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิน้ำมัน)

(3) เทน้ำมันลงในกระบอกตวง ขนาด 50 มิลลิลิตร ใส่เหล็กโทมิเตอร์ลงในกระบอกตวง โดยต้องไม่สัมผัสผิวด้านข้างหรือด้านล่างของกระบอกตวง

(4) อ่านค่าความถ่วงจำเพาะจากเหล็กโทมิเตอร์ที่ลอยขึ้นมา โดยอ่านค่าความถ่วงจำเพาะจากก้านเหล็กโทมิเตอร์ ตัวเลขจะเป็นทศนิยมที่ 2 และ 3 โดยจะละ 1.0 ไว้ในฐานที่เข้าใจ เช่น ตัวเลขที่อ่านได้ 31 แสดงว่าค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันมีค่าเท่ากับ 1.031

(5) จดบันทึกค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันของแต่ละตัวอย่าง

3.3.2.2 การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพในน้ำมันกระป๋อง ดำเนินการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี และลักษณะทางกายภาพของน้ำมันทั้ง 57 ตัวอย่าง ที่ศูนย์ผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพสระบุรี ตำบลทับทิม อำเภอกำแพงคอย จังหวัดสระบุรี

(1) เทแต่ละตัวอย่างน้ำมันที่ต้องการวิเคราะห์แต่ละ 30 มิลลิลิตร ลงในขวดพลาสติกที่ใช้กับเครื่องวิเคราะห์ CombiFoss™ FT+

(2) อุ่นน้ำมันในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

(3) นำขวดพลาสติกไปจัดเรียงเข้าเครื่องวิเคราะห์ CombiFoss™ FT+ (FTIR : Fourier Transform Infrared Spectroscopy)

(4) บันทึกค่าปริมาณส่วนประกอบหลักทางเคมีในน้ำมัน ได้แก่ โปรตีน ไขมัน แล็กโทส ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน ของแข็งทั้งหมดในน้ำมัน ส่วนประกอบรองทางเคมีในน้ำมัน ได้แก่ ปริมาณกรดซิตริกและความเข้มข้นของยูเรีย ลักษณะทางกายภาพของน้ำมัน ได้แก่ จุดเยือกแข็ง และคุณภาพด้านชีวภาพของน้ำมัน ได้แก่ จำนวนโซมาติกเซลล์

3.3.2.3 การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณกรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง

ทำการเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์หากรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง ที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(1) ขั้นตอนการเตรียมและสกัดไขมันจากตัวอย่างน้ำมัน

(1.1) ใส่น้ำมันกระบือแต่ละตัวอย่างลงในถ้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ (สำหรับอบขนม) ชั่งน้ำหนักนมให้ได้เฉลี่ย 5 กรัม (โดยทำจำนวน 5 ซ้ำ) นำไปอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ในการชั่งน้ำหนักน้ำมันที่อบแห้งให้นำออกมาจากตู้อบทิ้งไว้ในโถดูดความชื้น (Desiccator) จนเย็น แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนักน้ำมันที่อบแห้งของแต่ละตัวอย่าง ทำการอบน้ำมันจนได้น้ำหนักคงที่ จากนั้นเก็บน้ำมันที่อบแห้งแต่ละตัวอย่างรวมกันเพื่อนำไปวิเคราะห์ (หากยังไม่ได้้นำไปวิเคราะห์ให้เก็บตัวอย่างน้ำมันอบแห้งไว้ในภาชนะพลาสติกปิดสนิทที่แห้ง)

(1.2) ชั่งแต่ละตัวอย่างน้ำมันอบแห้ง จำนวน 0.5 กรัม บนกระดาษกรองเบอร์ 40 ต่อ 1 ตัวอย่าง (จำนวน 2 ซ้ำ) และทำการห่อให้เรียบร้อย

(1.3) ทำการสกัดไขมันในตัวอย่างด้วยเครื่องสกัดไขมัน (Soxhlet Apparatus) โดยใช้สาร Petroleum ether เป็นสารในการสกัดไขมัน โดยนำน้ำมันที่ชั่งน้ำหนักแล้วมาใส่ thimble และปิดด้านบนของตัวอย่างด้วยสำลี (ที่สกัดเอาไขมันออกแล้ว)

(1.4) นำ thimble ใส่ในชุดแยกสกัด (extraction unit) ของเครื่องสกัด โดยใส่ thimble ในถ้วยสกัด (extraction tube) ที่ผ่านการอบมาแล้ว 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

(1.5) เติม Petroleum ether ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ลงในถ้วยไขมัน แล้วนำถ้วยไขมันเข้าเครื่องสกัดไขมัน จนครบกำหนดเวลาที่เครื่องทำการสกัดเสร็จประมาณ 3 ชั่วโมง

(1.6) นำถ้วยสกัดออกจากเครื่อง แล้วนำถ้วยสกัดมาชะล้างด้วย Chloroform และปรับปริมาตรให้ได้ 10 มิลลิลิตร ต่อ 1 ถ้วยไขมัน

(1.7) เทสารตัวอย่างที่ชะล้างด้วย Chloroform ที่ปรับปริมาตรแล้วใส่ในหลอดทดลองแล้วปิดจุกพันด้วยพาราฟิล์ม และนำไปเก็บไว้ที่ตู้เย็นอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่านำไปวิเคราะห์หาราคัดไขมัน

(2) ขั้นตอนวิธีการทำ Fatty Acid Methylation

(2.1) นำสารตัวอย่างไขมันที่ผ่านการชำระสร้างไขมันแต่ละตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดฝาเกลียวขนาด 10 มิลลิลิตร (หากเก็บสารสกัดไขมันไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสให้นำมาออกมาทิ้งจนมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง) เติม internal standard (C19) ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จำนวน 200 ไมโครลิตร นำไปประเหยให้แห้งด้วยแก๊สไนโตรเจน

(2.2) เติม Sodium Hydroxide (NaOH) ใน Methanol Hydroxide (MeOH) 0.5N จำนวน 3 มิลลิลิตร และเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร

(2.3) นำไปอุ่นในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 30 นาที ครบเวลานำออกมาเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร

(2.4) เติม 10% Boron Trifluoride จำนวน 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดและเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร

(2.5) นำไปอุ่นในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

(2.6) ทำการสกัด Fatty Acid Methyl Ester (FAME) โดยเติม hexane 1 มิลลิลิตร และ น้ำกลั่น(Deionize Water) 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร

(2.7) นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 2,500 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที สารละลายในหลอดจะแยกชั้น ใช้ pasture pipette ดูดส่วนใสชั้นบนใส่ขวด vial (ที่ใช้กับเครื่องวิเคราะห์สารระบบแก๊สโครมาโตกราฟ) และเป่าให้แห้งด้วยแก๊สไนโตรเจน

(2.8) เติม Hexane 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น (Deionize Water) 2 มิลลิลิตร หลอดทดลองเดิม ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องเขย่าสาร จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 2,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ใช้ปิเปตดูดสารละลายส่วนใสที่ได้ใส่ขวด vial เติมแล้วระเหยให้แห้งโดยใช้แก๊สไนโตรเจน โดยทำซ้ำ 2 รอบ และเก็บขวด vial สารตัวอย่างไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

(3) วิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันโดยใช้เครื่องวิเคราะห์สารระบบแก๊สโครมาโตกราฟ (Gas Chromatography)

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันให้เติม Hexane 1 มิลลิลิตรลงในขวด vial ของตัวอย่างและนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดไขมันด้วยเครื่อง Gas Chromatography (Agilent 7890B) FID detector ด้วย Column Select CP-Sil 88, 100 m x 0.25 mm I.D., 0.20 µm film

Condition

Carrier gas : He

Injector : 1 µl, split 10:1

Column flow : N2 1.3 ml/min

Make up flow : N2 25 ml/min, H2 30 ml/min, Air zero 300 ml/min

อ่านข้อมูลจากเครื่องและเปรียบเทียบชนิดกรดไขมันกับ Standard และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมัน โดยคำนวณค่า relative response factor (R) และนำค่า R ไปคำนวณปริมาณกรดไขมัน (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมไขมัน)

สูตรการคำนวณค่า relative response factor (R)

$$R = \frac{\text{conc std กรดไขมัน}}{\text{ความเข้มข้น IS}} \times \frac{\text{area IS}}{\text{area std ของกรดไขมัน}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สูตรการคำนวณปริมาณกรดไขมันในตัวอย่าง

$$\text{ปริมาณกรดไขมันในตัวอย่าง } x = \frac{\text{area ของกรดไขมัน}}{\text{area IS ของตัวอย่าง}} \times R \times \text{conc IS}$$

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์การกระจายข้อมูลของลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ ส่วนประกอบหลักทางเคมี (ไขมัน โปรตีน แล็กโทส ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด) ส่วนประกอบรองทางเคมี (ปริมาณของกรดซิทริก และความเข้มข้นของยูเรีย) ลักษณะทางกายภาพ (ความถ่วงจำเพาะ และจุดเยือกแข็ง) คุณภาพด้านชีวภาพ (จำนวนโชมาทิกเซลล์) และองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำนมกระป๋อง ประกอบด้วย ปริมาณกรดไขมันแต่ละชนิด กรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน และปริมาณกรดไขมันทั้งหมดโดยใช้สถิติพรรณนา คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด

3.4.2 วิเคราะห์ปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมของสัตว์และช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรมที่ส่งผลต่อลักษณะที่ศึกษาทั้งหมด โดยใช้ General Linear Modal (GLM) โดยแบบพหุนทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$y_{ijk} = \mu + GG_i + \text{Age}(GG)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk} คือ ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา

μ คือ ค่าเฉลี่ยประชากรของลักษณะที่ศึกษา

GG_i คือ ปัจจัยคงที่เนื่องจากกลุ่มพันธุ์กรรมของสัตว์ ($i = 1, 2, 3, 4$ โดย 1 = กระป๋องพันธุ์มูราห์แท้ 2 = กระป๋องลูกผสม 75% มูราห์ 3 = กระป๋องลูกผสม 50% มูราห์ และ 4 = กระป๋องปลัก)

$\text{Age}(GG)_{ij}$ คือ ปัจจัยคงที่เนื่องจากช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรม ($j = 1, 2, 3$ โดย 1 = กระป๋องที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี 2 = กระป๋องที่มีอายุระหว่าง 7-9 ปี และ 3 = กระป๋องที่มีอายุมากกว่า 9 ปี)

ε_{ijk} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของปัจจัยที่ศึกษา

หากพบว่า ปัจจัยใดส่งผลต่อลักษณะที่ศึกษา จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดของลักษณะที่ศึกษาด้วย pdiff option (SAS, 1999)

3.4.3 วิเคราะห์ปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมของสัตว์และช่วงอายุในน้ำนมกระป๋อง ใช้ General Linear Modal (GLM) โดยแบบพหุนทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$y_{ijk} = \mu + GG_i + Age(GG)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk} คือ ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา

μ คือ ค่าเฉลี่ยประชากรของลักษณะที่ศึกษา

GG_i คือ ปัจจัยคงที่เนื่องจากพันธุ์กรรม ($i = 1, 2, 3$ โดย 1 = กระบือพันธุ์มูร่าห์แท้ 2 = กระบือลูกผสม 75% มูร่าห์ และ 3 = กระบือลูกผสม 50% มูร่าห์)

$Age(GG)_{ij}$ คือ ปัจจัยคงที่เนื่องจากช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรม ($j = 1, 2, 3$ โดย 1 = กระบือที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี 2 = กระบือที่มีอายุระหว่าง 7-9 ปี และ 3 = กระบือที่มีอายุมากกว่า 9 ปี)

ε_{ijk} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของปัจจัยที่ศึกษา

หากพบว่า ปัจจัยที่ศึกษาใดส่งผลต่อลักษณะที่ศึกษา จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดของลักษณะที่ศึกษาด้วย pdiff option (SAS, 1999) เช่นเดียวกับหัวข้อ 3.4.2

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

3.5.1 สถานที่เก็บข้อมูล มูร่าห์ฟาร์ม อำเภอลำปาง จังหวัดพะเยา

3.5.2 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.5.3 ห้องปฏิบัติการชีวโมเลกุลทางสัตว์ สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.5.4 ศูนย์ผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพสระบุรี ตำบลทับทิม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดสุพรรณบุรี

3.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย ตั้งแต่ พฤศจิกายน 2561 ถึง มกราคม 2563

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาการกระจายข้อมูลของลักษณะที่ศึกษา

การกระจายข้อมูลของส่วนประกอบหลักทางเคมีของน้ำนม ได้แก่ ไขมัน โปรตีน แล็กโทส ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.81 ± 2.36 4.86 ± 0.81 4.68 ± 0.65 10.31 ± 1.24 และ 19.07 ± 2.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนประกอบรองทางเคมีของน้ำนม ได้แก่ ปริมาณของกรดซิตริก และความเข้มข้นของยูเรีย ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.14 ± 0.06 เปอร์เซ็นต์ และ 27.05 ± 6.06 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ จุดเยือกแข็ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.031 ± 0.003 และ -0.532 ± 0.061 องศาเซลเซียส ตามลำดับ คุณภาพด้านชีวภาพ ได้แก่ จำนวนโซมาติกเซลล์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $(117.63 \pm 110.72) (\times 10^3)$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การกระจายข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีหลัก ส่วนประกอบทางเคมีรอง ลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพด้านชีวภาพของน้ำนมกระป๋อง (n=57)

ลักษณะที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนฯ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ส่วนประกอบหลักทางเคมี (%)			
ไขมัน	8.81 ± 2.36	5.14	17.01
โปรตีน	4.86 ± 0.81	2.36	6.57
แล็กโทส	4.68 ± 0.65	2.49	5.96
ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน	10.31 ± 1.24	6.33	12.09
ของแข็งทั้งหมด	19.07 ± 2.95	11.62	27.76
ส่วนประกอบรองทางเคมี			
กรดซิตริก (%)	0.14 ± 0.06	0.03	0.38
ยูเรีย (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	27.05 ± 6.06	12.30	39.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอนไซม์ที่ผลิตในเอกสารนี้คือผลิตภัณฑ์ที่ควบคุมให้คงใช้ลงนี้ที่ค่าเฉลี่ยของช่วงอ้างอิงตั้งต้นของตัวอย่างที่ส่งให้พร้อมทั้งมีหนังสือแจ้งใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลักษณะที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนฯ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ลักษณะทางกายภาพ			
ความถ่วงจำเพาะ	1.031±0.003	1.020	1.038
จุดเยือกแข็ง (°C)	-0.532±0.061	-0.639	-0.319
คุณภาพด้านชีวภาพ			
โซมาติกเซลล์ ×10 ³ (เซลล์/มิลลิลิตร)	117.63±110.72	10.00	548.00

นํ้านมกระป๋องประกอบไปด้วยเปอร์เซ็นต์ของไขมันและโปรตีนสูง (Aspilcueta-Borquis *et al.*, 2010 : 2195) ซึ่งค่าเฉลี่ยของปริมาณส่วนประกอบหลักทางเคมีในนํ้านมกระป๋องที่ศึกษาครั้งนี้ได้ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน ของแข็งทั้งหมด มีค่าสูงกว่าที่รายงานไว้โดย Sarkar, *et al.* (2006 : 130) ที่พบว่าเปอร์เซ็นต์ของไขมัน โปรตีน แล็กโทส ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด ในนํ้านมของกระป๋องพันธุ์มูราห์มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 6.99±0.10 3.78±0.03 5.37±0.04 10.01±0.06 และ 16.99±0.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปิยธิดา งอกงาม (2556 : 31) ได้ศึกษาองค์ประกอบของนํ้านมดิบของกระป๋องนมพันธุ์มูราห์ที่รีดได้ในระยะเวลา 4 เดือน โดยได้ รายงานเปอร์เซ็นต์ของไขมัน โปรตีน แล็กโทส ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.01 3.61 4.84 9.64 และ 15.34 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของปริมาณไขมัน โปรตีน ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมดในการศึกษานี้มีค่าเท่ากับ 8.81±2.36 4.86±0.81 10.31±1.24 และ 19.07±2.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานสินค้าเกษตรนํ้านมดิบของกระป๋องในประเทศไทย (มกษ. 6007-2564) ที่กำหนดเกณฑ์คุณภาพของนํ้านมดิบของกระป๋อง ปริมาณไขมัน โปรตีน ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมดในนํ้านม ต้องไม่น้อยกว่า 5.0 3.5 9.0 และ 14.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2564 : 1-2) ค่าเฉลี่ยของความถ่วงจำเพาะ จุดเยือกแข็ง และจำนวนโซมาติกเซลล์ในการศึกษานี้ มีค่าเท่ากับ 1.031±0.003 -0.532±0.061 องศาเซลเซียส และ 117.63±110.72 (×10³ เซลล์/มิลลิลิตร) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานสินค้าเกษตรนํ้านมกระป๋องในประเทศไทย (มกษ. 6007-2564) เช่นกัน แต่มาตรฐานสินค้าเกษตรนํ้านมกระป๋องในประเทศไทย (มกษ. 6007-2564) ยังไม่มีการ กำหนดคุณสมบัติของปริมาณกรดซิทริก และความเข้มข้นของยูเรีย เพื่อเป็นเกณฑ์บ่งชี้คุณภาพของ นํ้านมกระป๋อง

