กรดไขมันกับผลต่อสุขภาพ
Fatty Acid and Health Effects

อนงนาฎ ไพนุพงศ์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
Submitted 8/7/19 ; Revised 1/8/19 ; Accepted 13/8/19

บทคัดย่อ

กรดไขมันเป็นองค์ประกอบสำคัญของไขมันทั้งในพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ไม่พบเป็นอิสระในธรรมชาติ ส่วนมากเป็นเอสเทอร์ของกลีเซอรอลที่อยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ ถ้ามีพันธะเดี่ยวในโมเลกุล จัดเป็นกรดไขมันอิ่มตัว ถ้ามีพันธะคู่อยู่ในโมเลกุลจัดเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว โครงสร้างทางเคมีของกรดไขมันเป็นสายโซ่คาร์บอนกับหมู่เมทิลที่ปลายด้านหนึ่งของโมเลกุล และหมู่คาร์บอกซิลที่ปลายอีกด้านหนึ่งกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มี 1 พันธะคู่ อาจพบตรงตำแหน่งที่แตกต่างกัน ที่พบส่วนมากมีความยาวของโซ่คาร์บอนอยู่ระหว่าง 12–22 และพันธะคู่เป็นแบบ cis กรดไขมันทรานส์เกิดขึ้นตามธรรมชาติในปริมาณที่น้อยพบในผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น เนยเทียม เนย มันฝรั่งทอด ช็อกโกแลตบาร์ ธัญพืช โดนัท คุกกี้ และขนมปัง อุตสาหกรรมอาหารใช้น้ำมันที่ผ่านการเติมไฮโดรเจนในการทอดอาหารหลายชนิด รวมทั้งมันฝรั่งทอด การเติมไฮโดรเจนจะไปเปลี่ยนกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในธรรมชาติ ให้เป็นกรดไขมันทรานส์ที่มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและมีอายุการเก็บรักษาได้นานอย่างไรก็ตาม กรดไขมันทรานส์มีผลในความเป็นไปได้ที่จะเพิ่ม LDL VLDL และไตรกลีเซอไรด์ ลด HDL cholesterol เป็นสาเหตุของโรคหลอดเลือดแดงแข็ง

Abstract

Fatty acids are an important component of lipids in plants animals and microorganism. The fatty acids are not found in a free state in the nature. Fatty acids are commonly exist as a glycerol esters in the form of triglycerides. If the carbon-to-carbon bonds are all single bond within the molecules, the fatty acid is saturated fatty acid; if any of the bonds is also double bond within the molecules, the fatty acid is unsaturated fatty acids. The chemical structure of fatty acids is carbon chains with a methyl group at one end of the molecule and a carboxyl group at the other end. Monounsaturated fatty acids have one carbon-to-carbon double bond, which can occur in different positions. The most common monoenes

have a chain length of 12–22 and a double bond with the cis configuration. Trans fatty acids occur naturally in small amounts and found in a variety of products such as margarine, butter, potato chips, chocolate bars, cereals, doughnuts, cookies, and breads. The fast food industry uses hydrogenated oil to fry many foods, including French fries. Hydrogenation changes naturally occurring unsaturated fats into trans fatty acids so that they are solid at room temperature and have a longer shelf life. However, trans fatty acids have resulted in the possibility of adding LDL, VLDL and triglycerides, and also reducing HDL that is the cause of disease on atherosclerosis.

