กัญชง: วัตถุดิบอาหารแห่งอนาคตสำหรับการเลี้ยงไก่ไข่สู่การผลิตไข่ไก่เพื่อสุขภาพ
Hemp: novel feedstuff for raising laying hens to healthy egg production

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี[1*], พิชญา ฉ่ำชื่น[1]
Manatsanun Nopparatmaitree[1*], Pitchaya Chumcaun[1]

Received: 3 September 2019 ; Revised: 21 February 2020 ; Accepted: 24 March 2020

บทคัดย่อ
เมล็ดกัญชงอุดมไปด้วยโภชนสารโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดอะมิโนจำเป็นและกรดไขมันจำเป็นสำหรับการดำรงชีพอย่างมีสุขภาพดี เมล็ดกัญชงประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรต 32 ถึง 34 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 33 ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 24 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ และ 9 ถึง 11 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งยังประกอบด้วยเยื่อใย วิตามิน และ แร่ธาตุ ส่วนน้ำมันเมล็ดกัญชงประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาว 75 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ประกอบด้วย กรดลิโนเลอิก 60 เปอร์เซ็นต์ กรดแอลฟาลิโนเลนิก 17 ถึง 19 เปอร์เซ็นต์ และแหล่งของกรดไขมันโอเมก้า 3 และ 6 ที่สมดุล นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเมล็ดกัญชง คือ Δ-9 tetrahydrocannabinol การรวบรวมเอกสารครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้เมล็ดกัญชง (มากกว่า 20-30 เปอร์เซ็นต์) กากเมล็ดกัญชง (20 เปอร์เซ็นต์) และน้ำมันเมล็ดกัญชง (มากกว่า 9 ถึง 12 เปอร์เซ็นต์) ในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ และนำไปสู่การสะสมกรดไขมันโอเมก้า 3 ในไข่ไก่

คำสำคัญ: กัญชง ไก่ไข่ วัตถุดิบอาหารสัตว์ ไข่ไก่เพื่อสุขภาพ

Abstract
Hemp seed is rich in nutrients, especially for the essential amino acid and essential fatty acid necessary to maintain a healthy life. Hemp seed contains 32 to 34% carbohydrate, 33 to 35% fat, 24 to 25% crude protein and 9 to 11% include fiber, vitamins and mineral. In addition, hemp seed oil contains 75 to 80% polyunsaturated fatty acids (PUFA) including 60% linoleic acid, 17 to 19% α-linolenic acid and making balanced source of n-6 and n-3 PUFAs. Moreover, the bioactive component in hemp seed is a Δ-9 tetrahydrocannabinol. Based on the results of the current review, the inclusion in higher levels of the hemp seed (>20-30%) hemp seed meal (20%) and hemp oil (>9-12%) in the diets of laying hens does not affect overall performance of birds and leads to the enrichment of the n-3 fatty acid content of eggs.

Keywords: Hemp, Laying hen, Feedstuff, Healthy egg

[1] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ต.สามพระยา อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี
[1] FacultyofAnimalScienceandAgriculturalTechnology,SilpakornUniversity,PhetchaburiITCampus,SamPhraya,Cha-Am, Phetchaburi, 76120. Thailand.
* Correspoding e-mail: Nopparatmaitree_m@silpakorn.edu

บทนำ

ปัจจุบันอัตราการเสียชีวิตของคนไทยเกิดจากโรคหลอดเลือดและหัวใจประมาณ 20,855 คนต่อปี หรือ 2 คนต่อชั่วโมง โดยมีสาเหตุหลักจากการบริโภคอาหารที่มีไขมันและคอเลสเตอรอลสูง ทำให้ผู้บริโภคมีความสนใจและมีความต้องการอาหารที่มีประโยชน์และลดความเสี่ยงของโรค[1] ทั้งนี้ไข่ไก่จัดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน ราคาถูก และสามารถบริโภคได้ทุกเพศทุกวัย หากแต่อัตราส่วนของการบริโภคไข่ไก่ของประเทศไทยต่ำกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว[2] นอกจากนี้ในช่วงที่ผ่านมาระบบการผลิตไก่ไข่ประสบปัญหาไข่ไก่ล้นตลาด[3] ส่งผลต่อราคาขายไข่ไก่ที่ต่ำลงสวนทางกับต้นทุนค่าอาหารที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อความเสี่ยงต่อการขาดทุนของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่ และเพื่อแก้ไขปัญหาข้างต้นจึงมีการเสนอแนวคิดในการพัฒนาไข่ไก่ให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่มีการสะสมโภชนสารสำคัญที่มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่และช่วยส่งเสริมสุขภาพมากกว่าการให้โภชนะทั่วไปควบคู่กับการรณรงค์ให้คนไทยเพิ่มอัตราการบริโภคไข่ไก่มากขึ้น อันนำไปสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มของไข่ไก่ในอนาคต