การกระจายข้อมูลของปริมาณกรดไขมันทั้งหมด 37 ชนิด ในนํ้านมกระป๋อง 40 ตัวอย่าง พบว่า กรดไขมันทั้งหมด กรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน

ในน้ำมันกระบือ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6799.74 ± 1977.35 5095.47 ± 1514.09 1636.32 ± 524.23 67.96 ± 24.13 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การกระจายข้อมูลขององค์ประกอบกรดไขมันในน้ำมันกระบือ (มิลลิกรัม/100 กรัม)

กรดไขมัน	n	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนฯ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
C4:0 butyric acid	20	7.45±2.76	3.72	15.27
C6:0 caproic acid	40	50.01±22.99	21.95	126.22
C8:0 caprylic acid	40	73.05±34.67	28.00	185.03
C10:0 capric acid	40	174.09±83.68	69.71	440.63
C11:0 undecylic acid	10	6.62±2.44	3.53	11.11
C12:0 lauric acid	40	242.98±110.25	100.08	574.90
C13:0 tridecylic acid	40	9.50±4.36	3.40	22.36
C14:0 myristic acid	40	987.59±350.14	482.56	2075.08
C15:0 pentadecylic acid	40	128.06±39.34	51.68	218.47
C16:0 palmitic acid	40	2830.55±814.10	1477.75	4836.05
C17:0 margaric acid	40	132.70±39.10	64.67	241.18
C18:0 stearic acid	40	437.96±151.23	205.91	870.64
C20:0 arachidic acid	40	17.39±6.81	8.01	43.30
C21:0 heneicosylic acid	38	6.54±3.15	1.54	18.31
C22:0 behenic acid	40	11.59±5.37	4.73	30.59
C23:0 tricosylic acid	9	9.89±4.02	1.80	16.94
C24:0 lignoceric acid	38	14.80±5.58	4.55	32.18
C14:1 myristoleic acid	40	82.89±43.08	13.67	197.03
C15:1 cis-10- pentadecanoic acid	9	4.31±1.07	2.14	5.89
C16:1 palmitoleic acid	40	281.94±120.38	91.14	556.03
C17:1 cis-10-heptadecenoic acid	40	38.60±12.38	19.15	71.74
C18:1n9t elaidic acid	40	51.75±16.03	29.60	100.14
C18:1n9c oleic acid	40	1181.15±387.49	607.64	2576.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

กรดไขมัน	n	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
C20:1 gadoleic acid	37	15.64±5.06	8.03	25.61
C22:1n9 erucic acid	4	4.56±2.07	1.54	6.19
C24:1 nervonic acid	6	14.26±10.68	1.27	28.37
C18:2n6c linoleic acid	40	56.85±20.34	24.08	112.16
C18:3n3 linolenic acid	25	8.20±3.64	3.40	18.53
C20:2 cis-11,14-eicosadienoic acid	10	14.86±11.97	1.35	36.06
C20:4n6 arachidonic acid	40	11.10±5.35	2.74	23.94
C22:6n3 cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid	18	88.47±39.48	27.21	164.86
SFA ¹	40	5095.47±1514.09	2791.62	8830.61
MUFA ²	40	1636.32±524.23	930.90	3345.43
PUFA ³	40	67.96±24.13	32.34	132.48
TFA ⁴	40	6799.74±1977.35	4057.95	11693.58

¹: กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids)

²: กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acids)

³: กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acids)

⁴: กรดไขมันทั้งหมด (Total fatty acids)

จากการศึกษาครั้งนี้ (ตารางที่ 4.2) พบกรดไขมัน 19 ชนิดในทุกตัวอย่าง พบกรดไขมัน 16 ชนิดในบางตัวอย่าง แต่ไม่พบ α -Linolenic acid (C18:3n6) และ cis-11,14,17-eicosatrienoic acid (C20:3n3) ในน้ำมันกระป๋อง กรดไขมันอิ่มตัวที่มีพบมากที่สุด คือ palmitic acid (C16:0) รองลงมาคือ myristic acid (C14:0) และ stearic acid (C18:0) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2830.55±814.10 987.59±350.14 และ 437.96±151.23 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวที่พบมากที่สุด คือ oleic acid (C18:1n9c) รองลงมาคือ palmitoleic acid (C16:1) และ myristoleic acid (14:1) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1181.15±387.49 281.94±120.38 และ 82.89±43.08 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ที่พบมากที่สุด คือ cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) รองลงมาคือ linoleic acid (C18:2n6c) และ cis-11,14-eicosadienoic acid (C20:2) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.47±39.48 56.85±20.34 และ 14.86±11.97 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ กรดไขมันสายสั้น (C4-C10) ที่พบมากที่สุด คือ capric acid (C10:0) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 174.09±83.68 มิลลิกรัม/100 กรัม กรดไขมันสายกลาง (C11-C16) ที่พบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานนี้ถือเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์และจะดำเนินการฟ้องร้องดำเนินคดีตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

คือ palmitic acid (C16:0) และกรดไขมันสายยาว (C17-24) ที่พบมากที่สุด คือ linoleic acid (C18:2n6c) ข้อมูลมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูง เนื่องจากความแตกต่างของพันธุ์และลักษณะที่พบในกระบือแต่ละตัวที่ใช้ในการศึกษา

น้ำมันกระบือมีปริมาณไขมันสูงทำให้เหมาะสำหรับนำมาทำผลิตภัณฑ์ เช่น ซีสมอสซาเรลลา (mozzarella cheese) และน้ำมันพาสเจอร์ไรส์ โดยปริมาณกรดไขมันในน้ำมันกระบือเป็นสิ่งบ่งชี้คุณภาพของน้ำมัน ผลการศึกษาครั้งนี้ น้ำมันกระบือมีกรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากที่สุด คือ palmitic acid (C16:0) รองลงมาคือ myristic acid (C14:0) และ stearic acid (C18:0) ตามลำดับ และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวที่พบมากที่สุด คือ oleic acid (C18:1n9c) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Sun *et al.* (2014: 391) ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบตัวอย่างของน้ำมันกระบือแม่น้ำพันธุ์มูร่าห์ กระบือแม่น้ำพันธุ์นิริ-ราวี และลูกผสมของกระบือ (Murrah River Buffalo x Guangxi Swamp Buffalo) ในรุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2 จำนวนชนิดละ 18 ตัว ในประเทศจีน จากน้ำมันกระบือที่ศึกษาทั้งหมดพบว่ากรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากในน้ำมัน คือ palmitic acid (C16:0) myristic acid (C14:0) และ stearic acid (C18:0) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.32 ± 2.37 11.24 ± 0.78 และ 10.27 ± 1.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวที่พบมากที่สุด คือ oleic acid (C18:1) มีค่าเฉลี่ย 15.35 ± 1.42 เปอร์เซ็นต์ และสอดคล้องกับการรายงานของ Qureshi *et al.* (2012: 978) ที่ศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันของกระบือพันธุ์นิริ-ราวี ที่มีอายุและระยะการให้น้ำมันแตกต่างกัน พบว่ากรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากที่สุด คือ palmitic acid (C16:0) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.24 ± 2.78 กรัม/100 กรัม รองลงมาคือ myristic acid (C14:0) และ stearic acid (C18:0) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.02 ± 1.68 และ 11.43 ± 2.06 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวที่พบมากที่สุด คือ oleic acid (C18:1) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.41 ± 2.66 กรัม/100 กรัม ส่วนการศึกษาของ Varricchio *et al.* (2007 : 511) ที่ศึกษาน้ำมันกระบือในกระบือพันธุ์ *Bubalus bubalis* ในประเทศอิตาลี จำนวน 4 คู่ที่มีการให้อาหารที่แตกต่างกัน พบว่ากรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันกระบือนั้น stearic acid (C18:0) มีมากกว่า myristic acid (C14:0) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.2 ± 2.4 และ 10.6 ± 1.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้ แต่ palmitic acid (C16:0) ยังคงเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากในน้ำมันของกระบือที่ศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.6 ± 3.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความแตกต่างอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ พันธุ์ ลักษณะของสัตว์แต่ละตัว และระยะให้น้ำมันที่ต่างกัน มีผลต่อปริมาณกรดไขมันในน้ำมัน (Markiewicz-Kęszycka *et al.*, 2013 : 139)

กรดไขมันอิ่มตัวเป็นประเภทของกรดไขมันที่พบมากที่สุดในน้ำกระบือที่ได้ศึกษา รองลงมาคือกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Varricchio, *et al.* (2007 : 509) ที่พบกรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนในน้ำมันกระบือ *Bubalus bubalis* มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.5 27.0 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Sun, *et al.* (2014 : 391-392) ที่พบกรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนในน้ำมันของกระบือที่ศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 76.11 22.48 และ 1.41

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ Çinar, *et al.* (2019 : 114) ซึ่งได้ศึกษาน้ำนมของกระป๋องแม่ น้ำอานาโต เลี้ยงในประเทศตุรกี ที่พบกรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนใน น้ำนมของกระป๋องที่ศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.63 ± 0.7 29.37 ± 0.7 และ 0.2 ± 0.03 กรัม/100 กรัม ไขมัน ตามลำดับ

4.2 ผลการศึกษาด้านกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุในแต่ละกลุ่มพันธุกรรมที่ส่งผลต่อ ลักษณะที่ศึกษา

4.2.1 ผลของการศึกษาปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุที่ส่งผลต่อส่วนประกอบหลัก และส่วนประกอบรองทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และจำนวนโซมาติกเซลล์ของน้ำนม กระป๋อง

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ GLM ของปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุ (ภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรม) ที่ส่งผลต่อส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะกายภาพ และจำนวนโซมาติก เซลล์ของน้ำนมกระป๋องนั้น ในที่นี้จะนำเสนอเฉพาะ ค่า P-value และ R-squares (R^2) ส่วน รายละเอียดของตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงในภาคผนวก ข หน้า 74 พบว่า ปัจจัยด้านกลุ่ม พันธุกรรมส่งผลต่อส่วนประกอบหลักทางเคมีของน้ำนมกระป๋องที่ได้ศึกษาทั้งหมด ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ ของไขมัน โปรตีน และของแข็งทั้งหมด ($P < 0.01$) เปอร์เซ็นต์ของแล็กโทส และของแข็งที่ไม่รวมไขมัน ($P < 0.05$) สำหรับปัจจัยด้านช่วงอายุ (ภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรม) ไม่ส่งผลต่อส่วนประกอบหลักทาง เคมีของน้ำนมกระป๋อง ยกเว้นเปอร์เซ็นต์ไขมัน ($P < 0.01$) และเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด ($P = 0.064$) อย่างไรก็ตาม ค่า R-squares ในลักษณะที่ศึกษามีค่าต่ำ ดังตารางที่ 4.3

ส่วนประกอบรองทางเคมีของน้ำนมกระป๋องที่ศึกษาพบว่าปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมส่งผลต่อ ปริมาณกรดซิตริกและความเข้มข้นของยูเรียในน้ำนม ($P < 0.01$) สำหรับปัจจัยด้านช่วงอายุ (ภายในแต่ละ กลุ่มพันธุกรรม) พบว่า ส่งผลต่อปริมาณกรดซิตริกและความเข้มข้นของยูเรียในน้ำนม ($P < 0.05$) เช่นกัน ทั้งปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุ (ภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรม) ไม่ส่งผลต่อลักษณะ ทางกายภาพที่ศึกษา ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ และจุดเยือกแข็ง รวมทั้งจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนม กระป๋อง ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ค่า P-values และ R² เนื่องจากปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมและอายุของกระป๋องที่มีผลต่อ ส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนม (n=57)

ลักษณะที่ศึกษา	P-values		R ²
	พันธุ์กรรม	อายุ (ภายในกลุ่มพันธุ์กรรม)	
ส่วนประกอบหลักทางเคมี (%)			
ไขมัน	0.0073	0.0060	0.396
โปรตีน	0.0022	0.6855	0.276
แล็กโทส	0.0248	0.1323	0.274
ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน	0.0189	0.4319	0.228
ของแข็งทั้งหมด	0.0027	0.0636	0.355
ส่วนประกอบรองทางเคมี			
กรดซิตริก (%)	0.0008	0.0136	0.440
ยูเรีย (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	0.0010	0.0132	0.367
ลักษณะทางกายภาพ			
ความถ่วงจำเพาะ	0.4056	0.0896	0.191
จุดเยือกแข็ง (°C)	0.0518	0.2948	0.215
คุณภาพด้านชีวภาพ			
โซมาติกเซลล์×10 ³ (เซลล์/มิลลิลิตร)	0.4628	0.6718	0.094

ผลการศึกษาที่พบว่า กลุ่มพันธุ์กรรมมีผลกระทบต่อส่วนประกอบหลักทางเคมีของน้ำนม กระป๋อง ได้แสดงในตารางที่ 4.4 โดยพบว่า กระป๋องปลั๊กมีปริมาณของไขมันในน้ำนมสูงที่สุด (P<0.05) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.10±0.98 เปอร์เซ็นต์ กระป๋องลูกผสม 75% มูร่าห์ และกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.20±0.80 และ 7.90±0.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกระป๋องลูกผสม 50% มูร่าห์ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.52±0.49 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า กระป๋องที่มีเลือดมูร่าห์สูง ปริมาณไขมันในน้ำนมจะลดลง (ตารางที่ 4.4)

สำหรับปริมาณโปรตีนในน้ำนม พบว่า กระป๋องปลั๊กมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.10±0.98 เปอร์เซ็นต์ กระป๋องลูกผสม 75% มูร่าห์ และกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.20±0.80 และ 7.90±0.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกระป๋องลูกผสม 50% มูร่าห์ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.52±0.49 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า กระป๋องที่มีเลือดมูร่าห์สูง ปริมาณโปรตีนในน้ำนมจะลดลง (ตารางที่ 4.4)

5.89±0.37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่ากระป๋องร่ำหัทพ์ันธ์แท้ และกระป๋องลูกผสม 75% ซึ่งปริมาณโปรตีนในน้ำนม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68±0.14 และ 4.17±0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีปริมาณโปรตีนในน้ำนมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.12±0.18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของแข็งในน้ำนมทั้งหมด พบว่ากระป๋องปลัก และกระป๋องลูกผสม 50% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.36±1.27 และ 20.09±0.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากระป๋องร่ำหัทพ์ันธ์แท้ และกระป๋องลูกผสม 75% ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.13±0.50 และ 17.16±1.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับปริมาณแล็กโทส พบว่ากระป๋องร่ำหัทพ์ันธ์แท้ มีปริมาณแล็กโทสในน้ำนมสูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90±0.17 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณแล็กโทสในน้ำนมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกระป๋องลูกผสม 50% และกระป๋องปลัก ที่มีค่าเฉลี่ย 4.65±0.15 และ 4.46±0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกระป๋องลูกผสม 75% ซึ่งมีปริมาณแล็กโทสในน้ำนมต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08±0.24 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณของแข็งในน้ำนมที่ไม่รวมไขมัน พบว่ากระป๋องปลักมีปริมาณของแข็งในน้ำนมที่ไม่รวมไขมันสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.34±0.58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกระป๋องลูกผสม 75% ที่มีปริมาณของแข็งในน้ำนมที่ไม่รวมไขมันต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.05±0.48 เปอร์เซ็นต์

สำหรับปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรม พบว่า ปัจจัยนี้ส่งผลต่อส่วนประกอบรองทางเคมีของน้ำนมกระป๋อง ได้แก่ กรดซิทริก และยูเรีย ($P<0.01$) โดยกระป๋องปลักมีปริมาณกรดซิทริกในน้ำนมกระป๋องสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.20±0.02 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดซิทริกในน้ำนมเท่ากับ 0.17±0.01 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกระป๋องลูกผสม 75% และกระป๋องร่ำหัทพ์ันธ์แท้ ที่มีค่าเฉลี่ยของกรดซิทริกในน้ำนมเท่ากับ 0.13±0.02 และ 0.11±0.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.4 สำหรับความเข้มข้นของยูเรีย พบว่ากระป๋องปลักและกระป๋องลูกผสม 50% มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของยูเรียในน้ำนมกระป๋อง เท่ากับ 33.65±2.58 และ 30.61±1.28 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าความเข้มข้นของยูเรียในน้ำนมของกระป๋องร่ำหัทพ์ันธ์แท้ และกระป๋องลูกผสม 75% ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.05±1.01 และ 24.85±2.10 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของส่วนประกอบทางเคมี
ในน้ำนมจำแนกตามกลุ่มพันธุ์กรรม