Keywords: Fatty acid, Trans fatty acids, Hydrogenation, Health
***ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)**
E-mail: anongnat.p@pkru.ac.th

1. บทนำ

กรดไขมัน มีสูตรทั่วไปทางเคมี คือ R-COOH โดยที่ R เป็นสายไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) ที่เชื่อมต่อกับหมู่คาร์บอกซิลิก (carboxyl group, COOH) ซึ่งจัดเป็นองค์ประกอบของไขมันที่ได้จากการสลายไขมันพวกไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) เป็นส่วนมากเพื่อนำไปออกซิไดส์ (oxidized) เป็นพลังงานสำรอง พบในอาหารที่รับประทานทั้งพืช ผัก และเนื้อสัตว์ต่าง ๆ ไขมันจากอาหารที่รับประทาน มักจะอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ และยังพบคอเลสเตอรอล (cholesterol) หรือไม่ก็ฟอสโฟลิพิด (phospholipid) ด้วย เมื่อไขมันถูกสลายได้ผลิตภัณฑ์ คือ กรดไขมัน (fatty acids) มีทั้งกรดไขมันชนิดที่อิ่มตัว (saturated fatty acids, SFAs)และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids, UFAs) ทั้งนี้กรดไขมันชนิดที่ไม่อิ่มตัว ยังแบ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acids, MUFAs) และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acids,PUFAs) รวมถึงกรดไขมันทรานส์ (trans fatty acid หรือ trans fatty acidtrans-unsaturated fatty acid)

2. ชนิดของกรดไขมัน

กรดไขมันมีทั้งกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว โดยโครงสร้างทางเคมี ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) และธาตุไฮโดรเจน (H) มีการจัดเรียงกันเป็นสายไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) ที่มีความยาวของสายไฮโดรคาร์บอนของกรดไขมันขึ้นอยู่กับชนิดของกรดไขมันจำนวนคาร์บอนที่พบส่วนมากเป็นเลขคู่อยู่ระหว่าง 12-22 อะตอมคาร์บอน ซึ่งมีปลายด้านหนึ่งเป็นหมู่เมทิล (methyl group, CH_3) และปลายอีกด้านหนึ่งเป็นหมู่คาร์บอกซิลิก (carboxylic group, COOH)

2.1 กรดไขมันชนิดอิ่มตัว

กรดไขมันอิ่มตัวภายในโมเลกุลมีพันธะเดี่ยว (single bond) เท่านั้น ไม่มีพันธะคู่ (double bond) มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง พบได้มากในไขมันสัตว์ น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และผลิตภัณฑ์นม ชีส (cheese) เนื้อสัตว์มีหนังและติดมัน เป็นต้น

2.2 กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว

กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวภายในในโมเลกุลมีทั้งพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ โดยพันธะคู่จะมีตั้งแต่ 1 พันธะหรือมากกว่าและพันธะคู่ที่มีมากกว่า 1 พันธะ มักจะอยู่ห่างกันประมาณ 3 คาร์บอนอะตอมเสมอ มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้

2.2.1 กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว

กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวภายในโมเลกุลมีพันธะคู่เพียง 1 แห่ง มีลักษณะเป็นของเหลว เช่น กรดโอเลอิก (oleic acid, OA) มีบทบาทในการตอบสนองต่อระบบภูมิคุ้มกัน (immune respond) ช่วยในการกำจัดเชื้อโรค (pathogen) เช่น แบคทีเรีย (bacteria) เชื้อรา (fungi) ซึ่งจะไปทำงานร่วมกันแมโครฟาจ (macrophage) เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซด์ (lymphocytes) และนิวโตรฟิล (neutrophil) ช่วยลดการอักเสบ (inflammation) และช่วยรักษาโรคติดเชื้อ (infectious disease) [1] นอกจากนี้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว ยังไม่ส่งผลต่อการลดระดับของไตรกลีเซอไรด์และ HDL (high density lipoprotein cholesterol) ทำให้มีผลดีต่อสภาพหัวใจและหลอดเลือด พบมากในน้ำมันมะกอก (olive oils) น้ำมันงา น้ำมันรำข้าว น้ำมันคาโนลา น้ำมันเมล็ดชา น้ำมันดอกคำฝอย ถั่วแมคคาเดเมีย ปลาทะเล ได้แก่ ปลาเซลมอน ปลาทูน่า รวมถึงเมล็ดธัญพืชต่าง ๆ เป็นต้น