กอปรกับในปี 2562 พระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ 7) มีการปรับเปลี่ยนมาตรการการใช้กัญชา (Cannabis or Marijuana) และพืชกระท่อมในการควบคุมยาเสพติดให้โทษประเภท 5 ให้สอดคล้องกับหลักสากลเพื่อให้ใช้ในการวิจัยและใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ได้[4] ทั้งนี้กัญชามีพืชร่วมสกุลเดียวกันที่มีความน่าสนใจอย่างมากในการนำมาใช้ประโยชน์ คือ กัญชง (Hemp) เนื่องจากกัญชงเป็นพืชที่ให้เส้นใยสูงและสารเสพติด Delta-9-tetrahydrocannabinol (Δ^9 THC หรือ THC) ต่ำกว่ากัญชา อีกทั้งเมล็ดกัญชงมีโปรตีนสูงและอุดมไปด้วยกรดไขมัน โอเมก้า 3 และ 6[5] กรดลิโนเลอิก (Linoleic acid) และกรดลิโนเลนิก (α Linolenic acid)[6] ซึ่งจัดเป็นกรดไขมันตั้งต้นที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ ในการสร้างเป็น Eicosapentaenoic (EPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) ที่มีคุณสมบัติบำรุงสมอง ป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ และช่วยลดการเกิดโรคมะเร็ง[7] โดยเมล็ดกัญชงสามารถนำมาสกัดทำน้ำมันใช้ในการปรุงอาหาร ส่งผลให้มีเศษเมล็ดกัญชงเหลือทิ้งจำนวนมากที่ยังมีศักยภาพในการใช้เป็นอาหารสัตว์ได้[8]

บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์ในการรวบรวมข้อมูลด้านโภชนศาสตร์อาหารสัตว์และสารพฤกษเคมีของกัญชง รวมถึงผลการใช้ประโยชน์จากเมล็ดและเศษเหลือทิ้งจากเมล็ดกัญชงสกัดน้ำมันในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และปริมาณของกรดไขมันสะสมในพลาสมาและไข่แดง อันเป็นแนวทางสำหรับการผลิตไข่ไก่เชิงออกแบบ (Designer egg) ที่มีการสะสมโภชนสารและสารที่มีสมบัติเชิงหน้าที่ (Functional ingredient) สู่การเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (Healthy food) สำหรับผู้บริโภคและการเพิ่มมูลค่าของไข่ไก่ในอนาคต

A. Hemp inflorescences B. Hemp seed C. Hemp seed oil

Figure 1 Hemp

Source: สยาม (มมป.)[9] (A.) Medthai (2015)[10] (B.) และ Wan (2017)[11] (C.)