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มพันธุ์กรรม			
	มูร่าห์พันธุ์แท้	ลูกผสม 75%	ลูกผสม 50%	กระบือปลัก
	(n=26) LSM±SE	(n=6) LSM±SE	(n=21) LSM±SE	(n=4) LSM±SE
ส่วนประกอบหลักทางเคมี (%)				
ไขมัน ¹	7.90±0.38 ^b	8.20±0.80 ^b	9.52±0.49 ^{ab}	11.10±0.98 ^a
โปรตีน ¹	4.68±0.14 ^{bc}	4.17±0.30 ^c	5.12±0.18 ^{ab}	5.89±0.37 ^a
แล็กโทส ¹	4.90±0.17 ^a	4.08±0.24 ^b	4.65±0.15 ^a	4.46±0.30 ^{ab}
ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน ¹	10.27±0.23 ^a	9.05±0.48 ^b	10.58±0.29 ^a	11.34±0.58 ^a
ของแข็งทั้งหมด ¹	18.13±0.50 ^b	17.16±1.03 ^b	20.09±0.63 ^a	22.36±1.27 ^a
ส่วนประกอบรองทางเคมี				
กรดซิตริก (%) ²	0.11±0.01 ^c	0.13±0.02 ^{bc}	0.17±0.01 ^{ab}	0.20±0.02 ^a
ยูเรีย (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ²	25.05±1.01 ^b	24.85±2.10 ^b	30.61±1.28 ^a	33.65±2.58 ^a

¹: abc อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

²: abc อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ปัจจัยภายใน เช่น สายพันธุ์ พันธุ์กรรม อายุของสัตว์ และปัจจัยภายนอก เช่น ฤดูกาล องค์ประกอบอาหาร มีผลต่อส่วนประกอบของน้ำนมกระบือ (Prasanta *et al.*, 2018 : 340-342) ตามการวิจัยครั้งนี้พบว่า กลุ่มพันธุ์กรรมของกระบือมีผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมกระบือทั้งหมดที่ศึกษา ซึ่งพบข้อสังเกตที่น่าสนใจ คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดของเปอร์เซ็นต์ไขมัน โปรตีน และของแข็งทั้งหมด ในน้ำนมของกระบือปลักจากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีค่าสูงกว่าที่พบในกระบือมูร่าห์พันธุ์แท้ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Chuaychoo *et al.* (2013 : 1312) ที่ศึกษาเปรียบเทียบ น้ำนมกระบือปลัก กระบือแม่น้ำมูร่าห์พันธุ์แท้ และกระบือลูกผสมระหว่างกระบือปลักและกระบือแม่น้ำมูร่าห์พันธุ์แท้ พบว่าเปอร์เซ็นต์ของไขมัน โปรตีน และของแข็งทั้งหมดในน้ำนมของกระบือปลักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.30± 0.46 5.41±0.18 และ 19.30±0.55 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าที่พบในน้ำนมของกระบือพันธุ์มูร่าห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.90±0.18 3.79±0.08 และ 15.44±0.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ยกเว้นแล็กโทสที่พบมีมากในน้ำนมของกระบือมูร่าห์พันธุ์แท้ที่สูงกว่ากระบือปลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83± 0.03 และ 4.61±

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

0.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งรายงานครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับที่ Misra *et al.* (2008 : 297) ได้รายงานไว้ว่ากระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้เป็นสายพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์ของไขมัน โปรตีน และเคซีน ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.53 ± 0.19 4.03 ± 0.05 และ 3.20 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากระป๋องพันธุ์เมฆานา ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.46 ± 0.17 3.87 ± 0.05 และ 3.07 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพันธุ์บาดาวารี ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.43 ± 0.26 3.92 ± 0.07 และ 3.16 ± 0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ของไขมัน ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมดในน้ำนมของกระป๋องปลัก จากงานวิจัยครั้งนี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.10 ± 0.98 11.34 ± 0.58 และ 22.36 ± 1.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าสูงกว่าน้ำนมของกระป๋องปลักที่รัฐอิสลาม ประเทศอินเดีย ตามรายงานของ Zaman *et al.* (2007 : 26) ที่พบว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ของไขมัน ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมดในน้ำนม มีค่าเท่ากับ 8.478 ± 0.067 9.197 ± 0.039 และ 17.675 ± 0.088 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันและของแข็งในน้ำนมทั้งหมดของกระป๋องปลักในงานวิจัยนี้ใกล้เคียงกับการรายงานของ Chantalakhana (1981: 91-110) ที่พบว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันกระป๋องปลักมีค่าในช่วง 8.00 ถึง 10.00 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ของแข็งในน้ำนมทั้งหมดมีค่าในช่วง 18.1 ถึง 21.3 เปอร์เซ็นต์

จากผลการศึกษาที่พบว่าปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมมีผลกระทบต่อลักษณะทางกายภาพของน้ำนมกระป๋อง ได้แก่ จุดเยือกแข็งของน้ำนม หากพิจารณาที่ระดับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P=0.0518$ พบว่า กระป๋องลูกผสม 75% มีค่าเฉลี่ยของจุดเยือกแข็งของน้ำนมเท่ากับ -0.471 ± 0.023 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของจุดเยือกแข็งของน้ำนมของกระป๋องปลัก กระป๋องลูกผสม 50% และกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.538 ± 0.029 -0.538 ± 0.014 และ -0.544 ± 0.011 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของลักษณะทางกายภาพ และจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมจำแนกตามกลุ่มพันธุ์กรรม

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มพันธุ์กรรม			
	มูร่าห์พันธุ์แท้	ลูกผสม 75%	ลูกผสม 50%	กระบือปลัก
	(n=26) LSM±SE	(n=6) LSM±SE	(n=21) LSM±SE	(n=4) LSM±SE
ความถ่วงจำเพาะ	1.031±0.001	1.032±0.001	1.031±0.001	1.034±0.002
จุดเยือกแข็ง (°C)	-0.544±0.011 ^b	-0.471±0.023 ^a	-0.538±0.014 ^b	-0.538±0.029 ^b
โซมาติกเซลล์×10 ³ (เซลล์/มิลลิลิตร)	143.72±22.13	102.33±45.99	102.56±28.06	65.75±56.32

abc : อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.0518)

FAO (1993 : 3) ได้รายงานค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำนมกระบือที่ตรวจวัดที่อุณหภูมิ 15 หรือ 20 องศาเซลเซียส มีค่าปกติอยู่ในช่วง 1.028 ถึง 1.033 กรัม/มิลลิลิตร ค่าความถ่วงจำเพาะขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนและไขมันในน้ำนม ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะกับปริมาณโปรตีนในผลวิจัยนี้มีค่าเท่ากับ $r=0.13$ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะและปริมาณไขมันมีค่าเท่ากับ $r=-0.49$ ซึ่งมีปริมาณไขมันในน้ำนมสูงขึ้นจะส่งผลให้มีความถ่วงจำเพาะต่ำลง หากว่ามีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า 1.01 เป็นสิ่งบ่งชี้ว่ามีการเติมน้ำ เพราะปริมาณของน้ำมากกว่าปริมาณของน้ำในน้ำนมปกติ (FAO, 1993 : 3) ค่าเฉลี่ยของความถ่วงจำเพาะของการศึกษาครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 1.031 ± 0.003 ซึ่งใกล้เคียงกับการรายงานของ Haggag *et al.* (1991 : 55-63) ที่รายงานค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำนมกระบือปกติมีค่าเท่ากับ 1.032 ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ทั้งปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมและช่วงอายุภายในกลุ่มพันธุ์กรรมไม่ส่งผลต่อความถ่วงจำเพาะของน้ำนมกระบือ

สำหรับจุดเยือกแข็งของน้ำมนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณเกลือและแล็กโทสในน้ำนม (FAO, 1993 : 3) ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจุดเยือกแข็งกับแล็กโทส ในการวิจัยนี้มีค่าเท่ากับ $r=0.88$ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่แสดงความสัมพันธ์ในระดับสูงนี้ มีส่วนสนับสนุนว่าปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของแล็กโทส รวมทั้งค่าจุดเยือกแข็งของน้ำนม (P=0.0518) กระบือลูกผสม 75% มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์แล็กโทส เท่ากับ 4.08 ± 0.24 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่ากลุ่มอื่นที่ศึกษาทั้งหมด และมีค่าเฉลี่ยของจุดเยือกแข็ง ซึ่งเท่ากับ -0.471 ± 0.023 องศาเซลเซียส สูงกว่ากลุ่มอื่นเช่นกัน ค่าเฉลี่ยของจุดเยือกแข็งในน้ำนมกระบือที่ศึกษาครั้งนี้มีค่าเท่ากับ -0.532 ± 0.061 องศาเซลเซียส ซึ่งแตกต่างจากที่ Ceniti *et al.* (2016 : 67) ได้รายงานไว้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.545 องศา

เซลเซียส ถึงแม้ว่าจะให้เครื่อง MilkoScan FT+ ในการวิเคราะห์จุดเยือกแข็งของน้ำนมกระบือ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เหมือนกัน ผลที่ได้แตกต่างกันนี้อาจเกิดขึ้นจากหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษานี้ นอกจากนี้ ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนม สายพันธุ์ เช่น การให้อาหาร ช่วงเวลาให้น้ำนม ระยะเวลาให้น้ำนม (Ceniti *et al*, 2016 : 67)

ปริมาณกรดไขมันเป็นเกณฑ์การวัดหนึ่งในการตรวจสอบคุณภาพของน้ำนม โดยเมแทบอลิซึมของกรดไขมันเป็นสารตัวกลางในวัฏจักรกรดไตรคาร์บอกซิลิกที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพลังงานในสิ่งมีชีวิต ไกลโคลิซิส และเมแทบอลิซึมของลิพิด โดย Ducháček *et al.* (2012 : 625) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของกรดไขมันและกรดไขมันในน้ำนม พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์ในช่วง $r=0.66$ ถึง $r=0.74$ ใน 6 สัปดาห์ของระยะการให้น้ำนม และรายงานด้วยว่าปริมาณกรดไขมันเป็นสิ่งบ่งชี้ที่ดีถึงความสมดุลของพลังงานในโค โดยมีปริมาณกรดไขมันสูงในสัตว์ที่มีสุขภาพดีมากกว่าสัตว์ที่เจ็บป่วย (Khaled *et al.*, 1999 as cited in Ducháček *et al.*, 2012 : 618) ผลวิจัยครั้งนี้พบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไขมันและกรดไขมันมีค่าเท่ากับ $r=0.83$ ซึ่งกระบือปลักมีปริมาณไขมันและกรดไขมันในน้ำนมสูงกว่ากระบือมูร่าห์พันธุ์แท้ ซึ่งสามารถที่สรุปได้ว่ากระบือปลักมีสมดุลของพลังงานและสุขภาพที่ดีกว่ามูร่าห์พันธุ์แท้ กระบือลูกผสม 50% และกระบือปลักที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีปริมาณไขมันและกรดไขมันที่สูงกว่ากระบือมูร่าห์พันธุ์แท้ทุกช่วงอายุที่ศึกษา และกระบือลูกผสม 75%

ความเข้มข้นของยูเรียในน้ำนม (milk urea (MU) concentration) หรือยูเรียไนโตรเจนในน้ำนม (milk urea nitrogen : MUN) เป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการจัดการฝูงกระบือนม สามารถนำมาใช้ติดตามประสิทธิภาพของการใช้ประโยชน์ของโปรตีนในอาหารของกระบือนม (Selcuk, 2016 : 569) ยูเรียในน้ำนมเป็นสารที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนในอาหาร โดยเกิดขึ้นจากเมแทบอลิซึมของไนโตรเจนและโปรตีน ผลการศึกษาครั้งนี้พบค่าเฉลี่ยของยูเรียในน้ำนมเท่ากับ 27.05 ± 6.06 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ต่ำกว่าที่รายงานโดย Di Francia *et al.* (2003 : 226) ที่รายงานว่ามีค่าเท่ากับ 40.8 ± 8.8 มิลลิกรัม/เดซิลิตร และค่าสหสัมพันธ์ของยูเรียในน้ำนมเท่ากับ $r=0.43$ ในการศึกษาครั้งนี้ทั้งปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมและช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรมส่งผลต่อความเข้มข้นของยูเรียในน้ำนม สอดคล้องกับ Roy *et al.* (2011: 13) ที่รายงาน ว่า ฤดูกาล เดือน กลุ่มการเลี้ยง ลำดับการให้ในระยะเวลาให้น้ำนม และลักษณะของสัตว์แต่ละตัว ส่งผลต่อความแตกต่างของความเข้มข้นของยูเรียในน้ำนม

จำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมเป็นดัชนีบ่งชี้ที่สำคัญของคุณภาพของน้ำนม โซมาติกเซลล์คือ เซลล์เม็ดเลือดขาวในน้ำนม หรือเยื่อผนังท่อส่งนมหรือถุงพักน้ำนม ที่ลอกหลุดปนในน้ำนมขณะรีด ที่เกิดจากสภาวะการทำลายเชื้อโรคของเม็ดเลือดขาวหรือหลุดลอกของเซลล์ที่ติดเชื้อแบคทีเรีย (Mills, 2020 : website) จากข้อมูลน้ำนมที่เก็บรวบรวมมา มีจำนวนกระบือ 1 ตัว คือ กระบือมูร่าห์พันธุ์แท้ ที่มีจำนวนโซมาติกเซลล์ เท่ากับ 548×10^3 เซลล์/มิลลิลิตร และมีกระบืออีก 2 ตัว ได้แก่ กระบือมูร่าห์พันธุ์แท้ และกระบือปลัก ที่มีจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนม เท่ากับ 477×10^3 เซลล์/

มิลลิลิตร และ 415×10^3 เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ กระบือโดยส่วนใหญ่ (กระบือ 32 ตัว) มีจำนวนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โชมาทิกเซลล์ในน้ำนม น้อยกว่า 100×10^3 เซลล์/มิลลิลิตร ขณะที่กระป๋องจำนวน 22 ตัว มีจำนวนโชมาทิกเซลล์ ระหว่าง 100 ถึง 299×10^3 เซลล์/มิลลิลิตร จำนวนโชมาทิกเซลล์ในน้ำนมกระป๋องที่ได้ศึกษาในครั้งนี้จึงแตกต่างกันมาก ดังนั้นปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุภายในกลุ่มพันธุกรรมจึงไม่ส่งผลต่อจำนวนโชมาทิกเซลล์ในน้ำนมกระป๋องที่ศึกษาในครั้งนี้ เป็นที่น่าสนใจว่า ตัวอย่างน้ำนมที่เก็บนั้น ได้มาจากกระป๋องที่ได้รับการตรวจไม่พบเต้านมอักเสบทุกตัวอย่าง ในมาตรฐานสินค้าเกษตรน้ำนมกระป๋อง ได้กำหนดจำนวนโชมาทิกเซลล์ควรน้อยกว่า 400,000 เซลล์/มิลลิลิตร สาเหตุที่มีจำนวนโชมาทิกเซลล์เกิดขึ้นจำนวนมากภายใต้สภาวะที่ไม่พบการติดเชื้อที่ก่อให้เกิดเต้านมอักเสบนั้น อาจเกิดจากกระบวนการทางสรีรวิทยาในตัวสัตว์ในภาวะเป็นสัด หรือเกิดการพัฒนาของเซลล์ในระยะการให้น้ำนม (Raynal-Ljutovac *et al.*, 2007 : 126) นอกจากนี้ จำนวนโชมาทิกเซลล์ยังใช้ในการควบคุมสุลักษณะของน้ำนม และการตกตะกอนจับเป็นก้อนของน้ำนมที่เสื่อมลงเมื่อโชมาทิกเซลล์มีจำนวนเพิ่มขึ้น หากจำนวนโชมาทิกเซลล์มีมากเกินไปมาตรฐานที่กำหนด น้ำนมดังกล่าวจะมีคุณภาพต่ำส่งผลให้เกษตรกรถูกหักเงินในส่วนนี้ (หากมีการจำหน่ายน้ำนมให้กับผู้รับซื้อ)

จากผลการศึกษาที่พบว่าปัจจัยด้านช่วงอายุ (ภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรม) ไม่ส่งผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมกระป๋อง ยกเว้นเปอร์เซ็นต์ของไขมัน ($P < 0.01$) และเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดในน้ำนม ($P = 0.064$) โดยพบว่า ปริมาณไขมันในน้ำนมของกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี และกระป๋องปลักที่มีอายุมากกว่า 9 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.87 ± 0.69 และ 11.10 ± 0.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีปริมาณไขมันในน้ำนมสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.6) สำหรับปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม พบว่า กระป๋องปลักที่มีอายุมากกว่า 9 ปี และกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีค่าเฉลี่ยของแข็งในน้ำนมทั้งหมดเท่ากับ 22.36 ± 1.27 และ 22.23 ± 0.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มว่าสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ ($P = 0.064$) ยกเว้น กระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.33 ± 1.46 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของส่วนประกอบหลักทางเคมีในน้ำนมจําแนกตามช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรม

อายุ (ปี)	พันธุ์กรรม	n	ไขมัน(%)	โปรตีน(%)	แล็กโทส(%)	ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน(%)	ของแข็งทั้งหมด (%)
			LSM \pm SE ¹	LSM \pm SE	LSM \pm SE	LSM \pm SE	LSM \pm SE ²
<7	100%M	8	8.04 \pm 0.69 ^c	4.48 \pm 0.26	4.52 \pm 0.21	9.72 \pm 0.41	17.73 \pm 0.90 ^b
7-9	100%M	9	7.95 \pm 0.65 ^c	4.95 \pm 0.24	5.13 \pm 0.20	10.74 \pm 0.39	18.67 \pm 0.84 ^b
>9	100%M	9	7.72 \pm 0.66 ^c	4.62 \pm 0.24	5.04 \pm 0.20	10.35 \pm 0.39	17.99 \pm 0.84 ^b
<7	75%M	6	8.20 \pm 0.80 ^c	4.17 \pm 0.30	4.08 \pm 0.24	9.05 \pm 0.48	17.16 \pm 1.03 ^b
<7	50%M	3	8.42 \pm 1.13 ^{bc}	5.27 \pm 0.43	4.88 \pm 0.34	10.91 \pm 0.68	19.33 \pm 1.46 ^{ab}
7-9	50%M	10	8.28 \pm 0.62 ^c	4.98 \pm 0.23	4.71 \pm 0.19	10.51 \pm 0.38	18.72 \pm 0.80 ^b
>9	50%M	8	11.87 \pm 0.69 ^a	5.10 \pm 0.26	4.37 \pm 0.21	10.31 \pm 0.41	22.23 \pm 0.90 ^a
>9	Swamp	4	11.10 \pm 0.98 ^{ab}	5.89 \pm 0.37	4.46 \pm 0.30	11.34 \pm 0.58	22.36 \pm 1.27 ^a

/1 : abc อักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

/2 : abc อักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.063)

กลุ่มพันธุ์กรรม : 100%M คือ กระบือมูราห์พันธุ์แท้

75%M คือ กระบือลูกผสม 75% มูราห์

50%M คือ กระบือลูกผสม 50% มูราห์

Swamp คือ กระบือปลัก

สำหรับการศึกษาศึกษาปัจจัยด้านช่วงอายุภายในกลุ่มพันธุ์กรรม โดยกระบือที่มีการรีดน้ำนมจะเป็นกระบือที่มีอายุมากกว่า 4 ปี ซึ่งเป็นการให้น้ำนมครั้งแรกของกระบือ จากรายงานของ Sundaram และ Harharan (2013 : 21-23) พบว่า ลำดับของครั้งที่ให้น้ำนมส่งผลอย่างมากต่อปริมาณเปอร์เซ็นต์ของไขมัน โปรตีน และของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (P<0.01) ซึ่งตรงกันข้ามกับการผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบปัจจัยด้านช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรมมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของไขมันในน้ำนมเท่านั้น (P<0.01) โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติของกลุ่มกระบือที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี ระหว่าง 7-9 ปี และมากกว่า 9 ปี ทั้งภายในกลุ่มกระบือมูราห์พันธุ์แท้และกระบือลูกผสม 50% สำหรับเปอร์เซ็นต์ของไขมันในน้ำนมพบว่า ทั้งกระบือลูกผสม 50% และกระบือปลักที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีเปอร์เซ็นต์ของไขมันในน้ำนมสูงที่สุด การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนินสา ศิริวงศ์ (2562 : 43) ที่รายงานว่าการศึกษาด้านพันธุ์กรรมและอายุไม่มีอิทธิพลต่อส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมโดยส่วนใหญ่ (P>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

0.05) ยกเว้น เปอร์เซนต์โปรตีนหยาบพบว่า พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อลักษณะนี้ ($P < 0.05$) โดยน้ำหนักของกระป๋องลูกผสมสายพันธุ์มูราห์มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์โปรตีนหยาบสูงกว่าน้ำหนักจากกระป๋องพันธุ์มูราห์ (4.37 ± 0.28 และ 3.28 ± 0.22 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ)

ปัจจัยด้านช่วงอายุ (ภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรม) ส่งผลต่อส่วนประกอบรองทางเคมีในน้ำหนักกระป๋อง ทั้งเปอร์เซนต์ของกรดซิตริกและความเข้มข้นของยูเรียในน้ำหนัก ($P < 0.05$) โดยพบว่ากระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีปริมาณกรดซิตริกในน้ำหนักสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.22 ± 0.02 เปอร์เซนต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกระป๋องปลักที่มีอายุมากกว่า 9 ปี ที่มีค่าเฉลี่ยของกรดซิตริกในน้ำหนัก เท่ากับ 0.20 ± 0.02 เปอร์เซนต์ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จากกลุ่มอื่น ดังตารางที่ 4.7 โดยพบปริมาณของกรดซิตริกต่ำในน้ำหนักของกระป๋องมูราห์พันธุ์แท้ทุกช่วงอายุที่ศึกษา ได้แก่ น้อยกว่า 7 ปี ระหว่าง 7-9 ปี และมากกว่า 9 ปี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.12 ± 0.02 0.11 ± 0.02 0.11 ± 0.02 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และกระป๋องลูกผสม 75% ที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.13 ± 0.02 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 4.7) สำหรับความเข้มข้นของยูเรียในน้ำหนัก พบว่ากระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 35.93 ± 2.98 มิลลิกรัม/เดซิลิตร แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกระป๋องปลักที่มีอายุมากกว่า 9 ปี และกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.65 ± 2.58 และ 29.84 ± 1.82 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ กระป๋องมูราห์พันธุ์แท้ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีความเข้มข้นของยูเรียในน้ำหนักต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.22 ± 1.72 มิลลิกรัม/เดซิลิตร แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกระป๋องมูราห์พันธุ์แท้ที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี และกระป๋องลูกผสม 75% ที่อายุน้อยกว่า 7 ปี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.18 ± 1.82 และ 24.85 ± 2.10 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของส่วนประกอบรองทางเคมีในน้ำนมจำแนกตามช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรม

อายุ (ปี)	พันธุ์กรรม	จำนวน	กรดซิทริก (%)	
			LSM±SE	ยูเรีย (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) LSM±SE
<7	100%M	8	0.12±0.02 ^c	25.18±1.82 ^{cd}
7-9	100%M	9	0.11±0.02 ^c	27.76±1.72 ^{bc}
>9	100%M	9	0.11±0.02 ^c	22.22±1.72 ^d
<7	75%M	6	0.13±0.02 ^c	24.85±2.10 ^d
<7	50%M	3	0.13±0.03 ^{bc}	35.93±2.98 ^a
7-9	50%M	10	0.14±0.02 ^{bc}	26.05±1.63 ^{cd}
>9	50%M	8	0.22±0.02 ^a	29.84±1.82 ^{abc}
>9	Swamp	4	0.20±0.02 ^{ab}	33.65±2.58 ^{ab}

abc : อักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

กลุ่มพันธุ์กรรม : 100%M คือ กระบือมูร่าห์พันธุ์แท้

75%M คือ กระบือลูกผสม 75%

50%M คือ กระบือลูกผสม 50%

Swamp คือ กระบือปลัก

สำหรับปัจจัยด้านช่วงอายุ(ภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรม) พบว่าไม่ส่งผลต่อลักษณะกายภาพที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ และจุดเยือกแข็ง รวมทั้งจำนวนโซมาติกเซลล์ ($P > 0.05$) ทั้งในกลุ่มกระบือมูร่าห์พันธุ์แท้ กระบือลูกผสม 75% กระบือลูกผสม 50% และกระบือปลัก ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของลักษณะทางกายภาพ และจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมจำแนกตามช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรม

อายุ (ปี)	พันธุ์กรรม	จำนวน	ความถ่วงจำเพาะ	จุดเยือกแข็ง (°C)	โซมาติกเซลล์ $\times 10^3$
			LSM \pm SE	LSM \pm SE	LSM \pm SE
<7	100%M	8	1.030 \pm 0.001	-0.518 \pm 0.020	165.50 \pm 39.83
7-9	100%M	9	1.032 \pm 0.001	-0.567 \pm 0.019	143.89 \pm 37.55
>9	100%M	9	1.031 \pm 0.001	-0.549 \pm 0.023	121.78 \pm 37.55
<7	75%M	6	1.032 \pm 0.001	-0.471 \pm 0.023	102.33 \pm 45.99
<7	50%M	3	1.032 \pm 0.002	-0.561 \pm 0.033	97.67 \pm 65.04
7-9	50%M	10	1.033 \pm 0.001	-0.539 \pm 0.018	70.00 \pm 35.62
>9	50%M	8	1.029 \pm 0.001	-0.512 \pm 0.020	140.00 \pm 39.83
>9	Swamp	4	1.034 \pm 0.002	-0.538 \pm 0.029	65.75 \pm 56.32

กลุ่มพันธุ์กรรม : 100%M คือ กระบือมูร่าห์พันธุ์แท้

75%M คือ กระบือลูกผสม 75%

50%M คือ กระบือลูกผสม 50%

Swamp คือ กระบือปลัก

4.2.2 ผลของการศึกษาปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมและช่วงอายุที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมกระบือ

ผลของการศึกษาปัจจัยด้านพันธุ์กรรมและอายุที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมกระบือนั้น รายละเอียดของตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้ GLM นั้น แสดงในภาคผนวก ค หน้า 82 ในที่นี้จะนำเสนอเฉพาะ ค่า P-value และ R-squares (R^2) และเนื่องจากผลการวิเคราะห์พบว่ากรดไขมันหลายชนิดมีค่า P-value อยู่ที่ 0.05 ดังนั้น จึงนำเสนอค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดย $P \leq 0.05$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ตั้งแสดงดังตารางที่ 4.9 โดยข้อมูลของกรดไขมันจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ erucic acid (C22:1n9) linolelaidic acid (C18:2n6t) γ -linolenic acid (C18:3n6) cis-8,11,14-eicosatrienoic acid (C20:3n6) cis-11,14,17-eicosatrienoic acid (C20:3n3) cis-13,16-docosadienoic acid (C22:2) และ cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoic acid (C20:5n3) ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ด้วย ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนม จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ caproic acid (C6:0) caprylic acid (C8:0) capric acid (C10:0) lauric acid (C12:0) myristic acid (C14:0) palmitic acid (C16:0)

elaidic acid (C18:1n9t) behenic acid (C22:0) และ cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) ($P \leq 0.05$) ส่วนปัจจัยด้านช่วงอายุ(ภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรม) พบว่า ส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมัน จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ caproic acid (C6:0) caprylic acid (C8:0) capric acid (C10:0) lauric acid (C12:0) myristic acid (C14:0) palmitic acid (C16:0) และ cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) ($P \leq 0.05$) โดย R-squares (R^2) ของลักษณะที่ศึกษามีค่าต่ำ ยกเว้น cis-10-pentadecenoic acid (C15:1) nervonic acid (C24:1) cis-11,14-eicosadienoic acid (C20:2) และ cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) ที่มีค่า R-squares (R^2) สูง ($R^2 > 0.70$) ทั้งปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรม พบว่าส่งผลต่อประเภทของกรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง ได้แก่ กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำมัน ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 ค่า P-values และ R^2 เนื่องจากปัจจัยด้านพันธุกรรมและอายุของกระป๋องที่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันของน้ำมันกระป๋อง

กรดไขมัน	n	P-values		R^2
		กลุ่มพันธุกรรม	ช่วงอายุในแต่ละกลุ่มพันธุกรรม	
C4:0	20	0.0645	0.5551	0.402
C6:0	40	0.0153	0.0086	0.398
C8:0	40	0.0105	0.0269	0.368
C10:0	40	0.0070	0.0549	0.358
C11:0	10	0.4846	0.3044	0.649
C12:0	40	0.0081	0.0492	0.357
C13:0	40	0.0684	0.0942	0.268
C14:0	40	0.0035	0.0205	0.402
C15:0	40	0.3249	0.3065	0.162
C16:0	40	0.0120	0.0182	0.369
C17:0	40	0.5856	0.6364	0.096
C18:0	40	0.2566	0.5015	0.152
C20:0	40	0.1199	0.7557	0.165
C21:0	38	0.2988	0.0666	0.260
C22:0	40	0.0455	0.4026	0.238
C23:0	9	0.8439	0.3551	0.619

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอนไซม์ที่ผลิตในเอกสารนี้คือผลิตภัณฑ์ที่คิดค้นขึ้นโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาชีวเคมีของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ
 กระทรวงพาณิชย์

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

กรดไขมัน	n	P-values		R ²
		กลุ่มพันธกรรม	ช่วงอายุในแต่ละกลุ่มพันธกรรม	
C24:0	38	0.4034	0.5149	0.129
C14:1	40	0.1353	0.2960	0.189
C15:1	9	0.7688	0.0653	0.749
C16:1	40	0.2043	0.1910	0.202
C17:1	40	0.8993	0.5010	0.095
C18:1n9t	40	0.0246	0.0971	0.297
C18:1n9c	40	0.6049	0.4618	0.113
C20:1	37	0.8371	0.7256	0.071
C24:1	6	0.3070	0.5673	0.929
C18:2n6c	40	0.7481	0.1055	0.206
C18:3n3	25	0.5429	0.1705	0.336
C20:2	10	0.7456	0.0916	0.792
C20:4n6	40	0.4397	0.6690	0.118
C22:6n3	18	0.0057	0.0214	0.731
Fatty acid types				
SFA ¹	40	0.0101	0.0199	0.372
MUFA ²	40	0.4429	0.3113	0.146
PUFA ³	40	0.7605	0.1509	0.189
TFA ⁴	40	0.0304	0.0376	0.323

¹ : กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids)

² : กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acids)

³ : กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acids)

⁴ : กรดไขมันทั้งหมด (Total fatty acids)

ผลการศึกษาที่พบว่าปัจจัยด้านกลุ่มพันธกรรมส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง พบว่ากระป๋องลูกผสม 50% มีปริมาณของกรดไขมัน จำนวน 7 ชนิดสูงสุด ได้แก่ caproic acid (C6:0) caprylic acid (C8:0) capric acid (C10:0) lauric acid (C12:0) myristic acid (C14:0) palmitic acid (C16:0) และ elaidic acid (C18:1n9t) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.35±5.11 95.04±7.90

230.07±19.21 315.60±25.33 1230.70±77.54 3337.42±185.28 และ 61.26±3.85 มิลลิกรัม/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

100 กรัม ตามลำดับ โดยมีปริมาณกรดไขมันเหล่านี้ในน้ำมันสูงกว่ากลุ่มอื่น (กระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ และกระป๋องลูกผสม 75%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นกรดไขมันในน้ำมันกระป๋องลูกผสม 75% จำนวน 2 ชนิด คือ lauric acid (C12:0) และ myristic acid (C14:0) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 218.80 ± 48.05 และ 901.60 ± 147.12 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.10 และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณกรดไขมันทั้ง 7 ชนิดนี้ ระหว่างน้ำมันของกระป๋องลูกผสม 75% และกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ น้ำมันของกระป๋องลูกผสม 75% พบว่ามีปริมาณ behenic acid (C22:0) สูงที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.68 ± 2.55 มิลลิกรัม/100 กรัม แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) กับน้ำมันของกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.95 ± 1.34 มิลลิกรัม/100 กรัม พบปริมาณกรดไขมัน cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) ในน้ำมันของกระป๋องลูกผสม 50% สูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 113.71 ± 8.62 มิลลิกรัม/100 กรัม โดยสูงกว่าน้ำมันของกระป๋องลูกผสม 75% ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.26 ± 12.72 มิลลิกรัม/100 กรัม ($P \leq 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่าง กับน้ำมันของกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.53 ± 13.41 มิลลิกรัม/100 กรัม (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานขององค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันกระป๋องจำแนกตามกลุ่มพันธุ์กรรม

