The Journal of Chulabhorn Royal Academy
eISSN 2697-5203 (online)

Academic article

การบริโภคไขมันวัวและสุขภาพ

Beef Tallow Consumption and Health

ชุติมา ลิ้มมัทวาภิรัติ์

Chutima Limmatvapirat

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Faculty of Pharmacy, Silpakorn University

limmatvapirat_c@su.ac.th

Received: 10 October 2019; Revised: 25 November 2019; Accepted: 15 December 2019

บทคัดย่อ

ไขมันวัวที่บริโภคได้มีสีขาวนวลและแสดงสมบัติทางเคมีกายภาพสอดคล้องกับ Codex Standard for Named Animal Fats ไขมันวัวประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ และมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งเป็นส่วนน้อย ถึงแม้ว่า stearic acid จะเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่พบได้มากในไขมันวัว แต่กรดไขมันชนิดนี้ก็ไม่มีผลต่อระดับของ low-density lipoprotein cholesterol ในเลือด กรดไขมันที่มีคุณค่าที่พบได้ในไขมันวัว ได้แก่ conjugated linoleic acids, linoleic acid, gamma-linolenic acid, alpha-linolenic acid, arachidonic acid, docosapentaenoic acid, eicosapentaenoic acid และ docosahexaenoic acid นอกจากนี้ในไขมันวัวยังพบสารต้านออกซิเดชันต่าง ๆ เช่น เบตาแคโรทีน แอลฟา-โทโคฟีรอล และกลูตาไธโอน คุณค่าทางโภชนาการของกรดไขมันและสารต้านออกซิเดชันในไขมันวัวแสดงให้เห็นว่าการบริโภคไขมันวัวในปริมาณที่เหมาะสมอาจช่วยป้องกันโรคต่าง ๆ ได้ เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด ภาวะหลอดเลือดแข็ง โรคอัลไซเมอร์ มะเร็ง และข้ออักเสบรูมาตอยด์ จากรายงานก่อนหน้านี้พบว่าไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้ามีปริมาณ omega-3 เบตาแคโรทีน แอลฟา-โทโคฟีรอล และ conjugated linoleic acids สูงกว่าไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช

คำสำคัญ: ไขมันวัว ไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้า กรดไขมัน สารต้านออกซิเดชัน

© Chulabhorn Royal Academy. Terms and conditions of Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY NC ND 4.0) apply

Abstract

Edible beef tallow is off-white in color and its physicochemical properties are in compliance with the Codex Standard for Named Animal Fats. It is composed mainly of saturated fatty acids with some polyunsaturated fatty acids. Although stearic acid is the predominant saturated fatty acid in beef tallow, it has been shown to have a neutral effect on blood low-density lipoprotein cholesterol level. The valuable fatty acids found in beef tallow are conjugated linoleic acids, linoleic acid, gamma-linolenic acid, alpha-linolenic acid, arachidonic acid, docosapentaenoic acid, eicosapentaenoic acid, and docosahexaenoic acid. Furthermore, it has various antioxidant compounds including beta-carotene, alpha-tocopherol, and glutathione. The nutritional properties of fatty acids and antioxidants in beef tallow imply that the suitable tallow consumption may prevent diseases such as cardiovascular disease, atherosclerosis, Alzheimer's disease, cancer, and rheumatoid arthritis. Previous reports have found that grass-fed tallow contains more omega-3, beta-carotene, alpha-tocopherol, and conjugated linoleic acids than grain-fed tallow.

Keywords: beef tallow, grass-fed tallow, fatty acid, antioxidant

บทนำ (Introduction)

ไขมัน (fat) เป็นชีวโมเลกุลที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เพราะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของร่างกาย โดยทำหน้าที่เป็นหน่วยองค์ประกอบย่อย (building block) สำหรับเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ฟอสโฟลิปิด (phospholipid) และสฟิงโกลิปิด (spingolipid) ที่เกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณประสาทและการจำกันได้ของเซลล์ (cell recognition) ไขมันสัตว์เป็นวัตถุดิบจากธรรมชาติที่หาได้ง่าย ในแต่ละปีทั่วโลกจะใช้ประโยชน์จากไขมันสัตว์ในปริมาณสูงถึง 25 ล้านตัน ซากสัตว์ภายหลังการถูกฆ่าจะถูกนำไปใช้ในการบริโภคประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือจัดเป็นผลพลอยได้ (byproduct) ซึ่งส่วนหนึ่งคือไขมันสัตว์ที่สามารถนำมารับประทานได้[1]

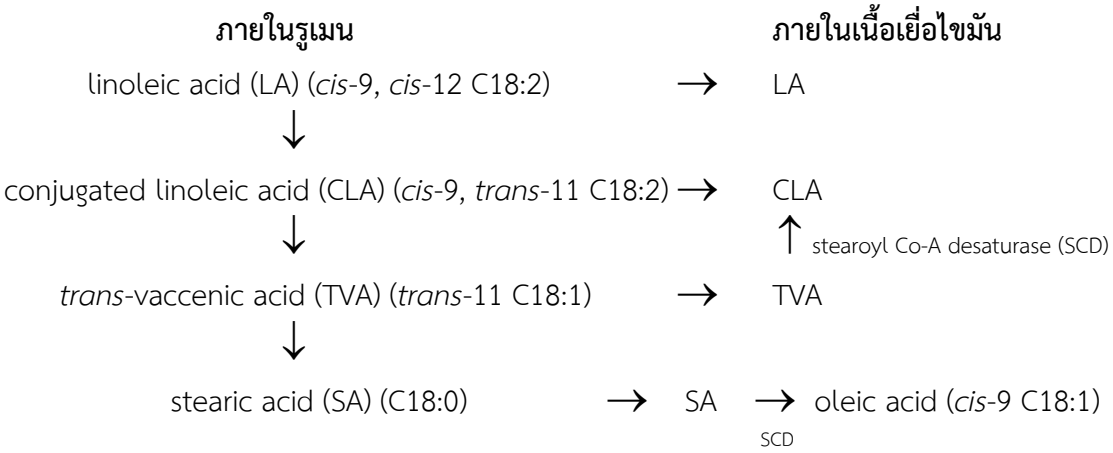
ไขมันวัว (beef tallow) เป็นไขมันแข็งที่ได้จากการเจียวเนื้อเยื่อไขมันของวัว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ไขมันวัวที่บริโภคได้ (edible tallow) เป็นไขมันที่ได้จากวัวที่มีสุขภาพดีและเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของ Codex Alimentarius International Food Standards และไขมันวัวที่มีคุณภาพดี (premiere jus หรือ oleo stock) เป็นไขมันวัวที่มีคุณภาพสูงเพราะเตรียมจากการเจียวเปียก (wet rendering) ที่อุณหภูมิต่ำ โดยใช้ไขมันสดจากอวัยวะภายในของวัว เช่น หัวใจ กระเพาะ ไต และลำไส้ ไขมันวัวชนิดนี้มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ มีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำกว่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ ไขมันวัวประกอบด้วยกรดไขมันที่มีอยู่ในปริมาณสูงประมาณ 9-10 ชนิด และประกอบด้วย *trans*-oleic acid อีกประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกรดไขมันชนิดนี้ได้มาจากการเปลี่ยนกรดไขมันในพืชที่อยู่ในอาหารของวัวให้กลายเป็น *trans*-oleic acid โดยการทำงานของแบคทีเรียในกระเพาะอาหารส่วนรูเมน (rumen) ทั้งนี้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ของไขมันวัวที่ได้จากอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อวัวจัดเป็นเนื้อเยื่อที่มีความเสี่ยง (specified risk material; SRM) ที่ไม่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์หรือสัตว์ได้ แต่สามารถนำมาใช้เตรียมไบโอดีเซลสำหรับทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้[2]

ไขมันส่วนใหญ่ที่พบในอาหารทั่วไปจะเป็นไขมันชนิดไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) หรือไตรเอซิลกลีเซอรอล (triacylglycerol) ซึ่งเป็นเอสเทอร์ (ester) ที่ประกอบด้วย กรดไขมัน (fatty acid) 3 โมเลกุล จับกับกลีเซอรอล (glycerol) 1 โมเลกุล ไขมันจะมี

สถานะเป็นของแข็งหรือของเหลวที่เรียกว่าน้ำมัน โดยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของกรดไขมัน (fatty acid profile) เช่น น้ำมันพืชมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ที่มีจุดหลอมเหลวสูง จึงมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ในขณะที่ไขมันสัตว์ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) ในปริมาณสูง จึงมีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง นอกจากไตรกลีเซอร์ไรด์ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในไขมันหรือน้ำมันสัตว์แล้ว ยังพบว่ามีฟอสโฟลิปิดและคอเลสเตอรอล (cholesterol) เป็นองค์ประกอบอีกด้วย[3] โดยทั่วไปไขมันสัตว์จะมีองค์ประกอบหลักเป็นกรดไขมันสายยาว (long-chain fatty acid) และ/หรือกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณสูง กรดไขมันอิ่มตัวมีจุดหลอมเหลวสูง มีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชัน (oxidation) และทนต่อความร้อน ดังนั้นไขมันหรือน้ำมันจากสัตว์จึงเหมาะแก่การนำไปใช้ทอดและปรุงอาหารที่ใช้ความร้อนสูง เพราะสามารถลดการเกิดกลิ่นหืน มีรสชาติดี และลดผลผลิตที่เป็นสารพิษที่เกิดจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (polymerization) ของไขมัน ในขณะที่น้ำมันพืชส่วนใหญ่มีองค์ประกอบหลักเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว ซึ่งไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและพอลิเมอไรเซชัน[4] ดังนั้นน้ำมันพืชจึงไม่เหมาะสำหรับการทอดและปรุงอาหารที่ใช้ความร้อนสูง

กรดไขมันแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งกรดไขมันอิ่มตัวเป็นกรดไขมันที่ไม่มีพันธะคู่ (double bond) ระหว่างอะตอมของคาร์บอนในสายโซ่อะลิฟาติก (aliphatic chain) กรดไขมันอิ่มตัวจะมีโครงสร้างที่สายโซ่ปราศจากพันธะคู่ ได้แก่ capric acid, myristic acid, palmitic acid และ stearic acid เป็นต้น สำหรับกรดไขมันไม่อิ่มตัว สามารถแบ่งย่อยออกเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid หรือ monoenoic fatty acid) ที่ประกอบด้วยพันธะคู่เพียง 1 พันธะ พบได้มากในธรรมชาติและในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งส่วนใหญ่จะมี oleic acid เป็นองค์ประกอบสำคัญ และกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (polyunsaturated fatty acid) ที่ประกอบด้วยพันธะคู่ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป ซึ่งพันธะคู่จะเกิดขึ้นบนตำแหน่งที่แตกต่างกันโดยเฉพาะกรดไขมันที่มีสายโซ่ยาว ซึ่งพันธะคู่อาจส่งผลให้ configuration ของโมเลกุลอยู่ในรูป *cis* หรือ *trans*[5] กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งบางชนิดจัดเป็นกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acid) ที่ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ ต้องได้รับจากการรับประทานอาหารเท่านั้น ตัวอย่างเช่น linoleic acid และ alpha-linolenic acid ดังนั้นร่างกายจึงต้องได้รับกรดไขมันเหล่านี้จากการบริโภคอาหาร ทั้งนี้ linoleic acid และ alpha-linolenic acid เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง ซึ่งจะถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ docosapentaenoic acid (DPA), eicosapentaenoic acid (EPA) และ docosahexaenoic acid (DHA) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มกรดไขมัน omega-3[6] มีรายงานว่า กรดไขมัน omega-6 และ omega-3 ที่พบในไขมันวัวสามารถทำให้มารดาและบุตรมีสุขภาพดีขึ้น มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการต่าง ๆ ของร่างกาย รวมถึงมีผลต่อความจำและสภาพจิตใจ[7,8]

Conjugated linoleic acids (CLA) จัดอยู่ในกลุ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง ที่มีคาร์บอน 2 อะตอม คั่นระหว่างพันธะคู่ที่อยู่ติดกัน ในธรรมชาติ CLA จะอยู่ในรูป *trans* configuration ซึ่งมักพบในเนื้อและน้ำนมของสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น วัว และแกะ[5] มีรายงานว่าในเนื้อและนมของสัตว์เคี้ยวเอื้องประกอบด้วยของผสม conjugated isomer ของ linoleic acid ซึ่งไอโซเมอร์ชนิดหนึ่งที่สำคัญในกลุ่มนี้ คือ *cis*-9, *trans*-11 CLA isomer (rumenic acid) ที่มีในปริมาณสูงถึง 80-90 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณ CLA ทั้งหมดในเนื้อของสัตว์เคี้ยวเอื้อง[9] มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง (anti-carcinogenic effect) และต้านการแข็งตัวของหลอดเลือด (anti-atherogenic effect)[10,11]



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันภายในรูเมนและในเนื้อเยื่อไขมันของสัตว์เคี้ยวเอื้อง[12,13]

การสังเคราะห์ CLA เกิดจากกระบวนการ bacterial isomerization และ/หรือ biohydrogenation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งภายในกระเพาะอาหารส่วนรูเมน และปฏิกิริยาการเติมพันธะคู่ (desaturation) ของกรดไขมันทรานส์ในเนื้อเยื่อไขมันและต่อมน้ำนม (รูปที่ 1)[12,13] CLA มีผลดีต่อสุขภาพหลายประการ เช่น กระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ลดอุบัติการณ์ในการเกิดโรคมะเร็ง โรคหัวใจ ภาวะหลอดเลือดแข็ง และชะลอการเกิดโรคเบาหวาน[14,15] อย่างไรก็ตามการบริโภค CLA ในปริมาณที่สูงเกินไป โดยเฉพาะการรับประทานในรูปของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารอาจทำให้เกิดผลข้างเคียง เช่น การระคายเคืองกระเพาะอาหารและทางเดินอาหาร ทำให้เมแทบอลิซึมของกลูโคส/อินซูลินผิดปกติ และมีผลต่อการทำงานของตับ[16,17] เป็นต้น จากการศึกษาทางระบาดวิทยาคาดว่าการได้รับ CLA วันละ 95 มิลลิกรัม จากการดื่มนมจะสามารถลดการเกิดมะเร็งเต้านมในสตรีได้[18] การได้รับ CLA วันละ 3 กรัม จากการรับประทานเนยแข็งจะกระตุ้นการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายได้ดีและมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง[19] นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการรับประทาน CLA วันละ 620 และ 441 มิลลิกรัม ในผู้ชายและผู้หญิงตามลำดับ จะสามารถป้องกันการเกิดโรคมะเร็งได้[20] ดังนั้นการบริโภคไขมันวัวที่ประกอบด้วย CLA จึงมีประโยชน์ต่อสุขภาพและปลอดภัยมากกว่าการได้รับ CLA ในรูปของผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

จากการศึกษาเชิงสังเกตการณ์ไปข้างหน้า พบว่าการลดปริมาณการบริโภคไขมันอิ่มตัวและเพิ่มปริมาณการบริโภคไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งและไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสามารถลดโอกาสในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular disease) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิตในมนุษย์ นอกจากนี้การบริโภคไขมันไม่อิ่มตัวทดแทนไขมันอิ่มตัวยังสามารถลดระดับ low-density lipoprotein cholesterol (LDL-cholesterol) ลงได้ ทั้งนี้ LDL-cholesterol เป็นสาเหตุของภาวะหลอดเลือดแข็ง (atherosclerosis) ที่สัมพันธ์กับการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด[21] ถึงแม้ว่าเนื้อวัวจะเป็นแหล่งของโปรตีนและสารสำคัญต่าง ๆ ที่มีผลดีต่อร่างกายก็ตาม แต่กรดไขมันอิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบของไขมันวัวที่แทรกอยู่ในเนื้อแดงก็อาจทำให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมาได้ นอกจากนี้ยังมีความเชื่อว่ากรดไขมันอิ่มตัวในไขมันวัวส่งผลเสียต่อสุขภาพเพราะทำให้ระดับ LDL-cholesterol ในเลือดมีค่าสูงขึ้น อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าการบริโภคกรดไขมันอิ่มตัว โดยเฉพาะ stearic acid ที่พบได้ในปริมาณสูงในไขมันวัวไม่มีผลต่อระดับ LDL-cholesterol ในเลือด[22]

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าไขมันวัว

ประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิดที่มีผลต่อสุขภาพร่างกายของมนุษย์ ดังนั้นหากทราบถึงข้อมูลองค์ประกอบของกรดไขมันและสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆ ในไขมันวัวจะทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกรับประทานไขมันวัวได้อย่างเหมาะสม

องค์ประกอบและฤทธิ์ทางชีวภาพของกรดไขมันในไขมันวัว

โครงการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ โดยคณะกรรมาธิการมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ (Codex Alimentarius Commission, Joint FAO/ WHO Food Standards Programme) ได้กำหนด Codex Standard for Named Animal Fats (CODEX-STAN 211 - 1999) ซึ่งระบุไว้ว่าไขมันวัวที่รับประทานได้ (edible tallow) ชนิดที่เป็นน้ำมันไหลซึมออกมา (dripping) มีสีขาวนวล เตรียมได้จากการเจียว (rendering) เนื้อเยื่อไขมันที่มาจากการตัดและตัดแต่งชิ้นไขมันในขณะที่แล่เนื้อและกระดูกของวัวสุขภาพดีที่ถูกฆ่า[23] ซึ่งเหมาะแก่การบริโภคของมนุษย์ ไขมันวัวที่รับประทานได้จะต้องมีสัดส่วนของกรดไขมันที่เหมาะสมดังนี้ กรดไขมันอิ่มตัว 46-55 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ myristic acid 1-1.5 เปอร์เซ็นต์ palmitic acid 24-28 เปอร์เซ็นต์ stearic acid 20-24 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันไม่อิ่มตัว 45-51 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ palmitoleic acid 2-3 เปอร์เซ็นต์ oleic acid 40-43 เปอร์เซ็นต์ linoleic acid 2-4 เปอร์เซ็นต์ และ linolenic acid <1 เปอร์เซ็นต์[23] ทั้งนี้องค์ประกอบของกรดไขมันในไขมันวัวจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สายพันธุ์ อายุ สิ่งแวดล้อม และอาหาร เป็นต้น[24,25] ถึงแม้ว่าไขมันวัวจะประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว โดยเฉพาะ stearic acid และ palmitic acid ในปริมาณสูงก็ตาม แต่มีรายงานว่า stearic acid ไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือด[26,27] อีกทั้งไขมันวัวยังประกอบด้วยคอเลสเตอรอลในปริมาณต่ำ นอกจากนี้ oleic acid ซึ่งจัดเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวที่พบในไขมันวัวยังมีผลลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด[28] จึงคาดว่าการบริโภคไขมันวัวที่ประกอบด้วย oleic acid ในปริมาณสูงและกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งจะส่งผลดีต่อสุขภาพ โดยช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดสมองและมีผลลดความดันโลหิต จากรายงานการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ที่พบในไขมันวัว สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กรดไขมันที่พบในไขมันวัวและฤทธิ์ทางชีวภาพ