2.2.2 กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน

กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน จัดเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่ภายในโมเลกุลมีพันธะคู่หลายแห่งด้วยกัน ได้แก่ โอเมก้า-3 (omega-3 fatty acid, -3 fatty acid, n-3 fatty acid) ที่พบในน้ำมันปลา โอเมก้า-6 (omega-6) ซึ่งจัดเป็นกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acid, EFA) กรดไขมันทั้งสองชนิดนี้ ร่างกายของคนเรามีความจำเป็นต้องได้รับจากอาหารที่รับประทานเข้าไป เนื่องจากไม่สามารถสังเคราะห์ได้ โดยเฉพาะโอเมก้า-3 ที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ (cardiovascular diseases, CVD) [2] ลดระดับไตรกลีเซอไรด์ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมองตีบ (stroke) และยังจัดเป็นสารต้านการอุดตันของหลอดเลือด (anti-thrombotic) และสารต้านการอักเสบ (anti-inflammation) [3, 4, 5] ช่วยลดความดันและการอุดตันของไขมันบริเวณหลอดเลือด ลดการตายจากโรคหลอดเลือดสมองตีบ หรือโรคหัวใจ เป็นต้น

2.2.2.1 โอเมก้า-3

โอเมก้า-3 เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรดไขมันแอลฟา-ไลโนเลนิก (**α**-linolenic acid, ALA) กรดอีโคซะเพนตะอีโนอิก หรือกรดไขมันอีพีเอ (eicosapentaenoic acid, EPA) และกรดโดโคซะ-เฮกซะอีโนอิกหรือดีเอชเอ (docosahexaenoic acid, DHA) [6] กรดไขมันแอลฟา-ไลโนเลนิก เปลี่ยนไปเป็น EPA และ DHA ได้ในปริมาณน้อย จึงจำเป็นต้องได้รับจากการรับประทานอาหาร หรืออาหารเสริมที่มี EPA และ DHA เพื่อช่วยเพิ่มกรดไขมันทั้งสองชนิดนี้ ซึ่งมีความจำเป็นกับร่างกายของคนเรา

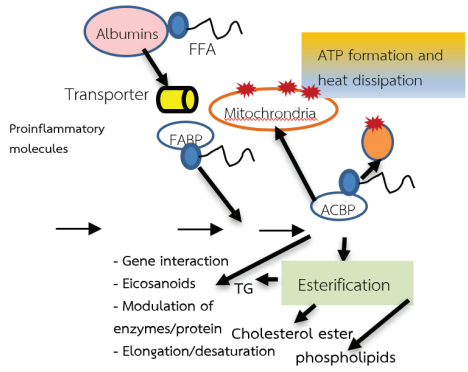
พบกรดไขมันชนิดนี้ในอาหาร ได้แก่ ปลาเซลมอน ปลาทูน่า ปู หอยนางรม ในน้ำมัน เช่น น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันถั่วเหลือง เมล็ดธัญพืชต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ช่วยลดปริมาณ LDL ได้ และ EPA ยังช่วยลดการอักเสบ [7] เป็นต้น

2.2.2.2 โอเมก้า-6

โอเมก้า-6 ได้แก่ กรดไลโนเลอิก (linoleic acid) ซึ่งร่างกายสามารถเปลี่ยนกรดไลโนเลอิกไปเป็นกรดแกมมา-ไลโนเลอิก (γ-linolenic acid, GLA) และกรดอะราคิโดนิก (arachidonic acid, AA) ได้ กรดไขมันเหล่านี้ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นเองได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร กรดอะราคิโดนิก ใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับสังเคราะห์พรอสตาแกรนดิน (prostaglandins) [8] และสารเอโคซานอยด์ (eicosanoids) [9] อัตราส่วนโอเมก้า-3 ต่อโอเมก้า-6 ที่ต่ำกว่า 1:5 มีโอกาสไปลดความสามารถของโอเมก้า- ในการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (coronary heart diseases, CHD) ในขณะที่อัตราส่วน 1:1 จะไม่ส่งผลลดความสามารถของโอเมก้า-3 [6] พบในน้ำมันพืชต่าง ๆ และอาหารฟาสต์ฟู้ดส์ (fast foods) เป็นต้น