กรดไขมัน	กลุ่มพันธุ์กรรม		
	มูร่าห์พันธุ์แท้	ลูกผสม 75%	ลูกผสม 50%
	LSM±SE	LSM±SE	LSM±SE
C6:0	43.91±4.42 ^b	40.79±9.70 ^b	63.35±5.11 ^a
C8:0	63.31±6.83 ^b	59.03±14.98 ^b	95.04±7.90 ^a
C10:0	146.09±16.62 ^b	152.20±36.46 ^b	230.07±19.21 ^a
C11:0	6.66±1.33	4.54±1.54	6.91±1.02
C12:0	205.84±21.91 ^b	218.80±48.05 ^{ab}	315.60±25.33 ^a
C14:0	861.68±67.09 ^b	901.60±147.12 ^{ab}	1230.70±77.54 ^a
C15:0	120.22±8.93	138.51±19.58	140.01±10.32
C16:0	2608.48±160.31 ^b	2497.40±351.55 ^b	3337.42±185.28 ^a
C17:0	128.63±9.21	150.06±20.20	137.68±10.65
C18:0	409.56±34.52	531.42±75.69	472.74±39.89
C20:0	16.39±1.54	24.29±3.38	17.52±1.78
C21:0	6.12±0.68	7.49±1.48	7.76±0.84

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

กรดไขมัน	กลุ่มพันธุ์กรรม		
	มูร่าห์พันธุ์แท้ LSM±SE	ลูกผสม 75% LSM±SE	ลูกผสม 50% LSM±SE
C22:0	10.00±1.16 ^b	16.68±2.55 ^a	12.95±1.34 ^{ab}
C23:0	9.68±2.13	10.57±2.86	11.64±2.48
C24:0	13.79±1.30	17.54±2.85	15.76±1.62
C14:1	77.66±9.62	59.53±21.09	101.52±11.11
C15:1	4.10±0.29	4.30±0.76	4.70±0.76
C16:1	273.04±26.65	215.63±58.45	325.59±30.81
C17:1	38.37±2.92	39.90±6.40	40.38±3.37
C18:1n9t	46.97±3.33 ^b	47.95±7.30 ^b	61.26±3.85 ^a
C18:1n9c	1140.66±90.47	1230.52±198.40	1278.89±104.56
C20:1	15.60±1.28	15.51±2.67	16.72±1.52
C24:1	7.51±4.52	2.45±6.38	22.12±3.91
C18:2n6c	56.16±4.49	61.18±9.85	61.05±5.19
C18:3n3	8.26±0.97	11.13±2.42	8.31±1.19
C20:2	18.57±5.02	25.00±8.19	17.78±4.10
C20:4n6	11.05±1.24	14.46±2.73	10.49±1.44
C22:6n3	88.53±13.41 ^{ab}	50.26±12.72 ^b	113.71±8.62 ^a

abc : อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.10 พบว่าปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันกระป๋องทั้งหมด 9 ชนิด ได้แก่ caproic acid (C6:0) caprylic acid (C8:0) capric acid (C10:0) lauric acid (C12:0) myristic acid (C14:0) palmitic acid (C16:0) elaidic acid (C18:1n9t) behenic acid (C22:0) และ cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) ($P \leq 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของกรดไขมันเหล่านี้ส่วนใหญ่ในน้ำมันของกระป๋องลูกผสม 50% สูงกว่ามูร่าห์พันธุ์แท้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้น behenic acid (C22:0) และ cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) ที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

ผลการศึกษพบว่าปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมส่งผลต่อปริมาณของประเภทกรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.11 โดยพบว่ากระป๋องลูกผสม 50% มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำมันสูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6064.76 ± 343.59 และ 7943.93 ± 466.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ โดยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำมันของกระบือมูราห์พันธุ์แท้ ซึ่งเท่ากับ 4622.44 ± 297.27 และ 6266.36 ± 403.36 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ($P \leq 0.05$) สำหรับน้ำมันของกระบือลูกผสม 75% ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำมัน เท่ากับ 4739.90 ± 651.92 และ 6409.06 ± 884.55 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำมันของทั้งกระบือลูกผสม 50% และกระบือมูราห์พันธุ์แท้ (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของประเภทของกรดไขมันในน้ำมันกระบือจำแนกตามกลุ่มพันธุ์กรรม

ประเภทของ กรดไขมัน	กลุ่มพันธุ์กรรม		
	มูราห์พันธุ์แท้ LSM±SE	ลูกผสม 75% LSM±SE	ลูกผสม 50% LSM±SE
SFA ¹	4622.44 ± 297.27^b	4739.90 ± 651.92^{ab}	6064.76 ± 343.59^a
MUFA ²	1576.70 ± 120.10	1593.53 ± 263.38	1807.64 ± 138.81
PUFA ³	67.22 ± 5.38	75.64 ± 11.81	71.54 ± 6.22
TFA ⁴	6266.36 ± 403.36^b	6409.06 ± 884.55^{ab}	7943.93 ± 466.20^a

abc : อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

¹ : กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids)

² : กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acids)

³ : กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acids)

⁴ : กรดไขมันทั้งหมด (Total fatty acids)

เนื่องจากกรดไขมัน 7 ชนิด จากกรดไขมัน 9 ชนิดในน้ำมันที่พบความแตกต่างในกลุ่มพันธุ์กรรมของกระบือเป็นกรดไขมันอิ่มตัว ปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมจึงส่งผลกระทบต่อประเภทของกรดไขมันในน้ำมัน ได้แก่ กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันทั้งหมด ($P \leq 0.05$) โดยกระบือลูกผสม 50% มีปริมาณของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำมันสูงกว่ากระบือมูราห์พันธุ์แท้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) งานวิจัยครั้งนี้ ปัจจัยด้านกลุ่มพันธุ์กรรมไม่ส่งผลกระทบต่อประเภทของกรดไขมัน ได้แก่ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ($P > 0.05$) ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Sun, et al. (2014 : 391-392) ที่พบว่าลูกผสมของกระบือ (Murrah River Buffalo x Guangxi Swamp Buffalo) ในรุ่นที่ 1 มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนในน้ำมัน สูงกว่ากระบือมูราห์พันธุ์แท้ และกระบือนิริ-ราวีพันธุ์แท้ ($P < 0.05$) ลูกผสมของกระบือ (Murrah River Buffalo x Guangxi Swamp Buffalo) ในรุ่นที่ 2 ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว

เชิงเดี่ยว สูงกว่ากระบือมูร่าห์พันธุ์แท้ และกระบือนิรี-ราวีพันธุ์แท้ ($P < 0.05$) เช่นกัน และลูกผสม
 กระบือทั้งสองรุ่นมีกรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันน้อยกว่ากระบือพันธุ์แท้ทั้งสองพันธุ์ ($P < 0.05$)

ผลการศึกษาปัจจัยด้านช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรมที่ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของ
 กรดไขมันในน้ำมันกระบือ แสดงไว้ในตารางที่ 4.12 พบว่า น้ำมันของกระบือลูกผสม 50% ที่มีอายุ
 มากกว่า 9 ปี มีปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันสูงที่สุด ได้แก่ caproic acid (C6:0) caprylic acid
 (C8:0) capric acid (C10:0) lauric acid (C12:0) myristic acid (C14:0) และ palmitic acid
 (C16:0) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 90.36 ± 9.70 130.08 ± 14.98 306.90 ± 36.46 414.36 ± 48.05
 1570.46 ± 147.12 และ 4005.29 ± 351.55 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ โดยสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นน้ำมันของกระบือลูกผสม 50% ที่อายุน้อยกว่า 7 ปี ที่ไม่พบว่ามี
 ความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของกรดไขมัน ได้แก่ caprylic acid (C8:0) capric
 acid (C10:0) lauric acid (C12:0) myristic acid (C14:0) และ palmitic acid (C16:0) เท่ากับ
 88.61 ± 14.98 217.41 ± 36.46 302.25 ± 48.05 1189.72 ± 147.12 และ 3443.78 ± 351.55 มิลลิกรัม/
 100 กรัม ตามลำดับ พบว่าน้ำมันของกระบือลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีปริมาณกรดไขมัน
 cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) สูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ
 163.56 ± 17.99 มิลลิกรัม/100 กรัม โดยสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้น
 น้ำมันของกระบือมูร่าห์พันธุ์แท้ที่มีอายุน้อย 7 ปี และมากกว่า 9 ปี ที่พบว่ามีปริมาณของ cis-
 4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดย
 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.54 ± 25.44 และ 106.52 ± 17.99 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานขององค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันจําแนกตามช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรม

อายุ (ปี)	พันธุ์กรรม	C6:0 LSM±SE	C8:0 LSM±SE	C10:0 LSM±SE	C12:0 LSM±SE	C14:0 LSM±SE	C16:0 LSM±SE	C22:6n3 LSM±SE
<7	100%M	36.34±8.67 ^b	56.64±13.40 ^b	138.68±32.61 ^b	190.11±42.98 ^b	780.93±131.59 ^c	2297.34±314.43 ^c	99.54±25.44 ^{abc}
7-9	100%M	48.66±6.86 ^b	63.62±10.59 ^b	139.79±25.78 ^b	193.58±33.98 ^b	867.26±104.03 ^{bc}	2747.11±248.58 ^{bc}	59.53±25.44 ^{bc}
>9	100%M	46.74±7.33 ^b	69.67±11.33 ^b	159.79±27.56 ^b	233.84±36.32 ^b	936.87±111.21 ^{bc}	2780.98±265.74 ^{bc}	106.52±17.99 ^{ab}
<7	75%M	40.79±9.70 ^b	59.03±14.98 ^b	152.20±36.46 ^b	218.80±48.05 ^b	901.60±147.12 ^{bc}	2497.40±351.54 ^{bc}	50.26±12.72 ^c
<7	50%M	54.92±9.70 ^b	88.61±14.98 ^{ab}	217.41±36.46 ^{ab}	302.25±48.05 ^{ab}	1189.72±147.12 ^{ab}	3443.78±351.55 ^{ab}	97.86±14.69 ^{bc}
7-9	50%M	44.75±6.86 ^b	66.43±10.59 ^b	165.90±25.78 ^b	230.18±33.98 ^b	931.92±104.03 ^{bc}	2563.21±248.58 ^{bc}	79.72±11.37 ^{bc}
>9	50%M	90.36±9.70 ^a	130.08±14.98 ^a	306.90±36.46 ^a	414.36±48.05 ^a	1570.46±147.12 ^a	4005.29±351.55 ^a	163.56±17.99 ^a

^{abc} : อักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

กลุ่มพันธุ์กรรม : 100%M คือ กระจับปือมูร่าห์พันธุ์แท้

75%M คือ กระจับปือลูกผสม 75%

50%M คือ กระจับปือลูกผสม 50%

Swamp คือ กระจับปือปลัก

จากตารางที่ 4.12 ผลการศึกษาปัจจัยด้านช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรมมีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมัน จำนวน 7 ตัว ได้แก่ caproic acid (C6:0) caprylic acid (C8:0) capric acid (C10:0) lauric acid (C12:0) myristic acid (C14:0) palmitic acid (C16:0) และ cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าน้ำมันของกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีปริมาณกรดไขมันเหล่านี้สูงกว่ากลุ่มอื่น โดยเฉพาะ caproic acid (C6:0) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 90.36 ± 9.70 มิลลิกรัม/100 กรัม โดยมีกรดไขมันชนิดนี้สูงกว่าอื่นทั้งหมดที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในกลุ่มกระป๋องลูกผสม 50% พบว่าน้ำมันกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี และน้อยกว่า 7 ปี ไม่พบว่าแตกต่างของปริมาณ caprylic acid (C8:0) capric acid (C10:0) lauric acid (C12:0) myristic acid (C14:0) และ palmitic acid (C16:0) ในน้ำมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สำหรับ cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) หรือ DHA นั้นพบมากที่สุดใต้น้ำมันของกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 163.56 ± 17.99 มิลลิกรัม/100 กรัม และพบน้อยที่สุดในน้ำมันของกระป๋องลูกผสม 75% ที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.26 ± 12.72 มิลลิกรัม/100 กรัม ในกลุ่มของกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ทุกช่วงอายุที่ศึกษาไม่พบความแตกต่างของปริมาณ cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) หรือ DHA ในน้ำมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) DHA เป็นกรดไขมันโอเมก้า-3 ซึ่งเป็นส่วนประกอบของของเซลล์สมองและส่วนประกอบหลักของเซลล์จอประสาทตา (Guesne และ Alessandri, 2011 : 7-12) จากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง ไม่ได้รายงานว่าพบ cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) หรือ DHA ในน้ำมันกระป๋อง (Qureshi *et al.*, 2012 : 982; Sun *et al.*, 2014 : 391; Çinar *et al.*, 2019 : 114)

ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรมส่งผลต่อปริมาณของประเภทของกรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง ได้แก่ กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำมัน ดังตารางที่ 4.13 โดยพบว่า น้ำมันของกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำมันสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7443.35 ± 651.92 และ 9690.39 ± 884.55 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ โดยสูงกว่ากลุ่มอื่นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นน้ำมันของกระป๋องลูกผสม 50% ที่อายุน้อยกว่า 7 ปี ที่พบว่าค่าเฉลี่ยของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำมัน ซึ่งเท่ากับ 6083.11 ± 651.92 และ 7969.66 ± 884.55 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับน้ำมันของลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันของกระป๋องที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี พบว่ากระป๋องลูกผสม 50% มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และผลการเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันทั้งหมดในน้ำมันของกลุ่มกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ทุกช่วงอายุ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอนไซม์สังเคราะห์ในเอกสารนี้คือสิ่งที่ใช้ควบคุมให้สัตว์ใช้พลังงานที่ตกค้างและเสียพลังงานซึ่งถึงต้นของต่อที่กล่าวถึงที่พิมพ์นี้พิมพ์ใช้

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุดและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของประเภทของกรดไขมันในน้ำนมจำแนกตามช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุ์กรรม

อายุ (ปี)	พันธุ์กรรม	SFA ¹	MUFA ²	PUFA ³	TFA ⁴
		LSM±SE	LSM±SE	LSM±SE	LSM±SE
<7	100%Murrah	4188.48±583.09 ^c	1557.29±235.57	69.27±10.56	5815.04±791.17 ^b
7-9	100%Murrah	4716.51±460.98 ^{bc}	1590.49±186.24	68.94±8.35	6375.94±625.47 ^b
>9	100%Murrah	4962.33±492.80 ^{bc}	1582.31±199.09	63.44±8.93	6608.08±668.66 ^b
<7	75%Murrah	4739.90±651.92 ^{bc}	1593.53±263.38	75.64±11.81	6409.06±884.55 ^b
<7	50%Murrah	6083.11±651.92 ^{ab}	1817.62±263.38	68.94±11.81	7969.66±884.55 ^{ab}
7-9	50%Murrah	4667.81±460.98 ^{bc}	1450.15±186.24	53.79±8.35	6171.75±625.47 ^b
>9	50%Murrah	7443.35±651.92 ^a	2155.14±263.38	91.90±11.81	9690.39±884.55 ^a

abc : อักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

¹ : กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids)

² : กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acids)

³ : กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acids)

⁴ : กรดไขมันทั้งหมด (Total fatty acids)

กลุ่มพันธุ์กรรม : 100%M คือ กระบือมูร่าห์พันธุ์แท้

75%M คือ กระบือลูกผสม 75%

50%M คือ กระบือลูกผสม 50%

Swamp คือ กระบือปลัก

จากตารางที่ 4.13 ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกรดไขมันอิ่มและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำนมของกระบือลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี และที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี และในกลุ่มกระบือมูร่าห์พันธุ์ทุกช่วงอายุที่ศึกษา ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกรดไขมันอิ่มและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำนม ซึ่งไม่สอดคล้องกับรายงานของ Qureshi *et al.* (2012 : 979) ที่พบว่ากระบือสายพันธุ์นิริ-ราวี อายุน้อยที่เพิ่งเริ่มต้นให้น้ำนมจะให้กรดไขมันในน้ำนมดีกว่า ความแตกต่างนี้อาจเป็นเพราะสายพันธุ์กระบือที่ใช้ศึกษาแตกต่างกันและสภาพแวดล้อมในการเลี้ยง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาอิทธิพลของกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุที่มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมีลักษณะทางกายภาพ จำนวนโซมาติกเซลล์ และองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันกระป๋อง พบว่า

5.1.1 การศึกษาอิทธิพลของกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรมที่มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันกระป๋อง

5.1.1.1 ปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมส่งผลต่อส่วนประกอบหลักทางเคมีของน้ำมันกระป๋องที่ได้ศึกษาทั้งหมด ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของไขมัน โปรตีน แล็กโทส ของแข็งที่ไม่รวมไขมันของแข็งทั้งหมด โดยพบว่ากระป๋องปลั๊กมีเปอร์เซ็นต์ไขมัน โปรตีน ของแข็งทั้งหมดในน้ำมันสูงที่สุด โดยสูงกว่ากระป๋องมูราห์พันธุ์แท้ และกระป๋องลูกผสม 75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกระป๋องลูกผสม 50% ($P > 0.05$) สำหรับเปอร์เซ็นต์แล็กโทส พบว่ากระป๋องมูราห์พันธุ์แท้ มีเปอร์เซ็นต์แล็กโทสในน้ำมันสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับกระป๋องลูกผสม 50% และกระป๋องปลั๊ก ($P > 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า กระป๋องปลั๊กมีปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมันสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกระป๋องลูกผสม 75% ที่มีปริมาณของแข็งที่ไม่รวมไขมันต่ำที่สุด สำหรับส่วนประกอบรองทางเคมีนั้นพบว่า แม้กระป๋องปลั๊กจะมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันและความเข้มข้นของยูเรียในน้ำมันกระป๋องสูงที่สุด ซึ่งก็ไม่ต่างจากกระป๋องลูกผสม 50% แต่สูงกว่ากระป๋องลูกผสม 75% และกระป๋องมูราห์พันธุ์แท้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