กรดไขมัน	ฤทธิ์ทางชีวภาพ	เอกสารอ้างอิง
Capric acid (C10:0) Lauric acid (C12:0)	ต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ต้านการอักเสบ ลดระดับคอเลสเตอรอล	29
Myristic acid (C14:0) Pentadecanoic acid (C15:0) Behenic acid (C22:0)	ต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา	25, 30-32
Palmitic acid (C16:0)	ต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ ต้านออกซิเดชัน (DPPH method) ต้านการเกิดโรคหลอดเลือดแดงแข็ง	25, 27, 30-33
Palmitoleic acid (C16:1 *cis*-7)	ช่วยให้การทำงานของตับดีขึ้น ต้านการอักเสบ	34
Margaric acid (C17:0)	ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด	28, 31, 35
Margaroleic acid (C17:1 *cis*-9)	ลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมาก เต้านม และลำไส้ใหญ่	36
Oleic acid (C18:1 *cis*-9)	ต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ต้านการอักสบ ลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งและภาวะหลอดเลือดแข็ง กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ช่วยสมานแผล และซ่อมแซมผิวหนัง	25, 27, 30-33, 37

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กรดไขมัน	ฤทธิ์ทางชีวภาพ	เอกสารอ้างอิง
trans-Vaccenic acid (C18:1 *trans*-11)	เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ CLA ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ต้านเซลล์มะเร็งเต้านม (MCF-7 cell)	38
Linoleic acid (C18:2 n-6)	ต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ต้านการอักเสบ กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ลดขนาดของก้อนเนื้องอก ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ลดการเกิดโรคกระดูกพรุน ลดความดันโลหิต ลดระดับ LDL cholesterol และไตรกลีเซอไรด์	25, 30-32, 37-40
alpha-Linolenic acid (C18:3 n-3)	ต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ต้านการอักเสบ สร้าง EPA และ DHA ที่จำเป็นต่อการทำงานของระบบประสาทและสมอง กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด	25, 30-32, 37, 41
gamma-linolenic acid (C18:3 n-6)	ต้านการอักเสบ	42
Arachidic acid (C20:0)	ต้านแบคทีเรีย	25, 30-32
Dihomo-gamma-linolenic acid (C20:3 n-6)	เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ prostaglandin E1 ที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ต้านมะเร็ง ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคผื่นภูมิแพ้ผิวหนัง โรคหัวใจและหลอดเลือด	43-45
Arachidonic acid (C20:4 n-6)	เป็นส่วนสำคัญในการสร้างฟอสโฟลิปิด ช่วยสมานแผล ต้านการอักเสบ กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน	46
Eicosapentaenoic acid (C20:5 n-3, EPA) Docosahexaenoic acid (C22:6 n-3, DHA)	จำเป็นต่อการทำงานของระบบประสาทและสมอง ต้านแบคทีเรีย ป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด ภาวะหลอดเลือดแข็ง โรคอัลไซเมอร์ โรคสมองเสื่อม โรคซึมเศร้า และข้ออักเสบรูมาตอยด์	47, 48

จากการศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมันในกล้ามเนื้อสะโพกและกล้ามเนื้อต้นขาหลังของวัว พบว่าไขมันที่แทรกอยู่ในกล้ามเนื้อทั้ง 2 ชนิด มีองค์ประกอบของกรดไขมันเหมือนกันแต่มีปริมาณแตกต่างกัน ตัวอย่างของกรดไขมันที่พบ ได้แก่ กรดไขมันอิ่มตัว (เช่น myristic acid, palmitic acid และ stearic acid) กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (เช่น palmitoleic acid และ oleic acid) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (เช่น linoleic acid, gamma-linolenic acid, alpha-linolenic acid, arachidonic acid, EPA, DHA, omega-3 และ omega-6)[27,32] จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบของกรดไขมันในไขมันวัวมีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็นต่อการทำงานของระบบประสาทและสมอง นอกจากนี้กรดไขมันชนิดอื่น ๆ ที่พบในไขมันวัวยังมีฤทธิ์ป้องกันหรือต้านการเกิดโรคต่าง ๆ ได้อีกด้วย

การบริโภคไขมันวัวที่มีผลต่อสุขภาพ

ไขมันวัวจัดเป็นอาหารของมนุษย์ที่ให้พลังงานสูง อีกทั้งยังประกอบด้วยกรดไขมันจำเป็นที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของร่างกาย ไขมันวัวช่วยเพิ่มกลิ่นและรสชาติของอาหาร โดยเฉพาะการทอดที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง จึงส่งผลให้บางประเทศในยุโรปและเอเชีย เช่น เบลเยี่ยมและสหราชอาณาจักรใช้ไขมันวัวในการทอดปลาและมันฝรั่ง กรดไขมันมีประโยชน์ต่อร่างกายหลายประการ เช่น ให้พลังงานสูง เป็นแหล่งสะสมของวิตามินที่ละลายในไขมัน เช่น วิตามินเอ ดี อี เค เป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็นที่ร่างกายสร้างเองไม่ได้ กรดไขมันจำเป็นที่พบในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมโดยเฉพาะ linoleic acid และ alpha-linolenic acid ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม omega-3 และ omega-6 ตามลำดับ[2] มีประโยชน์ต่อร่างกายในแง่ของการเสริมสร้างการเจริญเติบโต มีความสำคัญต่อการสร้างผนังเซลล์ ทำให้ผิวหนังแข็งแรง และปกป้องอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารสำคัญต่าง ๆ

ในร่างกาย เช่น prostaglandins, prostacyclins, thromboxanes, leukotrienes, lipossines และ resolvines ซึ่งมีผลต่อการทำงานของเซลล์[49] นอกจากนี้ร่างกายยังใช้กรดไขมันในการสังเคราะห์ไขมันชนิดมีขั้ว (polar lipid) เช่น ฟอสโฟลิปิด และไกลโคลิปิด ซึ่งเป็นองค์ประกอบของชั้นไขมันแบบสองชั้นของเซลล์เมมเบรน ดังนั้นกรดไขมันจึงมีความสำคัญต่อโครงสร้างของเซลล์[49] กรดไขมันช่วยควบคุมการทำงานของเอนไซม์ การแสดงออกของยีนที่สัมพันธ์กับกระบวนเมแทบอลิซึมของไขมัน เป็นองค์ประกอบของสฟิงโกลิปิดที่มีความสำคัญต่อกระบวนการส่งสัญญาณและการจำกันได้ของเซลล์[2] จึงกล่าวได้ว่ากรดไขมันที่พบในไขมันวัวมีความสำคัญต่อการทำงานของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย

วิตามินอี จัดเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ที่มีผลควบคุมการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกและการแสดงออกของยีน โดยทั่วไปไขมันที่แทรกในเนื้อวัวจะประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง แต่ภายหลังขั้นตอนการแล่เนื้อวัวจะเกิดการออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการหืน ทั้งนี้วิตามินอีในไขมันวัวจะช่วยต้านการเกิดออกซิเดชัน นอกจากนี้วิตามินอียังช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารอีกด้วย[50] มีรายงานว่าไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้าจะมีวิตามินอีในปริมาณสูง จึงลดโอกาสในการเกิดการหืนจึงมีรสชาติดี แต่อย่างไรก็ตามปริมาณวิตามินอีในเนื้อวัวจะลดลงเมื่อวัวได้รับการเลี้ยงดูด้วยอาหารสูตรเข้มข้นหรือธัญพืช จึงส่งผลให้อายุในการเก็บรักษาเนื้อวัวสั้นลงและสูญเสียรสชาติ[32]

ไขมันวัวประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณสูง เนื่องจากกระเพาะในส่วนรูเมนของวัวสามารถสังเคราะห์กรดไขมันอิ่มตัวโดยเฉพาะ stearic acid ได้ในปริมาณสูง โดยสังเคราะห์จากกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งด้วยกระบวนการเติมไฮโดรเจนตามธรรมชาติ นอกจากนี้ไขมันวัวยังประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง แต่พบกรดไขมันทรานส์ในปริมาณค่อนข้างต่ำ[51] ทั้งนี้มีรายงานว่าการบริโภคกรดไขมันทรานส์ทำให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์ต่อหลอดเลือดหัวใจได้สูงกว่าการบริโภคกรดไขมันอิ่มตัว[52] ในกรณีของวัวที่อ้วนหรือสะสมไขมันในร่างกายสูงจะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งในสัดส่วนที่ลดต่ำลงอย่างมาก อย่างไรก็ตามไขมันที่แทรกในเนื้อสัตว์จะทำให้เนื้อสัตว์มีกลิ่นและรสชาติที่ดี ซึ่งจะสวนทางกับคุณค่าทางโภชนาการ[32] ดังนั้นการบริโภคไขมันวัวในปริมาณที่เหมาะสมจึงมีผลดีต่อสุขภาพร่างกาย