3. เมแทบอลิซึมของกรดไขมัน

การเผาผลาญกรดไขมัน กรดไขมันอิสระ (free fatty acids, FFA) ถูกนำเข้าเซลล์โดยอาศัยโปรตีนตัวพาในเยื่อหุ้ม และถูกขนส่งเข้าเซลล์โดยจับกับ fatty acid-binding proteins (FABP) หลังจากนั้น กรดไขมันอิสระ
ต้องถูกกระตุ้นให้อยู่ในรูปเอซิทิลโคเอ (acyl-CoA) ก่อนจับกับโปรตีนตัวพา ได้เป็น acyl-CoA binding protein (ACBP) เข้าไปในไมโทคอนเดรีย (mitochondria) หรือเพอร์ออกซิโซม (peroxisomes) เกิด บีตา-ออกซิเดชัน (β-oxidation) เพื่อการผลิตพลังงานในรูปของ ATP และความร้อน หรือเข้าไปในส่วนของเอนโดพลาสมิก (endoplasmic) เพื่อเกิดเอสเทอร์ (esterification) แล้วแต่ชนิดของลิพิดและเมื่อเอซิทิลโคเอ หรือกรดไขมันอิสระ ได้จับกับ transcription factors จะไปช่วยในควบคุมการแสดงออกของยีน (gene expression) หรืออาจจะเปลี่ยนไปเป็นเอโคซานอยด์ ซึ่งเป็น signaling molecules ในขณะที่กลูโคส (glucose) ในปริมาณที่มากเกินไปจะผ่านเข้าเซลล์ แล้วเปลี่ยนเป็นกรดไขมันอิสระ เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานของร่างกายก่อน [10] ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เมแทบอลิซึมของกรดไขมัน (ดัดแปลงตาม [10])

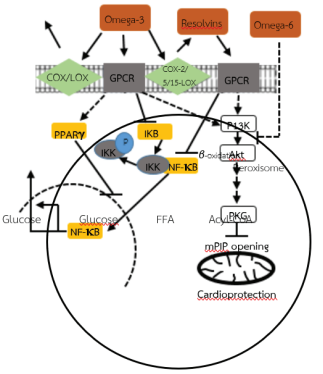
4. กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวกับสุขภาพ

กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีประโยชน์กับร่างกาย ช่วยลดคอเลสเตอรอล อย่างไรก็ตามบางชนิดมีผลไม่ดีกับสุขภาพ คือ เป็นสาเหตุของโรคเกี่ยวกับหลอดเลือด เป็นต้น

4.1 โอเมก้า-3

โอเมก้า-3 เช่น กรดแอลฟา-ไนโนเลนิก HDL, EPA (eicosapentanoic acid) และ DHA (docosahexaenoicacid) พบมากในพืชพวกถั่วเมล็ดแห้ง ได้แก่ ปลาแซลมอน (salmon) ปลาแมคเคอเรล (mackerel) ถั่ววอลนัท (walnuts) เมล็ดแฟลกซ์ (flax seeds) เมล็ดเจีย (chia seeds) โดยเฉพาะ EPA และ DHA พบมากในปลาสวาย ปลาดุก ปลาสำลี ปลากะพง มีน้อยในน้ำมันรำข้าว กรดไขมันชนิดนี้มีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพ เช่น EPA ช่วยลดการอักเสบที่เกิดภายในร่างกาย ทำให้ปริมาณอนุมูลอิสระ (free radicals) ลดลง ป้องกันการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด (platelet) สามารถสร้างสารที่ทำให้หลอดเลือดขยายตัวได้ ทำให้เลือดไหลเวียนดี ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ ในขณะที่ DHA เป็นส่วนประกอบของเซลล์ มีผลต่อการทำงานของเนื้อเยื่อ (tissues) อวัยวะ ระบบประสาท สมองและจอตา (ratina) มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตช่วยพัฒนาสมอง ของทารกโดยกลไกการป้องกันโรคหัวใจ (cardioprotection) เกิดได้โดยโอเมก้า-3 จะถูกกระตุ้น (activate) ผ่าน G-protein-coupled receptors (GCPR) [6, 11] ซึ่ง DHA จับกับ GPR120 ส่งผลต่อ nuclear factor-kappa B (NF-κB) pathway [12] ดังภาพที่ 2