5.1.1.2 ปัจจัยด้านช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรม พบว่าไม่ส่งผลต่อส่วนประกอบทางหลักทางเคมีของน้ำมันกระป๋องโดยส่วนใหญ่ ยกเว้นเปอร์เซ็นต์ของไขมันโดยน้ำมันของกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี และกระป๋องปลั๊กที่มีอายุมากกว่า 9 ปี สูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ ($P < 0.01$) สำหรับเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดในน้ำมัน พบว่ากระป๋องปลั๊กที่มีอายุมากกว่า 9 ปี และกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีแนวโน้มว่าสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ ($P = 0.064$) สำหรับส่วนประกอบรองทางเคมีของน้ำมันกระป๋อง พบว่ากระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันในน้ำมันสูงที่สุด โดยแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ยกเว้นกระป๋องปลั๊กที่มีอายุมากกว่า 9 ปี สำหรับความเข้มข้นของยูเรียในน้ำมัน พบว่ากระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี มีสูงที่สุดโดยแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ยกเว้นกระป๋องปลั๊กที่มีอายุมากกว่า 9 ปี และกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี

5.1.2 การศึกษาอิทธิพลของกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรมที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพ และจำนวนโซมาติกในน้ำนมกระป๋อง พบว่าทั้ง 2 ปัจจัยไม่ส่งผลกระทบต่อความถ่วงจำเพาะ จุดเยือกแข็ง และจำนวนโซมาติกเซลล์ของน้ำนมกระป๋อง ($P>0.05$) แต่หากพิจารณาที่ระดับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ $P=0.0518$ พบว่ากระป๋องลูกผสม 75% มีค่าเฉลี่ยของจุดเยือกแข็งของน้ำนมเท่ากับ -0.471 ± 0.023 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าของน้ำนมของกระป๋องปลักกระป๋องลูกผสม 50% และกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้

5.1.3 การศึกษาอิทธิพลของกลุ่มพันธุกรรมและช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรมที่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมกระป๋อง

5.1.3.1 ปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมกระป๋อง พบว่ากระป๋องลูกผสม 50% มีปริมาณของกรดไขมัน จำนวน 7 ชนิดสูงที่สุด ได้แก่ caproic acid (C6:0) caprylic acid (C8:0) capric acid (C10:0) lauric acid (C12:0) myristic acid (C14:0) palmitic acid (C16:0) และ elaidic acid (C18:1n9t) โดยสูงกว่ากระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ และกระป๋องลูกผสม 75% สำหรับปริมาณ behenic acid (C22:0) มีในน้ำนมของกระป๋องลูกผสม 75% สูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกระป๋องลูกผสม 50% ($P>0.05$) สำหรับกรดไขมัน cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) หรือ DHA พบในน้ำนมของกระป๋องลูกผสม 50% สูงที่สุด โดยสูงกว่ากระป๋องลูกผสม 75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างกับน้ำนมของมูร่าห์พันธุ์แท้ ($P>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า ปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมส่งผลต่อปริมาณประเภทของกรดไขมัน โดยกระป๋องลูกผสม 50% มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำนมสูงที่สุด และสูงกว่าน้ำนมของกระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

5.1.3.2 ปัจจัยของช่วงอายุภายในแต่ละกลุ่มพันธุกรรมพบว่าส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมัน จำนวน 7 ตัว ได้แก่ caproic acid (C6:0) caprylic acid (C8:0) capric acid (C10:0) lauric acid (C12:0) myristic acid (C14:0) palmitic acid (C16:0) และ cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (C22:6n3) โดยพบว่าน้ำนมของกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีปริมาณกรดไขมันเหล่านี้สูงกว่ากลุ่มอื่น สำหรับปริมาณของประเภทของกรดไขมัน พบว่าน้ำนมของกระป๋องลูกผสม 50% ที่มีอายุมากกว่า 9 ปี มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันทั้งหมดในน้ำนมสูงที่สุด โดยสูงกว่ากลุ่มอื่นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) ยกเว้นน้ำนมของลูกผสม 50% ที่อายุน้อยกว่า 7 ปี ที่ไม่พบความแตกต่าง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวในน้ำนมของกระป๋องที่มีอายุน้อยกว่า 7 ปี พบว่ากระป๋องลูกผสม 50% มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากระป๋องมูร่าห์พันธุ์แท้ ($P\leq 0.05$)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำวิจัยครั้งนี้

5.2.1.1 ควรมีการเก็บตัวอย่างน้ำมันในช่วงฤดูกาลที่แตกต่างกัน เพื่อนำมาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ จำนวนโซมาติกเซลล์ และองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันกระบือ

5.2.1.2 ควรมีข้อมูลของตัวอย่างน้ำมันในแต่ละช่วงอายุที่ศึกษามากขึ้น และจำนวนสัตว์ในแต่ละกลุ่มสายพันธุ์ให้ครบช่วงอายุที่ศึกษา จะส่งผลต่อผลข้อมูลที่เที่ยงตรงมากขึ้น

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 การทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการเก็บตัวอย่างน้ำมันที่มากกว่า 150 มิลลิลิตร เนื่องจากช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างน้ำมันกระบือในการศึกษาครั้งนี้เป็นเดือนมีนาคม ซึ่งกระบือให้น้ำมันน้อย กระทั่งต่อการนำไปผลิตชีส การเก็บตัวอย่างน้ำมันปริมาณมากขึ้นสามารถนำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ เช่น ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และเถ้าในน้ำมันได้

5.2.2.2 การเก็บตัวอย่างจากสัตว์ทดลองครั้งต่อไปควรมีการเพิ่มกลุ่มตัวอย่างสัตว์ทดลองที่มากขึ้น เพื่อสามารถพัฒนาเป็นงานวิจัยขั้นสูงต่อไป

5.2.2.3 ควรมีการศึกษาในเชิงลึกถึงระดับชีววิทยาโมเลกุล ที่ส่งผลต่อส่วนประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันกระบือ เพื่อนำผลที่ได้มาทำการคัดเลือกกระบือที่ให้ผลผลิตที่ดีเป็นรายตัวได้

5.2.2.4 ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่ากระบือปลักและกระบือลูกผสม 50% ให้ผลผลิตทั้งทางด้านส่วนประกอบทางเคมี และทางกายภาพ ที่ดีกว่ากระบือมูราห์พันธุ์แท้ และลูกผสม 75% ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาการเลี้ยงและปรับปรุงพันธุ์ของกระบือปลักและกระบือลูกผสม 50% เพื่อผลิตน้ำมันให้ได้ปริมาณมากขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ผลิตผลิตภัณฑ์นมในเชิงพาณิชย์มากขึ้น

5.2.2.5 ปัจจุบันค่าปริมาณกรดไขมันและความเข้มข้นของยูเรีย ไม่ได้กำหนดเป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานสินค้าเกษตร น้ำมันกระบือดิบ (มกษ. 6007-2564) จึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากค่าดังกล่าวเพื่อกำหนดเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำมันในมาตรฐานดังกล่าวด้วย

5.2.2.6 การศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันกระบือ พบว่ากระบือลูกผสม 50% มีปริมาณกรดไขมันหลายชนิดที่สูงกว่ากลุ่มอื่น ในแง่เชิงพาณิชย์ปริมาณน้ำมันที่ได้ทั้งหมดในระยะให้น้ำมันแต่ละครั้งมีความสำคัญมากกว่าปริมาณกรดไขมันในน้ำมัน จึงควรมีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบถึงปริมาณน้ำมันที่ได้ทั้งหมดในแต่ละครั้งของการให้น้ำมันของกระบือแต่ละกลุ่มควบคู่ไปด้วย เพื่อประโยชน์การเลี้ยงและปรับปรุงพันธุ์กระบือในเชิงพาณิชย์

บรรณานุกรม

- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ม.ป.ป. **มาตรฐานวิธีตรวจคุณภาพน้ำนมดิบ**. นนทบุรี : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2550. **คุณภาพน้ำนมเรื่อ่นำรู้ (การตรวจคุณภาพน้ำนม)**. นนทบุรี : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- เทียมพบ ก้านเหลือง รัญจวน เสงตระกุลสิน และกุลนิภา เพชรสิงห์. 2559. “ค่าอัตราพันธุกรรมและค่าการผสมพันธุ์สำหรับการให้ผลผลิตน้ำนมของกระบือนมที่เลี้ยงภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย.” **แก่นเกษตร**. 44(ฉบับพิเศษ 1) : 534–539.
- ธนิสา ศิริวงศ์. 2562. “ปัจจัยของพันธุกรรมและอายุที่มีผลต่อผลผลิตน้ำนม ลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และกรดไขมันในน้ำนมกระบือ.” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขา ครุศาสตร์เกษตร. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นพปฎล ชุสมุท. 2552. “สมรรถนะของการเลี้ยงลูกและผลผลิตของแม่กระบือรีดนมพันธุ์เมฆานา.” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาสัตวศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นิกร สางห้วยไพร สุพรชัย พำรี และเษมิต เหลืองจรัสสุริยา. 2552. **ลักษณะทั่วไปของควายไทยกับการตัดสินใจการประกวด**. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- นิธิยา รัตนพานนท์. 2557. **เคมีนัมและผลิตภัณฑ์นม**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ปิยธิดา งามงาม. 2556. “คุณภาพของน้ำนมกระบือดิบและน้ำนมกระบือดิบแช่แข็งและการตรวจสอบการปลอมปนน้ำนมชนิดอื่นในน้ำนมกระบือดิบโดยเทคนิค Multiplex PCR.” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ความปลอดภัยของอาหาร). บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มูร่าห์ แดรี คอมปะนี. 2560. **Marrah Dairy Company**. เข้าถึงได้จาก <https://www.murrahfarm.com/>
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 2560. **กระบือนมและผลิตภัณฑ์จากนมกระบือ**. เข้าถึงได้จาก <https://web2012.hrdi.or.th/HighlandDevelop/index/page/13>
- สุรชัย สุวรรณสี. ม.ป.ป. **เอกสารประกอบการสอนวิชา 1203444 Cattle and Buffalo Production**. อุบลราชธานี : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2560.**
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. 2560. **กลุ่มวิจัยและพัฒนากระบือ.** เข้าถึงได้จาก
http://breeding.dld.go.th/buffalo/index.php?option=com_content&view=article&id=117&Itemid=13
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2564. **น้ำนมควายดิบ.** สำนักงานมาตรฐาน
สินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (มกอช.). 6007-2564.
ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 138 ตอนพิเศษ 166 ง
วันที่ 21 กรกฎาคม พุทธศักราช 2564
- องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย. **ประโยชน์นมโค.** <http://www.dpo.go.th/>
- Abd El-Salam, M. H. and El-Shibiny, S. 2011. "A comprehensive review on the
composition and properties of buffalo milk." **Dairy Science & Technology.**
91(6) : 663-699.
- Aspilcueta-Borquis, R.R., Araujo Neto, F.R., Baldi, F., Bignardi, A. B., Albuquerque, L. G.
and Tonhati, H. 2010. "Genetic parameters for buffalo milk yield and milk
quality traits using Bayesian inference." **Journal of Dairy Science.** 93(5) :
2195-2201.
- Ceniti, C., Britti, D., Trimboli, F., Morittu, V.M., Lopreiato, V., and Constanzo, N. 2019.
"Evaluation of freezing point in milk from buffalos reared in Calabria, Italy."
Italian Journal of Food Safety. 8 : 7895.
- Chantalakhana, C. 1981. "Comparative evaluation of swamp buffaloes in the SABRAO
region." p. 91-110. In **Proceeding of the 2nd SABRAO workshop on Animal
Genetic Resources,** Kuala Lumpur, 5-6 May 1981.
- Chuaychoo, K., Thempachana, O., Ngamwongsatit, B. and Thanasak, J. 2013. "A study
of the composition and microbiology of raw milk from three breeds of buffalo
in Thailand." **Buffalo Bulletin.** 32 (Special Issue 2) : 1311-1315.
- Çinar, M. U., Özsoy, T., Beyzi, S.B., Kaliber, M. and Konca, Y. 2019. "Milk and fatty acid
composition of Anatolian water buffalo (*Bubalus bubalis*) from different
provinces." **Buffalo Bulletin.** 38(1) : 107-118.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Di Francia, A., Masucci, F., Maresca di Serracapriola, M.T., Gioffré, F. and Proto, V. 2003. “Nutritional factors influencing milk urea in buffaloes.” **Italian Journal of Animal Science**. 2(SUPPL. 1) : 225-227.
- Ducháček, J. Stádník, L., Beran, J. and Okrouhlá, M. 2012. “The relationship between fatty acid and citric acid concentration in milk from Holstein cows during the period of negative energy balance.” **Journal of Central European Agriculture**. 13(4) : 615-630.
- FAO. 1993. **Small-scale dairy farming manual Volume 1**. Retrieved from: <https://www.fao.org/3/t1265e/t1265e00.htm>
- Guesnet, P. and Alessandri, J. M. 2011. “Docosahexaenoic acid (DHA) and the developing central nervous system (CNS) – Implications for dietary recommendations.” **Biochimie**. 93 : 7–12.
- Haggag, H.F., Hamzawi, L.F., Mahran, G.A. and Ali, M.M. 1991. “Physico-chemical properties of colostrums, clinical and subclinical mastitic buffalo milk.” **Egyptian Journal of Dairy Science**. 19 : 55–63.
- Markiewicz-Kęszycka, M., Czyżak-Runowska, G., Lipińska, P. and Wójtowski, J. 2013. “Fatty acid profile of milk—A Review.” **Bulletin- Veterinary Institute in Pulawy**. 57 : 135-139.
- Mills, R. 2020. Milk testing for mastitis detection in dairy herds. Retrieved from: <https://fossanalytics.com>.
- Misra, S.S., Sharma, A., Bhattacharya, T.K., Kumar, P. and Saha, R. S. 2008. “Association of breed and polymorphism of α_{s1} and α_{s2} casein genes with milk quality and daily milk and constituent yield traits of buffaloes (*Bubalus bubalis*).” **Buffalo Bulletin**. 27(4) : 294–301.
- Prasanta, B., Jowel, D., Tapan, K.D., Binoy, C.N., Nibash, D. *et al.* 2018. “Milk composition and factors affecting it in dairy Buffaloes: A review.” **Journal of Entomology and Zoology Studies**. 6(3) : 340-343.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Qureshi, M. S., Jan, S., Mushtaq, A., Rahman, I., Jan, M. and Ikramullah. 2012. "Effect of age on milk fatty acids in dairy buffaloes." **Journal of Animal and Plant Sciences**. 21(Sup 1) : 977-982.
- Raynal-Ljutovac, K., Pirisi, A., De Cremoux, R. and Gonzalo, C. 2007. "Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary, productive and technological aspects." **Small Ruminant Research**. 68 : 126-144.
- Roy, B., Brahma, B., Ghosh, S., Pankaj, P.K. and Mandal, G. 2011. "Evaluation of milk urea concentration as useful indicator for dairy herd management : A review." **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**. 6(1) : 1-19.
- Sarkar, U., Gupta, A. K., Sarkar, V., Mohanty, T. K., Raina, V. S., and Prasad, S. 2006. "Factors affecting test day milk yield and milk composition in dairy animals." **Journal of Dairying, Foods & Home Sciences**. 25(2) : 129-132.
- SAS. 1999. SAS/STAT User's Guide : Statistic, SAS Institute Inc. North Carolina.
- Selcuk, Z. 2016. "Monitoring of protein nutrition by milk urea nitrogen and milk protein in Anatolian Buffaloes." **Buffalo Bulletin**. 35(4) : 563-571.
- Sun, Q., Lv, J.P., Liu, L., Zhang, S.W., Liang, X. and Lu, J. 2014. "Comparison of milk samples collected from some buffalo breeds and crossbreeds in China." **Dairy Science and Technology**. 94(4) : 387-395.
- Sundaram, M. and Harharan, G. 2013. "Preliminary study on evaluation of effect of lactation number on Milk yield and milk composition in Murrah (*Bubalus bubalis*) buffaloes." **Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences**. 1(7) : 21-23.
- Varricchio, M. L., Di Francia, A., Masucci, F., Romano, R. and Proto, V. 2007. "Fatty acid composition of Mediterranean buffalo milk fat." **Italian Journal of Animal Science**. 6 (Suppl. 1) : 509-511.
- Zaman, G., Goswami, R.N., and Aziz, A. 2007. "Milk constituent of swamp buffalo of Assam." **Buffalo Bulletin**. 26 (1) : 25-28.