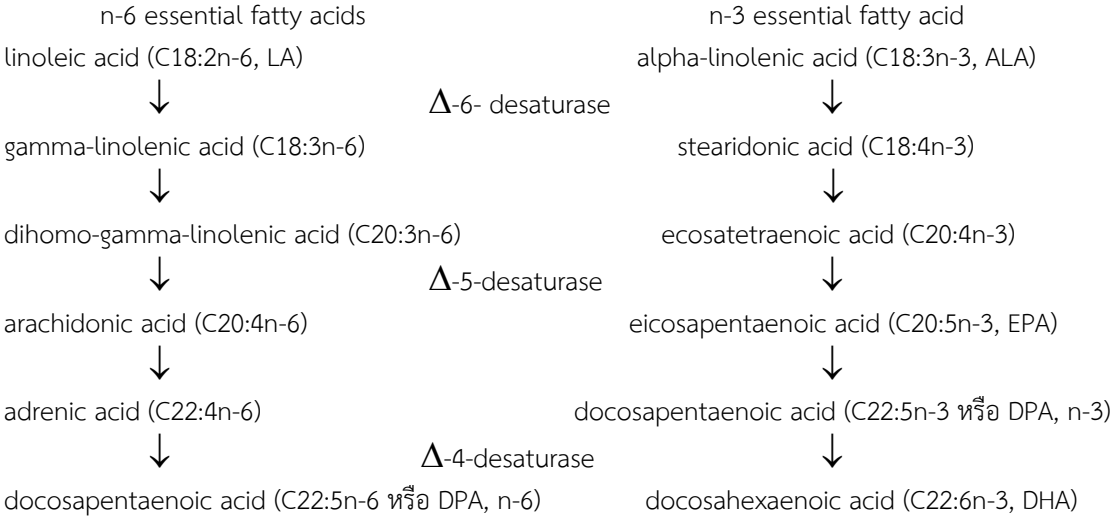
อย่างไรก็ตามการบริโภคไขมันสัตว์ที่อุดมไปด้วยกรดไขมันอิ่มตัวเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำหนักตัวเกินหรือเกิดโรคอ้วน และเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด[53] มีรายงานว่านกกระทาญี่ปุ่นที่ได้รับคอเลสเตอรอลในปริมาณสูงจากไขมันวัวจะมีการสะสมของ LDL-cholesterol เพิ่มขึ้นในเลือด ส่งผลให้เกิดภาวะไขมันในเลือดสูงและหลอดเลือดแดงแข็ง[54] ทั้งนี้เนื้อวัวส่วนที่เป็นเนื้อแดงจะมีกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณที่ต่ำกว่าเนื้อวัวส่วนอื่น ๆ[55] จึงไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพหากรับประทานในปริมาณที่เหมาะสม ด้วยเหตุนี้ในปัจจุบันเนื้อวัวส่วนที่เป็นเนื้อแดงซึ่งมีไขมันต่ำเพียง 2-3 เปอร์เซ็นต์ จึงได้รับความนิยมในการบริโภคมากขึ้น[56]

ต่อมาได้มีการศึกษาผลของกรดไขมันอิ่มตัวที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวที่รับประทานเข้าสู่ร่างกาย และอุบัติการณ์การเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด หรือโรคหลอดเลือดสมอง (stroke) ในขณะที่การบริโภคกรดไขมันทรานส์ซึ่งพบได้มากในน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจน มีผลเพิ่มระดับ LDL-cholesterol และไตรกลีเซอไรด์ในเลือด นอกจากนี้ยังมีผลลดระดับ high-density lipoprotein cholesterol (HDL-cholesterol) ได้อีกด้วย ดังนั้นกรดไขมันทรานส์จึงส่งผลเสียต่อระดับไขมันในเลือดและเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้มากกว่าการบริโภคไขมันสัตว์ที่อุดมไปด้วยกรดไขมันอิ่มตัว[57] จากการศึกษาแบบสังเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์อภิมาน ในงานวิจัย 60 ผลงาน พบว่าการบริโภคกรดไขมันทรานส์มีผลเพิ่มความเสี่ยงในการเกิด

โรคหัวใจและหลอดเลือดได้มากกว่าการบริโภคกรดไขมันอิ่มตัวถึง 7.3 เท่า[52]

อย่างไรก็ตามไม่ใช่กรดไขมันอิ่มตัวทุกชนิดจะมีผลเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ตัวอย่างเช่น lauric acid และ myristic acid มีผลเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลทั้งหมดในเลือดได้มากกว่า palmitic acid ในทางตรงกันข้าม stearic acid จะไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลทั้งหมดในเลือด ซึ่งหมายรวมถึงการไม่มีผลต่อ LDL-cholesterol และ HDL-cholesterol ในขณะที่ lauric acid มีผลเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลทั้งหมดในเลือด แต่มีผลลดอัตราส่วนระหว่างคอเลสเตอรอลทั้งหมดและ HDL-cholesterol เนื่องจาก lauric acid มีผลเพิ่มสัดส่วนของ HDL-cholesterol ได้มาก[52] จากรายงานการวิจัยในอาสาสมัครที่มีภาวะคอเลสเตอรอลสูง พบว่าการบริโภคเนื้อแดงที่มีไขมันต่ำไม่มีผลเพิ่มระดับ LDL-cholesterol ในเลือด[58] ดังนั้นจึงควรพิจารณาบริโภคกรดไขมันแต่ละชนิดอย่างเหมาะสม ไม่ควรบริโภคกรดไขมันตามการจัดกลุ่ม (lipid classification) ที่แบ่งไขมันออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ เนื่องจากกรดไขมันแต่ละชนิดมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ควรบริโภคอาหารจำพวกไขมันอย่างเหมาะสมเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการบริโภคกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณที่มากเกินไปจะเป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคหลอดเลือดหัวใจ ดังนั้นในปัจจุบันจึงแนะนำให้บริโภคไขมันและกรดไขมันอิ่มตัวเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานของร่างกายในสัดส่วนที่ลดลง โดยให้มีค่าต่ำกว่า 0.35 และ 0.10 ของปริมาณไขมันทั้งหมดที่บริโภค ตามลำดับ ทั้งนี้อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวและกรดไขมันอิ่มตัวควรมีค่าประมาณ 0.45 และควรเพิ่มการบริโภค omega-3 ให้มากขึ้นโดยให้มีปริมาณใกล้เคียงกับ omega-6[59] มีรายงานว่า alpha-linolenic acid ที่พบในไขมันวัวเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กรดไขมันในกลุ่ม omega-3 โดยกรดไขมันชนิดนี้ส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนไปเป็น EPA และบางส่วนจะถูกเปลี่ยนไปเป็น DHA (รูปที่ 2) แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นน้อยมาก (ต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์)[60] ดังนั้นจึงแนะนำให้บริโภคกรดไขมันในกลุ่ม omega-3 ในอาหารเพิ่มมากขึ้น เพื่อลดปัญหาการเสียสมดุลของอัตราส่วนของ omega-6/omega-3 (อัตราส่วนของ omega-6/omega-3 ที่ร่างกายมนุษย์ควรได้รับในแต่ละวัน คือ 1/1) โดยเฉพาะการแนะนำให้บริโภคไขมันจากอาหารที่อุดมด้วย alpha-linolenic acid ได้แก่ เนื้อวัว ปลา และไข่



รูปที่ 2 เมแทบอลิซึมและการเพิ่มความยาวสายโซ่ของ linoleic acid (C18:2n-6) และ alpha-linolenic (C18:3n-3)[59,60]

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าเนื้อวัวจะประกอบด้วยกรดไขมันในกลุ่ม omega-3 ในปริมาณที่ต่ำกว่าที่พบในปลาก็ตาม แต่เนื้อวัวก็เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์[61] omega-3 จัดเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งและเป็นกรดไขมันจำเป็นต่อร่างกาย โครงสร้างทางเคมีของประกอบด้วยคาร์บอนจำนวน 20 อะตอม มีพันธะคู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ที่อยู่ถัดจากหมู่เมทิล omega-3 มีผลดีต่อสุขภาพร่างกายหลายประการ เช่น ลดอุบัติการณ์การเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ลดกระบวนอาการอักเสบที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดข้ออักเสบรูมาตอยด์ (rheumatoid arthritis) ต้านการอักเสบของหัวใจ ป้องกันการอักเสบที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่ถูกทำลาย ป้องกันการลุกลามของจุลชีพเข้าสู่ร่างกาย กระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันและลดความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน[62] EPA และ DHA เป็นกรดไขมันในกลุ่ม omega-3 ที่ช่วยป้องกันภาวะหลอดเลือดแข็ง หัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน อาการซึมเศร้า และโรคมะเร็ง[47,48] โดยทั่วไปร่างกายมนุษย์ต้องการ DHA เพื่อเสริมสร้างการทำงานและพัฒนาการของสมอง หากได้รับ DHA ในปริมาณต่ำจะส่งผลให้ระดับ serotonin ในสมองลดลง และมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของโรคซึมเศร้าและฆ่าตัวตาย จึงแสดงให้เห็นว่าระดับ omega-3 ในร่างกายมีความสัมพันธ์กับอาการซึมเศร้า นอกจากนี้การบริโภค omega-3 ยังช่วยลดอุบัติการณ์ของการสูญเสียความจำเมื่ออายุมากขึ้น และลดความเสี่ยงในการเกิดโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease)[63] สถาบันสุขภาพแห่งชาติแนะนำให้ผู้ใหญ่บริโภค EPA และ DHA 650 มิลลิกรัม/วัน alpha-linolenic acid 2.22 กรัม/วัน และ linoleic acid 4.44 กรัม/วัน ในขณะที่สถาบันการแพทย์แนะนำให้บริโภค alpha-linolenic acid ประมาณ 1.1 ถึง 1.6 กรัม/วัน และ linoleic acid 12-17 กรัม/วัน จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าเนื้อวัวก็เป็นแหล่งของ omega-3 โดยเฉพาะ EPA, DPA และ DHA ซึ่งมีผลดีต่อสุขภาพร่างกาย[64]