ตารางที่ 6 ANOVA



ภาพที่ 2 โอเมก้า-3 และ metabolites กับกลไกการป้องกันการเกิดโรคหัวใจ (ดัดแปลงตาม [12])

4.2 โอเมก้า-6

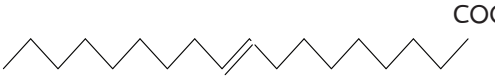
โอเมก้า-6 เช่น กรดไลโนเลอิก ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็น มีหน้าที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ หากได้รับ 5-10% ให้พลังงานแก่ร่างกาย [7] ใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ กรดอะราคิโดนิก [8] การผลิตไอโคซานอยด์ [14] ช่วยในการแข็งตัวของเลือด ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ ปริมาณของกรดไลโนเลอิกที่สูง ไปมีผลลดระดับ LDL ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูง (hypertension) ดังนั้นการได้รับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน แทนกรดไขมันชนิดอิ่มตัว สามารถป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจได้ อย่างไรก็ตามการได้รับกรดไขมันชนิดนี้เพิ่มสูงขึ้น ก็เป็นอันตรายต่อสุขภาพของหัวใจ ด้วยมีคุณสมบัติ เป็นสารที่สามารถอุดตันหลอดเลือดหัวใจ (thrombogenic properties) อีกทั้งยังเป็นสารตั้งต้นสังเคราะห์ไอโคซานอยด์ ซึ่งเป็น proinflammatory มีผลเพิ่มปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจได้ อย่างไรก็ตามควรรับประทานในปริมาณน้อย แม้การได้รับกรดไขมันชนิดนี้เข้าไปไม่มีผลต่อการเกิดการอักเสบ [13] พบมากในน้ำมันทานตะวัน น้ำมันข้าวโพด น้ำมันรำข้าว น้ำมันอะโวคาโด น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกคำฝอย และน้ำมันมะกอก เป็นต้น

4.3 กรดไขมันทรานส์

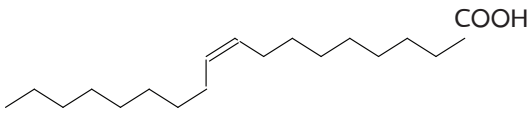
กรดไขมันทรานส์ที่เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีโครงสร้างทางเคมี ดังภาพที่ 3 พบได้น้อยในธรรมชาติ มักเกิดจากปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจน (hydrogenation) ในน้ำมันพืช ทำให้โครงสร้างทางเคมีของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเปลี่ยนแปลงเป็นกรดไขมันที่อิ่มตัวบางส่วน ทำให้มีลักษณะทั้งเป็นของเหลว หรือกึ่งแข็งกึ่งเหลว ช่วยทำให้อาหารอร่อยและลดการเหม็นหืน สามารถเก็บไว้ได้นานไม่เป็นไขที่อุณหภูมิห้อง นิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารเพื่อช่วยลดต้นทุน พบมากในอาหาร ได้แก่ เนยขาว เบเกอรี (bakery) ขนมปัง ครีม คุกกี้ เนยเทียม (margarine) ซึ่งใช้สำหรับทำอาหาร ทาขนมปัง ทอดโรตี ครีมเทียม ครีมเทียมข้นหวาน โดนัท พาย ขนมกรุบกรอบต่าง ๆ และอาหารทอด เช่น มันฝรั่งทอด อย่างไรก็ตาม การได้รับกรดไขมันทรานส์ในปริมาณมาก พบว่ามีผลเพิ่ม LDL-cholesterol และ HDL-cholesterol [9, 14, 15] เป็นอันตรายกับ สุขภาพ เนื่องจากมีผลเพิ่มปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคเกี่ยวกับหลอดเลือด [9, 16] เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคหลอดเลือดสมอง รวมถึงโรคอื่น ๆ เช่น โรคอ้วน (obesity) โรคเบาหวาน ชนิดที่ 2 (type 2 diabetes) ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของเมแทบอลิซึม หรือที่เรียกว่า metabolic disorders [17, 18, 19] ซึ่งเป็นสาเหตุนำไปสู่การตาย เป็นต้น