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ อาหารชั้น และเยื่อใยของอาหารหยาบที่ กระป๋องได้รับในช่วงที่เก็บตัวอย่างน้ำนมกระป๋อง (ในสภาพแห้ง)
- ภาคผนวก ข รายละเอียดของตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของการศึกษาปัจจัยด้านกลุ่ม พันธุกรรมและช่วงอายุที่ส่งผลต่อส่วนประกอบหลัก และส่วนประกอบรองทาง เคมี ลักษณะทางกายภาพ และจำนวนโซมาติกเซลล์ของน้ำนมกระป๋อง
- ภาคผนวก ค รายละเอียดของตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการศึกษาปัจจัยด้านกลุ่ม พันธุกรรมและช่วงอายุที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอนไซม์ที่ผลิตในเอกสารนี้คือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาและต้องใช้อ้างอิงถึงต้นฉบับของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีคนนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางภาคผนวก ก องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ อาหารชั้น และเยื่อใยของอาหารหยาบ ที่กระบือได้รับในช่วงที่เก็บตัวอย่างน้ำนมกระบือ (ในสภาพแห้ง)

โภชนะ (%)	อาหารชั้น			อาหารหยาบ		
	อาหารของฟาร์ม	อาหารของบริษัท	อาหารผสม	หญ้าขน	หญ้าเนเปียร์	ฟางข้าว
วัตถุแห้ง (Dry matter)	87.86	85.99	87.79	25.55	20.43	77.38
ไขมันหยาบ (Ether extract)	1.62	4.21	1.55	0.95	1.04	1.63
โปรตีนหยาบ (Crude protein)	17.66	27.68	20.19	7.25	2.30	3.79
เยื่อใยหยาบ (Crude fiber)	18.39	18.00	16.43	37.26	46.61	37.79
เถ้าหยาบ (Crude ash)	8.20	6.89	7.50	2.79	1.47	10.90
แคลเซียม (Calcium)	1.98	1.78	1.83	1.84	1.95	1.88
ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	8.71	14.53	6.79	4.45	2.02	0.92
พลังงาน(Gross energy) (แคลอรี/กรัม)	3705.95	3839.15	3757.00	-	-	-
คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย(NFE)	41.99	29.21	42.13	39.71	38.90	36.89
เยื่อใยที่สกัดสารที่เป็นกลาง(NDF)	-	-	-	61.58	75.72	70.72
เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose)	-	-	-	27.54	21.84	19.79
เยื่อใยที่สกัดสารที่เป็นกรด(ADF)	-	-	-	34.05	53.89	50.93
ลิกนิน (ADL)	-	-	-	4.26	10.29	6.05
เซลลูโลส (Cellulose)	-	-	-	29.79	43.60	44.48

อาหารผสม = สูตรอาหารของฟาร์มร้อยละ 70 : อาหารของบริษัทร้อยละ 30

ที่มา : ธนินสา ศิริวงศ์ (2562 : 51)

ภาคผนวก ข

รายละเอียดของตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของการศึกษาปัจจัยด้านกลุ่มพันธุกรรมและ
ช่วงอายุที่ส่งผลต่อส่วนประกอบหลัก และส่วนประกอบรองทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และ
จำนวนโซมาติกเซลล์ของน้ำนมกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ความหมายของคำย่อที่ใช้ปรากฏในผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

fat หมายถึง เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนม

prot หมายถึง เปอร์เซ็นต์โปรตีน

lac หมายถึง เปอร์เซ็นต์แล็กโทส

snf หมายถึง เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ไม่รวมไขมัน

sf หมายถึง เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด

acid หมายถึง เปอร์เซ็นต์กรดซิตริก

urea หมายถึง ความเข้มข้นของยูเรีย

sg หมายถึง ความกว้างจำเพาะ

fpd หมายถึง จุดเยือกแข็ง

cell หมายถึง จำนวนโซมาติกเซลล์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

The GLM Procedure

Dependent Variable: fat

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	123.4858027	17.6408290	4.58	0.0005
Error	49	188.6514956	3.8500305		
Corrected Total	56	312.1372982			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	fat Mean
0.395614	22.28072	1.962149	8.806491

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	60.24709559	20.08236520	5.22	0.0033
age(gene)	4	63.23870710	15.80967678	4.11	0.0060

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	51.85004267	17.28334756	4.49	0.0073
age(gene)	4	63.23870710	15.80967678	4.11	0.0060

Dependent Variable: prot

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	10.04698225	1.43528318	2.67	0.0201
Error	49	26.32467389	0.53723824		
Corrected Total	56	36.37165614			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	prot Mean
0.276231	15.08922	0.732965	4.857544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอน์สารนี้ในเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	8.82186301	2.94062100	5.47	0.0025
age(gene)	4	1.22511924	0.30627981	0.57	0.6855

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	9.05362560	3.01787520	5.62	0.0022
age(gene)	4	1.22511924	0.30627981	0.57	0.6855

Dependent Variable: lac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	6.51569161	0.93081309	2.64	0.0213
Error	49	17.26979611	0.35244482		
Corrected Total	56	23.78548772			

R-Square 0.273936
 Coeff Var 12.68908
 Root MSE 0.593671
 lac Mean 4.678596

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	3.89185887	1.29728629	3.68	0.0181
age(gene)	4	2.62383274	0.65595818	1.86	0.1323

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	3.59660516	1.19886839	3.40	0.0248
age(gene)	4	2.62383274	0.65595818	1.86	0.1323

Dependent Variable: snf

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	19.77220659	2.82460094	2.06	0.0654
Error	49	67.03258639	1.36801197		
Corrected Total	56	86.80479298			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอน์ว่ากรณีนี้เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

R-Square	Coeff Var	Root MSE	snf Mean
0.227778	11.34781	1.169620	10.30702

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	14.45808584	4.81936195	3.52	0.0216
age(gene)	4	5.31412075	1.32853019	0.97	0.4319

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	14.95459057	4.98486352	3.64	0.0189
age(gene)	4	5.31412075	1.32853019	0.97	0.4319

Dependent Variable: ts

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	172.9794888	24.7113555	3.85	0.0021
Error	49	314.3283253	6.4148638		
Corrected Total	56	487.3078140			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ts Mean
0.354970	13.27820	2.532758	19.07456

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	111.7022303	37.2340768	5.80	0.0018
age(gene)	4	61.2772584	15.3193146	2.39	0.0636

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	104.3494333	34.7831444	5.42	0.0027
age(gene)	4	61.2772584	15.3193146	2.39	0.0636

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอ็นวอร์จันเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ส่วนตัวในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้
 ใดๆอย่างอื่นนอกเหนือจากที่ระบุไว้

Dependent Variable: acid

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.09149895	0.01307128	5.49	0.0001
Error	49	0.11660695	0.00237973		
Corrected Total	56	0.20810589			

R-Square Coeff Var Root MSE acid Mean
 0.439675 34.45605 0.048783 0.141579

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	0.05814462	0.01938154	8.14	0.0002
age(gene)	4	0.03335433	0.00833858	3.50	0.0136

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	0.04683197	0.01561066	6.56	0.0008
age(gene)	4	0.03335433	0.00833858	3.50	0.0136

Dependent Variable: urea

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	754.554262	107.793466	4.06	0.0014
Error	49	1302.208194	26.575677		
Corrected Total	56	2056.762456			

R-Square Coeff Var Root MSE urea Mean
 0.366865 19.05728 5.155160 27.05088

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	379.9233169	126.6411056	4.77	0.0054
age(gene)	4	374.6309447	93.6577362	3.52	0.0132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	504.0703834	168.0234611	6.32	0.0010
age(gene)	4	374.6309447	93.6577362	3.52	0.0132

Dependent Variable: sg

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.00012846	0.00001835	1.65	0.1438
Error	49	0.00054494	0.00001112		
Corrected Total	56	0.00067339			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	sg Mean
0.190760	0.323325	0.003335	1.031421

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	0.00003315	0.00001105	0.99	0.4037
age(gene)	4	0.00009531	0.00002383	2.14	0.0896

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	0.00003301	0.00001100	0.99	0.4056
age(gene)	4	0.00009531	0.00002383	2.14	0.0896

Dependent Variable: fpd

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.04401903	0.00628843	1.92	0.0860
Error	49	0.16028434	0.00327111		
Corrected Total	56	0.20430337			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	fpd1 Mean
0.215459	-10.74855	0.057194	-0.532105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอน์สารนี้ในเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	0.02741094	0.00913698	2.79	0.0500
age(gene)	4	0.01660809	0.00415202	1.27	0.2948

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	0.02711287	0.00903762	2.76	0.0518
age(gene)	4	0.01660809	0.00415202	1.27	0.2948

Dependent Variable: cell

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	64748.0687	9249.7241	0.73	0.6482
Error	49	621767.1944	12689.1264		
Corrected Total	56	686515.2632			

R-Square Coeff Var Root MSE cell Mean
 0.094314 95.76172 112.6460 117.6316

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	34829.57360	11609.85787	0.91	0.4406
age(gene)	4	29918.49512	7479.62378	0.59	0.6718

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	3	33134.31600	11044.77200	0.87	0.4628
age(gene)	4	29918.49512	7479.62378	0.59	0.6718

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอนโทรปีของข้อมูลทั้งหมดที่จัดทำขึ้นด้วยโปรแกรมนี้เพื่อการศึกษายังคงต้องอ้างอิงถึงต้นฉบับของเอกสารต้นฉบับที่ใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอนไซม์หรือสิ่งมีชีวิตอื่นใดที่ผลิตขึ้นด้วยวิธีทางชีวเคมีหรือทางพันธุวิศวกรรมหรือใช้สิ่งมีชีวิตอื่นที่ดัดแปลงพันธุกรรม
 เพื่อการค้าหรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่นใดที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์หรือสิ่งแวดล้อมหรือก่อให้เกิดอันตรายต่อ
 สิ่งมีชีวิตอื่นหรือชุมชนหรือสังคม

ความหมายของคำย่อที่ใช้ปรากฏในผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

c4_0 = C4:0

SFA = Saturated fatty acids

c6_0 = C6:0

MUFA = Monounsaturated fatty acids

c8_0 = C8:0

PUFA = Polyunsaturated fatty acids

c10_0 = C10:0

TFA = Total fatty acids

c11_0 = C11:0

c12_0 = C12:0

c13_0 = C13:0

c14_0 = C14:0

c14_1 = C14:1

c15_0 = C15:0

c15_1 = C15:1

c16_0 = C16:0

c16_1 = C16:1

c17_0 = C17:0

c17_1 = C17:1

c18_0 = C18:0

c18_1n9t = C18:1n9t

c18_1n9c = C18:1n9c

c18_2n6c = C18:2n6c

c20_0 = C20:0

c20_1 = C20:1

c18_3n3 = C18:3n3

c21_0 = C21:0

c20_2 = C20:2

c22_0 = C22:0

c23_0 = C23:0

c20_4n6 = C20:4n6

c24_0 = C24:0

c24_1 = C24:1

c22_6n3 = C22:6n3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอ็นสารเคมีในเอกสารนี้คือสิ่งที่ให้คำปรึกษาและให้ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีที่อาจมีอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม
 การใช้สารเคมีในเอกสารนี้ควรปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัดและปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

Dependent Variable: c4_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	58.3903950	9.7317325	1.46	0.2667
Error	13	86.7839000	6.6756846		
Corrected Total	19	145.1742950			

R-Square Coeff Var Root MSE c4_0 Mean
 0.402209 34.70196 2.583735 7.445500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	37.43834214	18.71917107	2.80	0.0972
age(gene)	4	20.95205286	5.23801321	0.78	0.5551

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	45.53362300	22.76681150	3.41	0.0645
age(gene)	4	20.95205286	5.23801321	0.78	0.5551

Dependent Variable: c6_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	8195.87083	1365.97847	3.63	0.0071
Error	33	12412.23693	376.12839		
Corrected Total	39	20608.10776			

R-Square Coeff Var Root MSE c6_0 Mean
 0.397701 38.77953 19.39403 50.01100

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	2068.970561	1034.485281	2.75	0.0786
age(gene)	4	6126.900271	1531.725068	4.07	0.0086

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	3578.748971	1789.374486	4.76	0.0153
age(gene)	4	6126.900271	1531.725068	4.07	0.0086

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอน์สว่าร์มีในเอกสารนี้คือสิ่งที่คิดให้คำปรึกษาให้ด้วยนี่คือการเสียดังข้างอั้งถึงได้ขอยุติอื่กล่าวถึงให้ปรั้งที่มีหน้าไปใช้

Dependent Variable: c8_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	17253.04082	2875.50680	3.20	0.0137
Error	33	29634.77378	898.02345		
Corrected Total	39	46887.81460			

R-Square Coeff Var Root MSE c8_0 Mean
 0.367964 41.01997 29.96704 73.05475

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	5950.12213	2975.06106	3.31	0.0488
age(gene)	4	11302.91869	2825.72967	3.15	0.0269

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	9432.44522	4716.22261	5.25	0.0105
age(gene)	4	11302.91869	2825.72967	3.15	0.0269

Dependent Variable: c10_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	97622.5898	16270.4316	3.06	0.0171
Error	33	175442.9420	5316.4528		
Corrected Total	39	273065.5318			

R-Square Coeff Var Root MSE c10_0 Mean
 0.357506 41.88360 72.91401 174.0873

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	42645.88420	21322.94210	4.01	0.0276
age(gene)	4	54976.70563	13744.17641	2.59	0.0550

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	61267.11622	30633.55811	5.76	0.0071
age(gene)	4	54976.70563	13744.17641	2.59	0.0550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เสนอสงวนลิขสิทธิ์ในเอกสารนี้ซึ่งทุกสิ่งทุกอย่างที่ปรากฏในเอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ไว้โดยผู้จัดทำเอกสารนี้ไว้

Dependent Variable: c11_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	34.89935000	6.97987000	1.48	0.3629
Error	4	18.87270000	4.71817500		
Corrected Total	9	53.77205000			

R-Square Coeff Var Root MSE c11_0 Mean
0.649024 32.83652 2.172136 6.615000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	10.88630333	5.44315167	1.15	0.4022
age(gene)	3	24.01304667	8.00434889	1.70	0.3044

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	8.23830182	4.11915091	0.87	0.4846
age(gene)	3	24.01304667	8.00434889	1.70	0.3044

Dependent Variable: c12_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	169277.4258	28212.9043	3.05	0.0173
Error	33	304794.3108	9236.1912		
Corrected Total	39	474071.7366			

R-Square Coeff Var Root MSE c12_0 Mean
0.357071 39.55276 96.10511 242.9795

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	70558.79329	35279.39665	3.82	0.0322
age(gene)	4	98718.63254	24679.65814	2.67	0.0492

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	103342.9503	51671.4752	5.59	0.0081
age(gene)	4	98718.6325	24679.6581	2.67	0.0492

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Dependent Variable: c13_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	198.5267136	33.0877856	2.01	0.0923
Error	33	543.0876764	16.4572023		
Corrected Total	39	741.6143900			

R-Square Coeff Var Root MSE c13_0 Mean
 0.267695 42.72734 4.056748 9.494500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	55.7112600	27.8556300	1.69	0.1996
age(gene)	4	142.8154536	35.7038634	2.17	0.0942

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	95.8508160	47.9254080	2.91	0.0684
age(gene)	4	142.8154536	35.7038634	2.17	0.0942

Dependent Variable: c14_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1924161.336	320693.556	3.70	0.0063
Error	33	2857108.241	86579.038		
Corrected Total	39	4781269.577			

R-Square Coeff Var Root MSE c14_0 Mean
 0.402437 29.79430 294.2432 987.5820

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	759761.314	379880.657	4.39	0.0204
age(gene)	4	1164400.022	291100.005	3.36	0.0205

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	1171252.531	585626.265	6.76	0.0035
age(gene)	4	1164400.022	291100.005	3.36	0.0205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอน์ส่วนนี้ในเอกสารนี้คือสิ่งที่ได้มาจากการใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติที่ได้มาจากการใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

Dependent Variable: c14_1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	13693.22813	2282.20469	1.28	0.2920
Error	33	58697.38051	1778.70850		
Corrected Total	39	72390.60864			

R-Square Coeff Var Root MSE c14_1 Mean
 0.189158 50.88114 42.17474 82.88875

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	4554.322064	2277.161032	1.28	0.2914
age(gene)	4	9138.906068	2284.726517	1.28	0.2960

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	7564.060202	3782.030101	2.13	0.1353
age(gene)	4	9138.906068	2284.726517	1.28	0.2960