มีรายงานว่าวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้าและไม่อ้วนจะมีเนื้อเยื่อไขมันที่ประกอบด้วย omega-3 ในปริมาณสูงกว่า แต่มีกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัวที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงแต่มีไฟเบอร์ต่ำ[65] อาหารที่มีอัตราส่วนของ omega-6 / omega-3 ประมาณ 4 / 1 จะช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด อย่างไรก็ตามอาหารที่มี omega-6 มากกว่า omega-3 ประมาณ 11-30 เท่า จะเพิ่มอัตราเสี่ยงในการเกิดความผิดปกติต่าง ๆ ของร่างกายจากกระบวนการอักเสบ[66] ไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้าหรือธัญพืชจะมีปริมาณของ omega-6 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้าจะมีปริมาณของ omega-3 สูงกว่าไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช[67] ซึ่งจากการศึกษาไขมันที่แทรกในเนื้อวัวพบว่าเนื้อจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้ามีอัตราส่วนของ omega-6/omega-3 เฉลี่ยเท่ากับ 1.53 ในขณะที่เนื้อจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืชมีอัตราส่วนของ omega-6/omega-3 เฉลี่ยเท่ากับ 7.65 ดังนั้นเนื้อจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้าจึงมีอัตราส่วนของ omega-6/omega-3 อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกว่าเนื้อจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช[60,67] นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสายพันธุ์ของวัวและอาหารที่วัวได้รับมีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อเยื่อไขมันของวัว[25] ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาสายพันธุ์และวิธีการเลี้ยงวัวเพื่อเพิ่มปริมาณ omega-3 ในไขมันวัวให้มากขึ้น

Linoleic acid เป็นกรดไขมันที่สำคัญในเนื้อวัว ที่สามารถเปลี่ยนไปเป็น arachidonic acid ที่มีสายโซ่ยาวขึ้น และจะแทรกเข้าไปในโมเลกุลของฟอสโฟลิปิด ทั้งนี้ arachidonic acid เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาระบบประสาท ช่วยลดระดับ LDL-cholesterol และป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด linoleic acid และ alpha-linolenic acid เป็นกรดไขมันจำเป็นที่พบในเนื้อวัว และจะพบได้มากขึ้นในวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้า นอกจากนี้กรดไขมันดังกล่าวยังเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ EPA และ DHA ที่มีฤทธิ์ต้านอักเสบและกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย[47,48] ทั้งนี้วัวซึ่งเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่เนื้อเยื่อไขมันมีการสะสมของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพหลากหลายดังตารางที่ 1 โดยเฉพาะ linoleic acid, alpha-linolenic acid และ gamma-linolenic acid ซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีสายโซ่ยาว 18 คาร์บอน ในขณะที่หมูจะสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งที่มีสายโซ่ยาว 20-22 คาร์บอน ดังนั้นเนื้อวัวจึงมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าเนื้อหมู อย่างไรก็ตามไขมันวัวที่ไม่อิ่มตัวจะถูกออกซิไดซ์ในอากาศได้ง่ายกว่าไขมันหมู ถึงแม้ว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งในไขมันวัวจะเกิดออกซิเดชันได้ง่าย แต่วิตามินอีที่อยู่ในเนื้อวัวจะช่วยต้านการเกิดออกซิเดชันของไขมันวัวได้ โดยเฉพาะไขมันวัวจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้าจะมีวิตามินอีในปริมาณสูง จึงช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชันและเพิ่มอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น[32] การเลี้ยงวัวด้วยหญ้าจะสามารถเพิ่มปริมาณ CLA, *trans*-vaccenic acid และ omega-3 ในไขมันวัวได้ ในขณะที่ความเข้มข้นของกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด (total SFAs) ไม่แตกต่างจากไขมันของวัวที่ได้รับอาหารจำพวกธัญพืช ทั้งนี้วัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันอิ่มตัว โดยพบการเพิ่มขึ้นของ stearic acid ซึ่งเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่ไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือด รวมถึงการลดลงของ myristic acid และ palmitic acid[6] นอกจากนี้ยังมีหลายงานวิจัยที่พบว่าไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้ามีการเพิ่มขึ้นของสารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์วิตามินเอและวิตามินอี รวมถึงสารต้านออกซิเดชันที่แสดง superoxide dismutase (SOD) activity และ catalase (CAT) activity ได้ดีกว่าไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช[6] มีรายงานว่าไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืชมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว โดยเฉพาะ oleic acid ในปริมาณที่สูงกว่าไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้า ทั้งนี้มีรายงานว่าการบริโภคกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตจากโรคหัวใจและหลอดเลือด[68] อย่างไรก็ตามไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้ามีองค์ประกอบของ *trans*-vaccenic acid ในปริมาณที่สูงกว่าไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช ซึ่ง *trans*-vaccenic acid จัดเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ CLA ภายในร่างกาย และมีฤทธิ์ต้านมะเร็งได้ดีมาก[38] จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าไขมันจากวัวอุดมไปด้วยกรดไขมันที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ฤทธิ์ต้านอักเสบ และกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

แคโรทีนอยด์ (carotenoids) เป็นกลุ่มสารประกอบจากธรรมชาติจำพวกเม็ดสีที่สังเคราะห์ขึ้นจากพืชชั้นสูง สารในกลุ่มนี้ได้แก่ xanthophylls, carotene และ lycopene ซึ่งมีสีเหลือง ส้ม และแดง

ตามลำดับ ดังนั้นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยพืชชั้นสูงจึงมีแคโรทีนอยด์เป็นองค์ประกอบในน้ำนมและเนื้อสัตว์ วัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้ามักมีไขมันสีเหลือง เนื่องจากมีแคโรทีนอยด์เป็นองค์ประกอบในไขมันในปริมาณที่สูงกว่าที่พบในไขมันวัวทั่วไป ถึงแม้ว่าไขมันสีเหลืองของวัวจะไม่ได้รับความนิยมในการนำไปบริโภคก็ตาม แต่ไขมันชนิดนี้มีองค์ประกอบของกรดไขมันที่ดีต่อสุขภาพและมีสารต้านออกซิเดชันในปริมาณสูง[69] ทั้งนี้ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่พบในพืชจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์พืช วิธีการและฤดูกาลเพาะปลูก อย่างไรก็ตามการแปรรูปหญ้าโดยเฉพาะการเตรียมเป็นหญ้าหมักหรือฟางจะมีผลทำลายแคโรทีนอยด์ในหญ้า จึงส่งผลให้วัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้าแปรรูปมีปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อเยื่อไขมันลดลง[70] เบตาแคโรทีน (beta-carotene) จัดเป็นแคโรทีนอยด์ที่เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์เรตินอล (retinol) หรือวิตามินเอ ที่ละลายในไขมัน ซึ่งมีผลต่อการมองเห็นของดวงตา การเจริญเติบโตของกระดูก การสืบพันธุ์ การแบ่งเซลล์ และการเปลี่ยนสภาพของเซลล์ (cell differentiation) โดยเฉพาะเซลล์เยื่อบุผิวของลูกตา ทางเดินหายใจ ทางเดินปัสสาวะ และลำไส้ นอกจากนี้ยังมีผลต่อความแข็งแรงของเยื่อบุผิวในการทำหน้าที่ป้องกันการติดเชื้อไวรัสและแบคทีเรีย มีผลต่อการควบคุมการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันโดยเฉพาะการสร้างและการทำงานของเม็ดเลือดขาว[71,72] สถาบันการแพทย์ได้แนะนำให้บริโภคเบตาแคโรทีน วันละ 3 มิลลิกรัม เพื่อรักษาระดับเบตาแคโรทีนในเลือดให้อยู่ในช่วงที่ร่างกายทำงานได้ปกติและมีความเสี่ยงต่ำต่อการเกิดโรคเรื้อรัง ทั้งนี้มีรายงานว่าเนื้อเยื่อไขมันของวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้าในทุ่งเลี้ยงสัตว์มีปริมาณเบตาแคโรทีน (0.45 ไมโครกรัม/กรัม) สูงกว่าที่พบในเนื้อเยื่อไขมันของวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช (0.06 ไมโครกรัม/กรัม) ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่สูงกว่าถึง 7 เท่า[73] จึงคาดว่าการเลี้ยงดูวัวด้วยหญ้าสดที่มีเบตาแคโรทีนในปริมาณสูง จะทำให้เนื้อวัวมีปริมาณเบตาแคโรทีนสูงตามไปด้วย