(ก)

(ข) กรดอีไลดิก (trans-elaidic acid)



(ค) กรดโอลิอิก (cis-oleic acid)



ภาพที่ 3 (ก) อาหารที่มีกรดไขมันทรานส์ (ข) โครงสร้างทางเคมีแบบทรานส์ของกรดอีไลดิก ที่ได้จากการเติมไฮโดรเจนให้กับน้ำมันพืช (vegetable oils) (ค) โครงสร้างทางเคมีแบบซิสของกรดโอลิอิกที่พบในน้ำมันมะกอก 55-80% [2]

5. บทสรุป

กรดไขมันที่มีอยู่ในอาหาร มักอยู่ในรูปไตรกลีเซอไรด์ เมื่อถูกย่อยแล้วได้เป็นกรดไขมันอิสระทั้งกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เช่น กรดไขมันโอเมก้า-3 (omega-3 poly unsaturated fatty acids) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีประโยชน์กับร่างกาย ช่วยลดการอักเสบ ช่วยลดความดัน และการอุดตันของไขมันบริเวณหลอดเลือด กรดไขมันโอเมก้า-6 จึงจัดเป็นกรดไขมันจำเป็นที่ร่างกายขาดไม่ได้ กระบวนการเติมไฮโดรเจน (hydrogenation) ในน้ำมันที่เป็นของเหลว (unsaturated oil) ทำให้ได้กรดไขมันทรานส์ ที่ช่วยทำให้เก็บน้ำมันได้นาน และลดการเหม็นหืน พบกรดไขมันทรานส์ในน้ำมัน เช่น ไก่ทอด น้ำมันมะกอก น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว เนย คุกกี้ มันฝรั่งทอด (French fries) ขนมขบเคี้ยว ครีมเทียม และเมล็ดธัญพืช จากการศึกษารายงานการวิจัย พบว่าการได้รับกรดไขมัน ทรานส์ในปริมาณมากเกินไป มีผลต่อการเพิ่มระดับ LDL cholesterol และลดระดับ HDL cholesterol ในเลือด [7, 9, 18] ดังนั้น การรับประทานอาหารที่มีกรดไขมันชนิดนี้มากเกินไป มีผลเพิ่มความเสี่ยง (risk) ต่อการเกิดโรคของหลอดเลือด (cardiovascular disease, CVD) โรคอื่น ๆ ได้แก่ โรคเบาหวาน ชนิดที่ 2 (type 2 diabetes) [17, 18, 19] เป็นต้น จึงควรหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีปริมาณกรดไขมันทรานส์สูง ลดอาหารฟาสต์ฟู้ดส์ อาหารที่ทอดในน้ำมันท่วม ขนมอบ ครีมเนยเทียมหรือเบเกอรี จะช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิต และลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเป็นการช่วยลดอัตราการตายด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Sales-Campos, H., de Souza, P. R., Peghini, B. C., da Silva, J. S., & Cardoso, C.R. (2013). An overview of the modulatory effects of oleic acid in health and disease. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 13, 1-10.

[2] Bhardwaj, S., Passi, S. J., & Misra, A. (2011). Overview of trans fatty acids: Biochemistry and health effects. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 161-164.

[3] Johnson, K., & Bradford, C. (2014). Omega-3, omega-6 and omega-9 fatty acids: implications for cardiovascular and other diseases. *Journal of Glycomics Lipidomics*, 4, 1-8.