Dependent Variable: c15_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	9770.81301	1628.46884	1.06	0.4047
Error	33	50597.59179	1533.26036		
Corrected Total	39	60368.40480			

R-Square Coeff Var Root MSE c15_0 Mean
 0.161853 30.57572 39.15687 128.0652

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	2062.063303	1031.031651	0.67	0.5173
age(gene)	4	7708.749710	1927.187427	1.26	0.3065

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	3568.153159	1784.076579	1.16	0.3249
age(gene)	4	7708.749710	1927.187427	1.26	0.3065

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เสนอสงวนลิขสิทธิ์ในเอกสารนี้ ซึ่งหากมีการละเมิดลิขสิทธิ์หรือการละเมิดลิขสิทธิ์อื่น ๆ จะดำเนินการฟ้องร้องดำเนินคดีตามกฎหมายต่อไป

Dependent Variable: c15_1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	6.89718889	1.72429722	2.99	0.1570
Error	4	2.30736667	0.57684167		
Corrected Total	8	9.20455556			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	c15_1 Mean
0.749323	17.63092	0.759501	4.307778

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	0.17501270	0.08750635	0.15	0.8640
age(gene)	2	6.72217619	3.36108810	5.83	0.0653

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	0.32412190	0.16206095	0.28	0.7688
age(gene)	2	6.72217619	3.36108810	5.83	0.0653

Dependent Variable: c16_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	9534445.86	1589074.31	3.21	0.0135
Error	33	16313304.50	494342.56		
Corrected Total	39	25847750.37			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	c16_0 Mean
0.368869	24.83952	703.0950	2830.550

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	2691979.218	1345989.609	2.72	0.0804
age(gene)	4	6842466.643	1710616.661	3.46	0.0182

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	5016013.955	2508006.978	5.07	0.0120
age(gene)	4	6842466.643	1710616.661	3.46	0.0182

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอ็นวอร์มิ่งในเอกสารนี้คือสิ่งที่คิดค้นขึ้นโดยคนใช้สงวนไว้เพื่อการวิจัยอย่างจริงจังและอนุญาตให้ท่านนำกลับไปใช้

Dependent Variable: c16_1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	114119.5235	19019.9206	1.39	0.2472
Error	33	451023.2848	13667.3723		
Corrected Total	39	565142.8083			

R-Square Coeff Var Root MSE c16_1 Mean
 0.201930 41.46587 116.9075 281.9368

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	25218.15422	12609.07711	0.92	0.4075
age(gene)	4	88901.36928	22225.34232	1.63	0.1910

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	45562.91770	22781.45885	1.67	0.2043
age(gene)	4	88901.36928	22225.34232	1.63	0.1910

Dependent Variable: c17_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	5751.63905	958.60651	0.59	0.7380
Error	33	53876.26915	1632.61422		
Corrected Total	39	59627.90820			

R-Square Coeff Var Root MSE c17_0 Mean
 0.096459 30.44885 40.40562 132.7000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	1559.593375	779.796687	0.48	0.6245
age(gene)	4	4192.045675	1048.011419	0.64	0.6364

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	1776.158967	888.079484	0.54	0.5856
age(gene)	4	4192.045675	1048.011419	0.64	0.6364

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอน์ส่วนนี้ในเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Dependent Variable: c17_1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	567.727906	94.621318	0.58	0.7454
Error	33	5406.475684	163.832596		
Corrected Total	39	5974.203590			

R-Square Coeff Var Root MSE c17_1 Mean
 0.095030 33.15601 12.79971 38.60450

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	7.4599413	3.7299706	0.02	0.9775
age(gene)	4	560.2679648	140.0669912	0.85	0.5010

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	34.8754156	17.4377078	0.11	0.8993
age(gene)	4	560.2679648	140.0669912	0.85	0.5010

Dependent Variable: c18_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	135668.4378	22611.4063	0.99	0.4501
Error	33	756277.5455	22917.5014		
Corrected Total	39	891945.9833			

R-Square Coeff Var Root MSE c18_0 Mean
 0.152104 34.56589 151.3853 437.9615

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	57371.07029	28685.53514	1.25	0.2992
age(gene)	4	78297.36755	19574.34189	0.85	0.5015

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	64983.86655	32491.93328	1.42	0.2566
age(gene)	4	78297.36755	19574.34189	0.85	0.5015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอน์สารนี้ในเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Dependent Variable: c18_1n9t

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	2981.56881	496.92813	2.33	0.0552
Error	33	7043.98303	213.45403		
Corrected Total	39	10025.55184			

R-Square Coeff Var Root MSE c18_1n9t Mean
 0.297397 28.23269 14.61007 51.74875

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	1149.161188	574.580594	2.69	0.0826
age(gene)	4	1832.407621	458.101905	2.15	0.0971

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	1774.415052	887.207526	4.16	0.0246
age(gene)	4	1832.407621	458.101905	2.15	0.0971

Dependent Variable: c18_1n9c

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	660218.736	110036.456	0.70	0.6524
Error	33	5195646.976	157443.848		
Corrected Total	39	5855865.712			

R-Square Coeff Var Root MSE c18_1n9c Mean
 0.112745 33.59382 396.7919 1181.146

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	78310.5810	39155.2905	0.25	0.7813
age(gene)	4	581908.1550	145477.0388	0.92	0.4618

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	160725.0041	80362.5020	0.51	0.6049
age(gene)	4	581908.1550	145477.0388	0.92	0.4618

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอน์สว่าร์มีในเอกสารนี้คือสิ่งที่คุ้มครองให้ดัดแปลงเนื้อหาเอกสารนี้ได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องขออนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ที่พิมพ์ไว้

Dependent Variable: c18_2n6c

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	3325.70444	554.28407	1.43	0.2336
Error	33	12808.69896	388.14239		
Corrected Total	39	16134.40340			

R-Square Coeff Var Root MSE c18_2n6c Mean
 0.206125 34.65204 19.70133 56.85475

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	93.030868	46.515434	0.12	0.8874
age(gene)	4	3232.673574	808.168394	2.08	0.1055

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	227.286887	113.643444	0.29	0.7481
age(gene)	4	3232.673574	808.168394	2.08	0.1055

Dependent Variable: c20_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	298.837424	49.806237	1.09	0.3896
Error	33	1510.009714	45.757870		
Corrected Total	39	1808.847137			

R-Square Coeff Var Root MSE c20_0 Mean
 0.165209 38.89016 6.764456 17.39375

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	212.3955675	106.1977838	2.32	0.1140
age(gene)	4	86.4418561	21.6104640	0.47	0.7557

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	207.1332912	103.5666456	2.26	0.1199
age(gene)	4	86.4418561	21.6104640	0.47	0.7557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอน์ส่วนนี้ในเอกสารนี้คือสิ่งที่ได้มาจากการใช้โปรแกรมนี้ที่คิดค่าเฉลี่ยของข้อมูลข้างต้นถึงได้มาจากการใช้โปรแกรมนี้ที่คิดค่า

Dependent Variable: c20_1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	65.7010341	10.9501723	0.38	0.8837
Error	30	856.5126470	28.5504216		
Corrected Total	36	922.2136811			

R-Square Coeff Var Root MSE c20_1 Mean
 0.071243 34.16938 5.343259 15.63757

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	6.95415213	3.47707607	0.12	0.8858
age(gene)	4	58.74688192	14.68672048	0.51	0.7256

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	10.21050669	5.10525335	0.18	0.8371
age(gene)	4	58.74688192	14.68672048	0.51	0.7256

Dependent Variable: c18_3n3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	107.0116905	17.8352817	1.52	0.2272
Error	18	210.9337095	11.7185394		
Corrected Total	24	317.9454000			

R-Square Coeff Var Root MSE c18_3n3 Mean
 0.336573 41.73659 3.423235 8.202000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	22.06527540	11.03263770	0.94	0.4084
age(gene)	4	84.94641508	21.23660377	1.81	0.1705

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	14.81259264	7.40629632	0.63	0.5429
age(gene)	4	84.94641508	21.23660377	1.81	0.1705

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอน์ส่วนนี้ในเอกสารนี้คือสิ่งที่ได้มาจากการศึกษาวิจัยซึ่งอาจมีข้อผิดพลาดหรือข้อจำกัดในการใช้ข้อมูลได้

Dependent Variable: c21_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	95.3725698	15.8954283	1.81	0.1290
Error	31	271.7923170	8.7674941		
Corrected Total	37	367.1648868			

R-Square Coeff Var Root MSE c21_0 Mean
 0.259754 45.29156 2.960995 6.537632

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	9.33108541	4.66554271	0.53	0.5926
age(gene)	4	86.04148440	21.51037110	2.45	0.0666

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	22.02845448	11.01422724	1.26	0.2988
age(gene)	4	86.04148440	21.51037110	2.45	0.0666

Dependent Variable: c20_2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	1021.807925	204.361585	3.05	0.1516
Error	4	268.453925	67.113481		
Corrected Total	9	1290.261850			

R-Square Coeff Var Root MSE c20_2 Mean
 0.791938 55.14831 8.192282 14.85500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	125.8607000	62.9303500	0.94	0.4635
age(gene)	3	895.9472250	298.6490750	4.45	0.0916

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	42.4490151	21.2245075	0.32	0.7456
age(gene)	3	895.9472250	298.6490750	4.45	0.0916

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอ็นวอร์มิ่งในเอกสารนี้คือสิ่งที่คิดค้นขึ้นโดยทีมงานวิจัยของศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกร
 ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีที่คิดค้นขึ้นโดยทีมงานวิจัยของศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกร

Dependent Variable: c22_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	267.819594	44.636599	1.72	0.1477
Error	33	857.340403	25.980012		
Corrected Total	39	1125.159997			

R-Square Coeff Var Root MSE c22_0 Mean
 0.238028 43.98851 5.097059 11.58725

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	159.9894675	79.9947338	3.08	0.0594
age(gene)	4	107.8301268	26.9575317	1.04	0.4026

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	176.5787349	88.2893674	3.40	0.0455
age(gene)	4	107.8301268	26.9575317	1.04	0.4026

Dependent Variable: c23_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	79.8039556	15.9607911	0.97	0.5447
Error	3	49.1612000	16.3870667		
Corrected Total	8	128.9651556			

R-Square Coeff Var Root MSE c23_0 Mean
 0.618802 40.92199 4.048094 9.892222

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	1.34161389	0.67080694	0.04	0.9604
age(gene)	3	78.46234167	26.15411389	1.60	0.3551

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	5.88975161	2.94487581	0.18	0.8439
age(gene)	3	78.46234167	26.15411389	1.60	0.3551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอ็นวอร์จันส์ในเอกสารนี้คือสิ่งที่คำนวณให้ดูเป็นตัวอย่างที่คิดค่าเฉลี่ยของข้อมูลข้างต้นถึงได้ขอยกตัวอย่างที่กล่าวถึงที่พิมพ์ขึ้นมาใช้

Dependent Variable: c20_4n6

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	131.220009	21.870002	0.73	0.6264
Error	33	984.260868	29.826087		
Corrected Total	39	1115.480878			

R-Square Coeff Var Root MSE c20_4n6 Mean
 0.117635 49.20446 5.461326 11.09925

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	60.27663375	30.13831687	1.01	0.3750
age(gene)	4	70.94337554	17.73584388	0.59	0.6690

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	50.25540498	25.12770249	0.84	0.4397
age(gene)	4	70.94337554	17.73584388	0.59	0.6690

Dependent Variable: c24_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	148.693036	24.782173	0.76	0.6034
Error	31	1004.939272	32.417396		
Corrected Total	37	1153.632308			

R-Square Coeff Var Root MSE c24_0 Mean
 0.128891 38.48072 5.693628 14.79605

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	40.7492100	20.3746050	0.63	0.5400
age(gene)	4	107.9438258	26.9859565	0.83	0.5149

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	60.6230512	30.3115256	0.94	0.4034
age(gene)	4	107.9438258	26.9859565	0.83	0.5149

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอน์สารนี้ในเอกสารนี้คือสิ่งที่จัดทำขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งอาจมีข้อผิดพลาดได้บ้างโปรดใช้วิจารณญาณในการใช้

Dependent Variable: c24_1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	530.0587500	132.5146875	3.25	0.3913
Error	1	40.7704500	40.7704500		
Corrected Total	5	570.8292000			

R-Square Coeff Var Root MSE c24_1 Mean
 0.928577 44.77682 6.385174 14.26000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	444.1331333	222.0665667	5.45	0.2900
age(gene)	2	85.9256167	42.9628083	1.05	0.5673

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	391.8924088	195.9462044	4.81	0.3070
age(gene)	2	85.9256167	42.9628083	1.05	0.5673

Dependent Variable: c22_6n3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	19376.23484	3229.37247	4.99	0.0106
Error	11	7118.79667	647.16333		
Corrected Total	17	26495.03151			

R-Square Coeff Var Root MSE c22_6n3 Mean
 0.731316 28.75556 25.43941 88.46778

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	7735.89685	3867.94843	5.98	0.0175
age(gene)	4	11640.33799	2910.08450	4.50	0.0214

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	11113.49547	5556.74774	8.59	0.0057
age(gene)	4	11640.33799	2910.08450	4.50	0.0214

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอ็นวอร์มิ่งในเอกสารนี้คือสิ่งที่คิดค้นขึ้นด้วยตนเองและเผยแพร่อย่างเปิดเผยต่อสาธารณะโดยไม่สงวนลิขสิทธิ์

Dependent Variable: SFA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	33306856.49	5551142.75	3.27	0.0124
Error	33	56099592.46	1699987.65		
Corrected Total	39	89406448.96			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	SFA Mean
0.372533	25.58815	1303.836	5095.467

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	10268424.06	5134212.03	3.02	0.0624
age(gene)	4	23038432.43	5759608.11	3.39	0.0199

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	18025416.90	9012708.45	5.30	0.0101
age(gene)	4	23038432.43	5759608.11	3.39	0.0199

Dependent Variable: MUFA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1561232.97	260205.49	0.94	0.4814
Error	33	9156498.66	277469.66		
Corrected Total	39	10717731.63			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MUFA Mean
0.145668	32.19132	526.7539	1636.323

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	179723.787	89861.893	0.32	0.7256
age(gene)	4	1381509.183	345377.296	1.24	0.3113

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	463266.771	231633.385	0.83	0.4429
age(gene)	4	1381509.183	345377.296	1.24	0.3113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอนโทรปีของเอกสารนี้คือค่าที่วัดให้เห็นถึงระดับของการสับสนหรือความไม่แน่นอนของข้อมูล ซึ่งค่าที่ต่ำกว่าแสดงถึงข้อมูลที่ชัดเจนกว่า

Dependent Variable: PUFA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	4295.79013	715.96502	1.28	0.2919
Error	33	18411.93887	557.93754		
Corrected Total	39	22707.72900			

R-Square Coeff Var Root MSE PUFA Mean
 0.189177 34.75933 23.62070 67.95500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	262.144320	131.072160	0.23	0.7919
age(gene)	4	4033.645810	1008.411452	1.81	0.1509

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	308.054268	154.027134	0.28	0.7605
age(gene)	4	4033.645810	1008.411452	1.81	0.1509

Dependent Variable: TFA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	49205853.6	8200975.6	2.62	0.0345
Error	33	103281007.3	3129727.5		
Corrected Total	39	152486861.0			

R-Square Coeff Var Root MSE TFA Mean
 0.322689 26.01721 1769.104 6799.745

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	13137681.61	6568840.80	2.10	0.1387
age(gene)	4	36068172.03	9017043.01	2.88	0.0376

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
gene	2	24360238.82	12180119.41	3.89	0.0304
age(gene)	4	36068172.03	9017043.01	2.88	0.0376

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เอ็นวอร์คมีในเอกสารนี้คือสิ่งที่คิดค้นขึ้นด้วยตนเองและยังไม่ได้ขึ้นทะเบียนลิขสิทธิ์ไว้กับหน่วยงานใด

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ขจิต เมตตาเมธา
วันเดือนปีเกิด	24 พฤษภาคม 2517
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	895 ซอยอิสรภาพ 33 ถนนอิสรภาพ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยี ทางชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2545 – 2556 นักวิชาการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2556 – ปัจจุบัน ผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
ผลงานวิชาการ	1) Mettamehtar, K., Tuntivisoottikul, K. and Takeungwongtrakul, S. 2021 “Milk fatty acid profile in different genetic groups and age of buffaloes.” International Journal of Agricultural Technology . 17(6) : 2155-2166. 2) Mettamehtar, K., Tuntivisoottikul, K. and Takeungwongtrakul, S. 2021 “The effects of genetic groups, and age on the chemical composition, physical properties, and somatic cell count of raw buffalo milk.” International Journal of Agricultural Technology . (in press)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอาส่วนอื่นในเอกสารนี้ไปใช้เพื่อการค้าโดยไม่ขออนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ก่อนล่วงหน้า