วิตามินอี เป็นสารต้านออกซิเดชันที่สามารถป้องกันเซลล์จากอนุมูลอิสระซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น มีรายงานว่าการรับประทานวิตามินอีในรูปของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสามารถป้องกันและชะลอการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจได้[74] วิตามินอีสามารถขัดขวางการเกิดไนโตรซามีน (nitrosamines) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของอาหารที่ประกอบด้วยไนเตรต (nitrates) ภายในกระเพาะอาหารได้ นอกจากนี้วิตามินอียังช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของก้อนมะเร็งโดยช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน[74,75] ปริมาณของวิตามินอีที่ควรได้รับในแต่ละวัน คือ 22 IU (ในรูปของวิตามินอีจากธรรมชาติ) หรือ 33 IU (ในรูปของวิตามินอีจากการสังเคราะห์) ซึ่งสมมูลกับวิตามินอี 15 มิลลิกรัม[76] วิตามินอีเป็นวิตามินที่ละลายในไขมันจึงพบได้ในไขมันวัว วิตามินอีประกอบด้วย 8 ไอโซเมอร์ที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ดี ทั้งนี้มีรายงานว่าแอลฟา-โทโคฟีรอล (alpha-tocopherol) ซึ่งเป็นไอโซเมอร์ชนิดหนึ่งของวิตามินอี มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ดีที่สุด[76] มีหลายงานวิจัยที่ค้นพบว่าเนื้อแทรกไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้าประกอบด้วยแอลฟา-โทโคฟีรอล (2.10-7.73 ไมโครกรัม/กรัม) ในปริมาณที่สูงกว่าเนื้อแทรกไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช (0.75-2.92 ไมโครกรัม/กรัม) ประมาณ 3 เท่า[77] ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์จากเนื้อวัวที่มีปริมาณแอลฟา-โทโคฟีรอล

ประมาณ 3-4 ไมโครกรัม/กรัม จะมีอายุการเก็บรักษา (shelf life) ที่ยาวนานขึ้น[78] เนื่องจากแอลฟา-โทโคฟีรอลสามารถลดการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันในเนื้อเยื่อไขมันของวัว ซึ่งเป็นสาเหตุของการหืน รวมถึงลดการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์จากเนื้อวัวได้ โดยแอลฟา-โทโคฟีรอลจะขัดขวางการเปลี่ยน myoglobin ไปเป็น metmyoglobin ที่ทำให้เนื้อวัวเกิดสีน้ำตาลเข้ม[79]

กลูตาไธโอน (glutathione) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีโครงสร้างเป็นไตรเปปไทด์ (tripeptide) ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 ชนิด คือ cysteine, glutamic acid และ glycine กลูตาไธโอนเป็นส่วนประกอบของระบบเอนไซม์ glutathione oxidase และ glutathione reductase ทั้งนี้กลูตาไธโอนภายในเซลล์จะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระโดยเฉพาะไฮโดรเจนเปอร์ไซด์ ดังนั้นกลูตาไธโอนจึงสามารถปกป้องเซลล์จากกระบวนการออกซิเดชันของไขมันและป้องกันการทำลายดีเอ็นเอภายในเซลล์ กลูตาไธโอนและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องสามารถพบได้ทั่วไปในเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ที่มนุษย์และสัตว์ใช้เป็นอาหารและจะถูกดูดซึมผ่านลำไส้เล็ก[80] อาหารที่มีกลูตาไธโอนเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่ต่ำกว่า 3.3 มิลลิกรัม/อาหาร 100 กรัม ได้แก่ ผลิตภัณฑ์จากนม ไข่ แอปเปิ้ล ถั่ว และข้าว เป็นต้น อาหารที่มีกลูตาไธโอนเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง ได้แก่ หน่อไม้ฝรั่ง (28.3 มิลลิกรัม/100 กรัม) แฮม (23.3 มิลลิกรัม/100 กรัม) และเนื้อวัว (17.5 มิลลิกรัม/100 กรัม)[80] เนื้อแทรกไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้าประกอบด้วยกลูตาไธโอนในปริมาณที่สูงกว่าเนื้อแทรกไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช[81] นอกจากนี้เนื้อแทรกไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้ายังประกอบด้วยกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ CAT สูงกว่าที่พบในเนื้อแทรกไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช[82] ทั้งนี้ SOD และ CAT เป็นเอนไซม์ที่ทำงานร่วมกันในการต้านออกซิเดชัน โดย SOD จะหน้าที่กำจัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในขณะที่ CAT จะทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของออกซิเจนและน้ำที่ไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์ จึงแสดงให้เห็นว่าเนื้อแทรกไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้าประกอบด้วยเอนไซม์ป้องกันการเกิดออกซิเดชันในปริมาณสูง

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้ามี CLA, *trans*-vaccenic acid และ omega-3 ในปริมาณที่สูงกว่าเนื้อจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช ทั้งนี้ไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้ามีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมดไม่แตกต่างจากไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช อย่างไรก็ตามไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้ามีแนวโน้มที่สัดส่วนของ stearic acid ซึ่งเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่ไม่มีผลเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่แนวโน้มของ myristic acid และ palmitic acid ซึ่งเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่มีผลเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลจะมีค่าลดลง มีหลายงานวิจัยที่พบว่าไขมันของวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้ามีปริมาณสารตั้งต้นของวิตามินเอและอีเพิ่มขึ้นและยังมีปริมาณกลูตาไธโอนเพิ่มขึ้นด้วย รวมถึงมีสารต้านออกซิเดชันที่ต้านการเกิดมะเร็ง โดยมีผลเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ SOD และ CAT ได้ดีกว่าที่พบในไขมันของวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช ดังนั้นผู้บริโภคที่ห่วงใยสุขภาพจึงควรเลือกรับประทานเนื้อแทรกไขมันจากวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยหญ้าเนื่องจากเนื้อชนิดนี้มีกรดไขมันที่ดีต่อสุขภาพ

นอกจากนี้ยังประกอบด้วยวิตามินและสารต้านออกซิเดชันในปริมาณที่สูงกว่าที่พบในวัวที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยธัญพืช

บทสรุป (Conclusion)

ไขมันวัวประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ได้แก่ linoleic acid, alpha-linolenic acid, arachidonic acid, EPA, DPA และ DHA นอกจากนี้ยังประกอบด้วยวิตามิน และสารสำคัญอื่น ๆ ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลายอีกด้วย ไขมันวัวมีบทสำคัญต่อคุณภาพของเนื้อวัวและผลิตภัณฑ์จากเนื้อวัว เพราะไขมันวัวมีผลต่อเนื้อสัมผัส กลิ่น รส และคุณค่าทางอาหาร อีกทั้งไขมันวัวยังเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของร่างกายอีกด้วย อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีความพยายามในการปรับปรุงคุณภาพของไขมันวัวให้มีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้นและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยลดปริมาณไขมันที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ปริมาณไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว และไขมันทรานส์ เป็นต้น รวมถึงการปรับปรุงอัตราส่วนของ omega-6/omega-3 ให้เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลดีต่อสุขภาพร่างกาย ทั้งนี้จากหลายรายงานวิจัยพบว่าการเลี้ยงวัวด้วยหญ้าจะสามารถเพิ่มปริมาณ omega-3 วิตามินอี เบตาแคโรทีน และ CLA ในไขมันวัวได้ ในปัจจุบันได้มีการรณรงค์ให้ผู้บริโภคได้รับรู้ถึงอันตรายของไขมันทรานส์ที่พบในน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจน และเข้าใจถึงประโยชน์ของการบริโภคไขมันสัตว์ในปริมาณที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการมีสุขภาพดีจะต้องรับประทานอาหารให้หลากหลายในปริมาณที่เหมาะสมกับร่างกายของแต่ละคน รวมถึงต้องมีการออกกำลังกาย การพักผ่อน และทำจิตใจให้แจ่มใส

เอกสารอ้างอิง

1. Sharma H, Giriprasad R, Meena Goswami. Animal fat-processing and its quality control. *J Food Process Technol*. 2013;4(8): 1000252. doi:10.4172/2157-7110.1000252
2. Clark S, Jung S, Lamsal B. *Food Processing: principles and applications*, 2nd ed. [Online] John Wiley & Sons, Ltd. Publishing; 2014. Doi:10.1002/9781118846315.ch21
3. Akter S, Miah MA, Khan MAHNA, Islam MK. Comparative effects of animal and vegetable fats on lipid profile and patho-physiological changes in mice. *J Sci Res*. 2013;5(2): 353-361.
4. Maszewska M, Florowska A, Dłużewska E, Wroniak M, Marciniak-Lukasiak K, Żbikowska A. Oxidative stability of selected edible oils. *Molecules.* 2018;23(7): 1746.
5. Marchello JA. *Animal fat composition and modification*. School of Animal and Comparative Biomedical Sciences, The University of Arizona, Tucson, AZ, USA. Publishing; 2014. doi:10.1016/B978-1-78242-247-1.00003-X
6. Daley CA, Abbott A, Doyle PS, Nader GA, Larson S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutr J*. 2010;9: 10. doi:10.1186/1475-2891-9-10
7. Mapiye C, Aalhus JL, Turner TD, Rolland DC, Basarab JA, Baron VS, et al. Effects of feeding flaxseed or sunflower-seed in high-forage diets on beef production, quality and fatty acid composition. *Meat Sci*. 2013;95: 98-109. doi:10.1016/j.meatsci.2013.03.033