[4] Sorokin, A. V., Yang, Z., & Remaley, A. T. (2016). Anti-inflammatory and atheroprotective properties of omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Journal of Clinical and Experimental Cardiology*, 7, 11.

[5] Tortosa-Caparrós, E., Navas-Carrillo, D., Marín, F., & Orenes-Piñero, E. (2016). Anti-inflammatory effects of omega 3 and omega 6 polyunsaturated fatty acids in cardiovascular disease and metabolic syndrome. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-39.

[6] Desnoyers, M., Gilbert, K., & Rousseau, G. (2018). Cardioprotective effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids: dichotomy between experimental and clinical studies. *Marine Drugs*, 16, 234.

[7] Harris W.S., Mozaffarian D., Rimm E., Kris-Etherton P., Rudel L.L., Appel L.J., Engler M.M., Engler M.B., & Sacks F. (2009). Omega-6 fatty acids and risk for cardiovasculardisease a science advisory from the american heart association nutrition subcommittee of the council on nutrition, physical activity, and metabolism; council on cardiovascular nursing; and council on epidemiology and prevention. *Circulation*, 19, 902-907.

[8] Ricciotti, E., & FitzGerald, G. A. (2011). Prostaglandins and inflammation. *Arteriosclerosis Thrombosis, and Vascular Biology*, 31(5), 986–1000.

[9] Liska, DeAnn J. Cook, C. M., Wang, D. D.,Gaine, P. C., & Baer, D. J. (2016). Trans fatty acids and cholesterol levels: An evidence map of the available science. *Food and Chemical Toxicology, 98*, 269-281.

[10] Rustan, A. C., & Drevon, C. A. (2014). Fatty acids: structures and properties. *Encyclopedia of Sciences & 2005*, 1-7.

[11] Miyauchi, S., Hirasawa, A., Iga T., Liu, N., Itsubo, C., Sadakane, K., Hara, T., & Tsujimoto, G. (2009). Distribution and regulation of protein expression of the free fatty acid receptor GPR120. *Naunyn Schmiedebergs Archives of Pharmacology*, 379, 427–434.

[12] Cornall, L. M., Mathai, M. L., Hryciw, D. H., & McAinch, A. J. (2011). Diet-induced obesity up-regulates the abundance of GPR43 and GPR120 in a tissue specific manner. *Cellular Physiology Biochemstry*, 28, 949–958.

[13] Farvid, M. S., Ding, M., Pan, A., Sun, Q., Chiuve, S. E., Steffen, L. M., Willett, W. C., Hu, F.B. (2014). Dietary linoleic acid and risk of coronary heart disease: A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Circulation*, 130, 1568–1578.

[14] Hunter, J. E. (2006). Dietary trans fatty acids: review of recent human studies and food industry responses. *Lipids*, 41(11), 967–992.

[15] Takeuchi, H., & Sugano, M. (2017). Industrial trans fatty acid and serum cholesterol: the allowable dietary level. *Journal of Lipids*, 1-10.

[16] Oomen, C. M., Ocke, M. C., Feskens, E. J. M., Van Erp-´ Baart, M.-A. J., Kok, F. J., & Kromhout, D. (2001). Association between trans fatty acid intake and 10-year risk of coronary heart disease in the zutphen elderly study: a prospective population-based study. *The Lancet*, 357(9258), 746–751.

[17] Bradley, B. H. R. (2018). Dietary fat and risk for type 2 diabetes: a review of recent research. *Current Nutrition Reports*, 7, 214–226.

[18] Riserus, U. (2006). Trans fatty acids, insulin sensitivity and type 2 diabetes, Scandinavian. *Journal of Food and Nutrition*, 50(4), 161-165.

[19] Thompson, A. K., Minihane, A-M., & Williams, C. M. (2011). Trans fatty acids, insulin resistance and diabetes. European *Journal of Clinical Nutrition*, 65, 553–564.