8. Pelliccia F, Marazzi G, Greco C, Franzoni F, Speziale G, Gaudio C. Current evidence and future perspectives on n-3 PUFAs. *Int J Cardiol*. 2013;170: S3–S7. doi:10.1016/j.ijcard.2013.06.044
9. Kelly ML, Berry JR, Dwyer DA, Griinari JM, Chouinard PY, Van Amburgh ME. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *J Nutr*. 1998;128: 881-885.
10. Tricon S, Burdge GC, Williams CM, Calder PC, Yaqoob P. The effects of conjugated linoleic acid on human health-related outcomes. *Proc Nutr Soc*. 2005;64(2): 171-182.
11. Turpeinen AM, Mutanen M, Aro A, Salminen I, Basu S, Palmquist DL, et al. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. *Am J Clin Nutr*. 2002;76: 504-510.
12. Griinari JM, Corl BA, Lacy SH, Chouinard PY, Nurmela KV, Bauman DE. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenoulsy in lactating dairy cows by delta-9 desaturase. *J Nutr*. 2000;130: 2285-2291.
13. Sehat N, Rickert RR, Mossoba MM, Dramer JKG, Yurawecz MP, Roach JAG, et al. Improved separation of conjugated fatty acid methyl esters by silver ion-highperformance liquid chromatography. *Lipids.* 1999;34: 407-413.
14. Pariza MW, Park Y, Cook ME. Mechanisms of action of conjugated linoleic acid: Evidence and speculation. *Proc Soc Exp Biol Med*. 2000;223(1): 8-13.
15. Schmid A, Collomb M, Sieber R, Bee G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products. *Meat Sci*. 2006;73: 29-41.
16. Clement L, Poirier H, Niot I, Bocher V, Guerre-Millo M, Krief B, et al. Dietary *trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid induces hyperinsulemia and fatty liver in the mouse. *J Lipid Res*. 2002;43: 1400-1409.
17. Riserus U, Arner P, Brismar K, Vessby B. Treatment with dietary trans 10*cis*12 conjugated linoleic acid causes isomer specific insulin resistance in obese men with the metabolic syndrome. *Diabetes Care*. 2002;25: 1516-1521.
18. Arab A, Akbarian SA, Ghiyasvand R, Miraghajani M. The effects of conjugated linoleic acids on breast cancer: A systematic review. *Adv Biomed Res*. [Online] 2016;5: 115. PMID: 27512684. doi:10.4103/2277-9175.185573
19. De La Torre A, Debiton E, Juanéda P, Durand D, Chardigny JM, Barthomeuf C, et al. Beef conjugated linoleic acid isomers reduce human cancer cell growth even when associated with other beef fatty acids. *Br J Nutr*. 2006;95(2): 346-352.
20. Ritzenthaler KL, McGuire MK, Falen R, Shultz TD, Dasgupta N, McGuire MA. Estimation of conjugated linoleic acid intake by written dietary assessment methodologies underestimates actual intake evaluated by food duplicate methodology. *J Nutr*. 2001;131: 1548-1554.
21. Sacks FM, Lichtenstein AH, Wu JHY, Appel LJ, Creager MA, Kris-Etherton PM, et al. Dietary fats and cardiovascular disease: A presidential advisory from the American Heart Association. *Circulation*. 2017;136: e1-e23. doi:10.1161/CIR.0000000000000510

22. Troy DJ, Tiwari BK, Joo S. Health implications of beef intramuscular fat consumption. *Korean J Food Sci Anim Resour*. [Online] 2016;36(5): 577-582. doi:10.5851/kosfa.2016.36.5.577
23. Codex Standard for Named Animal Fats (CODEX-STAN 211 - 1999). SECTION 3. *Codex Standard for Fats and Oils from Animal Sources*. http://www.fao.org/docrep/004/y2774e/y2774e05.htm. Accessed: October 18, 2019
24. Hwang J. Diets with corn oil and/or low protein increase acute acetaminophen hepatotoxicity compared to diets with beef tallow in a rat model. *Nutr Res Pract*. 2009;3(2): 95-101. doi:10.4162/nrp.2009.3.2.95
25. Smith SB, Gill CA, Lunt DK, Brooks MA. Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*. 2009;22(9): 1225-1233.
26. Williamson CS, Foster RK, Stanner SA, Buttriss JL. Red meat in the diet. *BNF Nutr Bull*. 2005;30: 323-335.
27. de Almeida JC, Perassolo MS, Camargo JL, Bragagnolo N, Gross JL. Fatty acid composition and cholesterol content of beef and chicken meat in Southern Brazil. *RBCF Braz J Pharm Sci*. 2006;42(1): 109-117.
28. Troy DJ, Tiwari BK, Joo S. Health implications of beef intramuscular fat consumption. *Korean J Food Sci Anim Resour*. 2016;36(5): 577-582. PMID: 27857532. doi:10.5851/kosfa.2016.36.5.577
29. Partida JA, Olleta JL, Sañudo C, Albertí P, Campo MM. Fatty acid composition and sensory traits of beef fed palm oil supplements. *Meat Sci*. 2007;76(3): 444-454.
30. Scollan ND, Choi NJ, Kurt E, Fisher AV, Enser M, Wood JD. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *Br J Nutr*. 2001;85(1): 115-124.
31. Silva LP, Joanitti GA, Leite JRSA, Azevedo RB. Comparative study of the antimicrobial activities and mammalian cytotoxicity of 10 fatty acid-rich oils and fats from animal and vegetable. *Nat Prod J*. 2011;1(1): 40-46. doi:10.2174/2210315511101010040
32. Wood JD, Ense M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci*. 2008;78(4): 343-358.
33. Cho KH, Hong JH, Lee KT. Monoacylglycerol (MAG)-oleic acid has stronger antioxidant, anti-atherosclerotic, and protein glycation inhibitory activities than MAG-palmitic acid. *J Med Food*. 2010;13(1): 99-107. doi:10.1089/jmf.2009.1024
34. Yang ZH, Miyahara H, Hatanaka A. Chronic administration of palmitoleic acid reduces insulin resistance and hepatic lipid accumulation in KK-Ay mice with genetic type 2 diabetes. *Lipids Health Dis*. 2011;10: 120. doi:10.1186/1476-511X-10-120.
35. Chowdhury R, Steur M, Patel PS, Franco OH. *Handbook of lipids in human function, fatty acids.* 1st ed. Academic Press and AOCS Press; 2016.
36. Xu C, Wu P, Gao J, Zhang L, Ma T, Ma B, et al. Heptadecanoic acid inhibits cell proliferation in PC-9 non-small-cell lung cancer cells with acquired gefitinib resistance. *Oncol Rep*. 2019;41(6): 3499-3507. doi:10.3892/or.2019.7130

37. Chan JK, Bruce VM, McDonald BE. Dietary α-linolenic acid is as effective as oleic acid and linoleic acid in lowering blood cholesterol in normolipidemic men. *Am J Clin Nutr*. 1991;53(5): 1230-1234. doi:10.1093/ajcn/53.5.1230
38. Lim J, Oh J, Wang T, Lee J, Kim S, Kim Y, et al. *trans*-11 18:1 Vaccenic Acid (TVA) has a direct anti-carcinogenic effect on MCF-7 human mammary adenocarcinoma cells. *Nutrients*. 2014;6(2): 627-636.
39. Rassias G, Kestin M, Nestel PJ. Linoleic acid lowers LDL cholesterol without a proportionate displacement of saturated fatty acid. *Eur J Clin Nutr*. 1991;45(6): 315-320.
40. Harris M, Farrell V, Houtkooper L, Going S, Lohman T. Associations of polyunsaturated fatty acid intake with bone mineral density in postmenopausal women. *J Osteoporos*. 2015; Article ID 737521. doi:10.1155/2015/737521
41. Leikin-Frenkel AI. Is there a role for alpha-linolenic acid in the fetal programming of health?. *J Clin Med*. 2016;5(4): 40. doi:10.3390/jcm5040040
42. Kapoor R, Huang Y. Gamma linolenic acid: An anti-inflammatory omega-6 fatty acid. *Curr Pharm Biotechnol*. 2006;7: 531-534.
43. Wang X, Lin H, Gu Y. Multiple roles of dihomo-ɡ-linolenic acid against proliferation diseases. *Lipids Health Dis*. 2012;11: 25.
44. Ouchi S, Miyazaki T, Shimada K, Sugita Y, Shimizu M, Murata A. et al. Decreased circulating dihomo-gamma-linolenic acid levels are associated with total mortality in patients with acute cardiovascular disease and acute decompensated heart failure. *Lipids Health Dis*. 2017;16:150. PMID: 28806965. doi:10.1186/s12944-017-0542-2
45. Amagai Y, Oida K, Matsuda A, Jung K, Kakutani S, Tanaka T, et al. Dihomo-γ-linolenic acid prevents the development of atopic dermatitis through prostaglandin D1 production in NC/Tnd mice. *J Dermatol Sci*. 2015;79(1): 30-37. doi:10.1016/j.jdermsci.2015.03.010
46. Tallima H, Ridi RE. Arachidonic acid: Physiological roles and potential health benefits - A review. *J Adv Res*. 2018;11: 33-41. doi:10.1016/j.jare.2017.11.004
47. Sun M, Dong J, Xia Y, Shu R. Antibacterial activities of docosahexaenoic acid (DHA) and eicosapentaenoic acid (EPA) against planktonic and biofilm growing *Streptococcus mutans*. *Microb Pathog*. 2017;107: 212-218. doi:10.1016/j.micpath.2017.03.040
48. Russell FD, Bürgin-Maunder CS. Distinguishing health benefits of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. *Mar Drugs*. 2012;10(11): 2535–2559. doi:10.3390/md10112535
49. Santos JEP, Greco LF, Garcia M, Thatcher WW, Staples CR. The Role of Specific Fatty Acids on Dairy Cattle Performance and Fertility. *Proceedings of The 24th Annual Ruminant Nutrition Symposium*. Department of Animal Sciences University of Florida; 2013. p. 74–88.
50. Sales J, Koukolová V. Dietary vitamin E and lipid and color stability of beef and pork: modeling of relationships. *J Anim Sci*. 2011;89(9): 2836-2848. doi:10.2527/jas.2010-3335
51. Pereira E, Napp A, Braun JV, Fontoura LAM, Vainstein MH. Development and validation of analytical methodology by GC-FID using

hexadecyl propanoate as an internal standard to determine the bovine tallow methyl esters content. *J Chromatogr B*. 2018;1093-1094: 134-140.

52. Mensink RP, Zock PL, Kester AD, Katan MB. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *Am J Clin Nutr*. 2003;77(5): 1146-1155.
53. Micha R, Mozaffarian D. Saturated fat and cardiometabolic risk factors, coronary heart disease, stroke, and diabetes: A fresh look at the evidence. *Lipids*. 2010;45: 893-905. doi:10.1007/s11745-010-3393-4
54. Yuan YV, Kitts DD, Godin DV. Influence of increased saturated fatty acid intake from beef tallow on antioxidant status and plasma lipids in atherosclerosis-susceptible Japanese quail. *Nutr. Res*. 1999;19: 461-481.
55. Poon PWB, Durance T, Kitts DD. Composition and retention of lipid nutrients in cooked ground beef relative to heat-transfer rates. *Food Chem*. 2001;74: 485-491.
56. Avilés C, Martínez AL, Domenech V, Peña F Effect of feeding system and breed on growth performance: and carcass and meat quality traits in two continental beef breeds. *Meat Sci*. 2015;107: 94-103.
57. Fattore E, Fanelli R. Palm oil and palmitic acid: a review on cardiovascular effects and carcinogenicity. *Int. J. Food Sci. Nutr*. 2013;64: 648–659.
58. Smith DR, Wood R, Tseng S, Smith SB. Increased beef consumption increases lipoprotein A-I but not serum cholesterol of mildly hypercholesterolemic men with different levels of habitual beef intake. *Exp Biol Med*. 2002;227(4): 266-275.
59. Sobczuk-Szul M, Wroński M, Wielgosz-Groth Z, Mochol M, Rzemieniewski A, Nogalski Z, et al. The effect of slaughter season on the fatty acid profile in four types of fat deposits in crossbred beef bulls. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2013;26(2): 275-281. doi:10.5713/ajas.2012.12371
60. Thomas BJ. Efficiency of conversion of alpha-linolenic acid to long chain n-3 fatty acids in man. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2002;5(2): 127-132.
61. Scollan ND, Choi N, Kurt E, Fisher AV, Enser M, Wood JD. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *Br J Nutr*. 2001;85: 115-124.
62. Gioxari A, Kaliora AC, Marantidou F, Panagiotak DP. Intake of **ω**-3 polyunsaturated fatty acids in patients with rheumatoid arthritis: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition*. 2018;45: 114-124.
63. Ajith TA. A recent update on the effects of omega-3 fatty acids in Alzheimer's disease. *Curr Clin Pharmacol*. 2018;134: 252-260. doi:10.2174/1574884713666180807145648
64. Raes K, DeSmet S, Demeyer D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: A review. *Anim Feed Sci Technol.* 2004;113: 199-221.
65. Banco M, Casasús I, Ripoll G, Panea B, Alberti P, Joy M. Lucerne grazing compared with concentrate-feeding slightly modifies carcass

and meat quality of young bull. *Meat Sci*. 2010;84: 545-552.

66. Simopoulos A: Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am J Clin Nutr*. 1991,54: 438-463.
67. Smith SB, Gill CA, Lunt DK, Brooks MA. Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*. 2009;22(9): 1225-1233.
68. Schwingshackl L, Hoffmann G. Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses. *Nutrients*. 2012;4(12): 1989-2007. doi:10.3390/nu4121989
69. Dunne PG, Monahan FJ, O'Mara FP, Moloney AP: Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. *Meat Sci.* 2009;81(1): 28-45.
70. Pickworth CL, Loerch SC, Kopec RE, Schwartz SJ, Fluharty FL. Concentration of pro-vitamin A carotenoids in common beef cattle feedstuffs. *J Anim Sci*. 2012;90(5): 10.2527/jas.2011-4217. doi:10.2527/jas.2011-4217
71. Hunninghake DB, Maki KC, Kwiterovick PO Jr, Davidson MH, Dicklin MR, Kafonek SD. Incorporation of lean red meat national cholesterol education program step I diet: a long-term, randomized clinical trial in free-living persons with hypercholesterolemic. *J Am Coll Nutr.* 2000,19(3): 351-360.
72. Melanson K, Gootman J, Myrdal A, Kline G, Rippe JM. Weight loss and total lipid profile changes in overweight women consuming beef or chicken as the primary protein source. *Nutrition*. 2003;19: 409-414.
73. Descalzo AM, Insani EM, Biolatto A, Sancho AM, Garcia PT, Pensel NA, et al. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *J Meat Sci*. 2005;70: 35-44.
74. Lee IM, Cook NR, Gaziano JM, Gordon D, Ridker PM, Manson JE, et al. Vitamin E in the primary prevention of cardiovascular disease and cancer: the Women's Health Study: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2005;294(1): 56-65.
75. Weitberg AB, Corvese D. Effects of vitamin E and beta-carotene on DNA strand breakage induced by tobacco-specific nitrosamines and stimulated human phagocytes. *J Exp Cancer Res*. 1997,16: 11-14.
76. Edmunds MW, Mayhew MS. *Pharmacology for the Primary Care Provider* - E-Book, 4th ed. Elsevier Health Sciences. Publishing; 2014. https://evole.elsevier.com. Accessed: October 18, 2019.
77. Yang A, Brewster MJ, Lanari MC, Tume RK: Effect of vitamin E supplementation on alpha-tocopherol and beta-carotene concentrations in tissues from pasture and grain-fed cattle. *Meat Sci.* 2002;60(1): 35-40.
78. Nassu RT, Dugan ME, Juárez M, Basarab JA, Baron VS, Aalhus JL. Effect of **α**-tocopherol tissue levels on beef quality. *Animal*. 2011;5(12): 2010-2018. doi:10.1017/S1751731111001182
79. Yang A, Lanari MC, Brewster MJ, Tume RK: Lipid stability and meat colour of beef from pasture

and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Sci*. 2002;60: 41-50.

80. Valencia E, Marin A, Hardy G. Glutathione - Nutritional and pharmacological viewpoints: Part II. *Nutraceuticals*. 2001;17: 485-486.
81. Descalzo AM, Rossetti L, Grigioni G, Irurueta M, Sancho AM, Carrete J, et al. Antioxidant status and odor profile in fresh beef from pasture or grain-fed cattle. *Meat Sci*. 2007;75: 299-307.
82. Gatellier P, Mercier Y, Renerre M. Effect of diet finishing mode (pasture or mixed diet) on antioxidant status of Charolais bovine meat. *Meat Sci*. 2004;67: 385-394.

สัญญาอนุญาต ไฟล์ข้อมูลเสริม และ ลิขสิทธิ์

บทความนี้เผยแพร่ในรูปแบบของบทความแบบเปิดและสามารถเข้าถึงได้อย่างเสรี (open-access) ภายใต้เงื่อนไขของสัญญาอนุญาตครีเอทีฟคอมมอนส์สากล ในรูปแบบที่ ต้องอ้างอิงแหล่งที่มา ห้ามใช้เพื่อการค้า และห้ามแก้ไขดัดแปลง เวอร์ชั่น 4.0 (CC BY NC ND 4.0) ท่านสามารถแจกจ่ายและนำบทความไปใช้ประโยชน์เพื่อการศึกษาได้ แต่ต้องระบุการอ้างอิงถึงบทความนี้จากเว็บไซต์วารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ โดยการระบุข้อมูลบทความและลิงก์ URL บนเอกสารอ้างอิงของท่าน ท่านไม่สามารถนำบทความไปใช้เพื่อการพาณิชย์ใด ๆ ได้เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากบรรณาธิการวารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ และกรณีมีการนำบทความไปเรียบเรียงใหม่ เปลี่ยนแปลงเนื้อหา หรือเสริมเติมแต่งเนื้อหาของบทความนี้ ท่านไม่สามารถนำบทความที่ปรับแต่งไปเผยแพร่ได้ในทุกกรณี

หากมีวัสดุเอกสารข้อมูลวิจัยเสริมเพิ่มเติมใด ๆ ที่ใช้อ้างอิงในบทความ ท่านสามารถเข้าถึงได้บนหน้าเว็บไซต์ของวารสาร

บทความนี้เป็นลิขสิทธิ์ของราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ (Chulabhorn Royal Academy) พ.ศ.2562

การอ้างอิง

Limmatvapirat C. Beef Tallow Consumption and Health. *J Chulabhorn Royal Acad*. 2020;1(2):16-34. Available from: https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jcra/article/view/222030

ชุติมา ลิ้มมัทวาภิรัติ์. การบริโภคไขมันวัวและสุขภาพ. *วารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์*. 2563;2(1):16-34. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jcra/article/view/222030

Online Access

https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jcra/article/view/222030