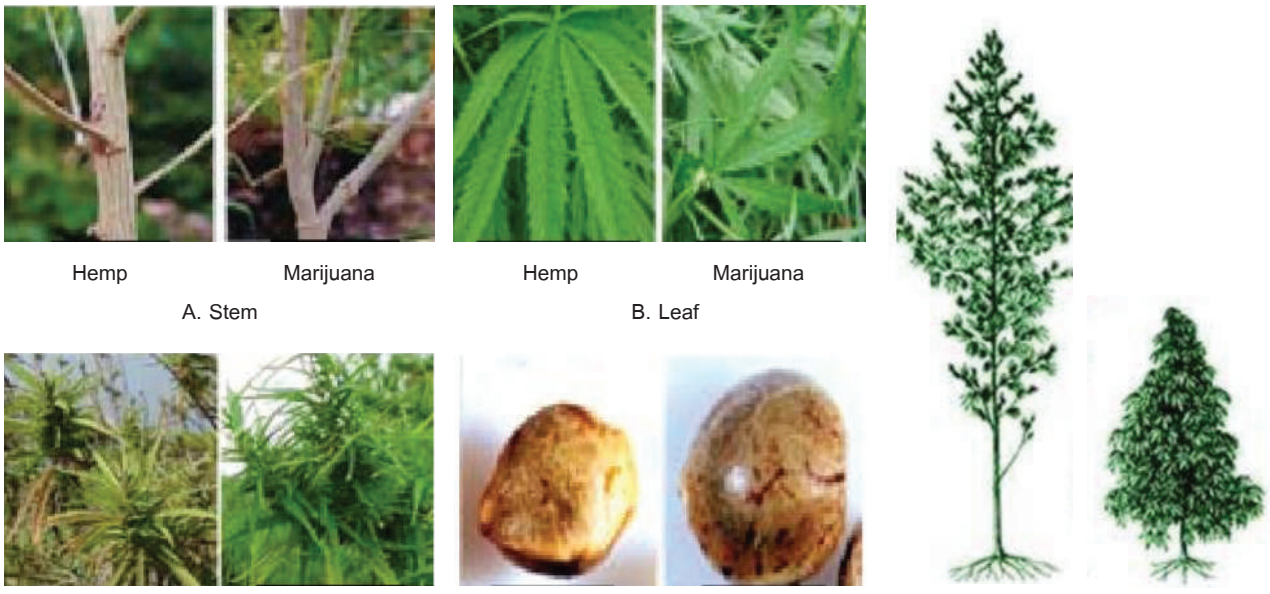


Figure 2 The difference between hemp and marijuana
Source: สยาม (มมป.)[9] (A. B. C. and D.) และ MedThai[12] (E.)

Table 1 Morphological and chemical characteristic of hemp and marijuana

ลักษณะ	กัญชง	กัญชา
ลำต้น	ลำต้นสูงเรียวประมาณ 2 เมตร การแตกกิ่งน้อย มีข้อปล้องยาว เปลือกหนา ให้เส้นใยยาวและคุณภาพสูง	ลำต้นเตี้ยเป็นพุ่มกว้าง การแตกกิ่งมาก มีข้อปล้องสั้น เปลือกบาง ไม่เหนียว ลอกยาก ให้เส้นใยสั้นและคุณภาพต่ำ
เส้นใย	ลำต้นให้เส้นใยประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์	ลำต้นให้เส้นใยประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์
ใบ	ใบใหญ่มีสีเขียวอ่อนหรือสีเขียวอมเหลือง ใบมี 7 ถึง 11แฉก ใบเรียงตัวห่างทำให้ทรงพุ่มมีความโปร่ง	ใบเล็กแคบเรียวยาวมีเขียวจัด ใบมี 5 ถึง 7 แฉก (กัญชาหางกระรอก มี 5 แฉก) ใบเรียงตัวชิดกัน ทำให้ทรงพุ่มแน่นทึบไม่โปรงแสง
ดอก	ดอกมีอายุมากกว่า 4 เดือน ช่อดอกมียางน้อย มีปริมาณ THC ประมาณ 0.1 ถึง 7.0 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ไม่นิยมนำใบและ ช่อดอกตัวเมียมาสูบ เนื่องจากทำให้มีอาการปวดหัว	ดอกมีอายุประมาณ 3 เดือน ช่อดอกมียางมาก มีปริมาณ THC ประมาณ 1 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้นิยมนำใบและช่อดอกตัวเมียมา สูบเนื่องจากมีกลิ่นหอมและออกฤทธิ์ทำให้เคลิบเคลิ้ม
เมล็ด	เมล็ดขนาดใหญ่ ผิวหยาบด้าน มีลายเล็กน้อย	เมล็ดขนาดเล็ก ผิวมันวาว มีลาย
ราก	รากเป็นระบบรากแก้ว มีรากแขนงจำนวนมาก	รากเป็นระบบรากแก้ว มีรากแขนงจำนวนมาก

Source: องค์การเภสัชกรรมและภาคีเครือข่าย (2561)[13]

กัญชง

กัญชงจัดเป็นพืชวงศ์ Cannabaceae ในสกุลกัญชา (*Cannabis*) ซึ่งพืชสกุลนี้มีทั้งหมด 3 ชนิด คือ กัญชง *(Cannabis sativa* subsp. sativa) กัญชา *(Cannabis sativa* subsp. indica) และ *Cannabis ruderalis* ที่เป็นวัชพืชในยุโรป[9] ทั้งนี้กัญชงลักษณะทางพฤกษศาสตร์คล้ายคลึงกับกัญชา ดังแสดงใน Figure 1 และ Figure 2 หากแต่กัญชงมีสาร THC ในปริมาณน้อยจึงไม่จัดเป็นสารเสพติดเหมือนกัญชา[12] โดยองค์การเภสัชกรรมและภาคีเครือข่าย (2561)[13] จำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology) และสารพฤกษเคมี (Phytochemistry) ของพืชกัญชาและกัญชงดังรายละเอียดแสดงใน Table 1

ทั้งนี้ลักษณะโดยทั่วไปของกัญชงมักมีลำต้นที่สูงเรียวมีความสูงมากกว่า 2 เมตร ใบใหญ่ ขอบด้านข้างของแฉกใบย่อยโค้งกว้าง ใบสีเขียวอมเหลือง เมื่อออกดอกช่อดอกจะมียางไม่มากและมีสาร THC ต่ำกว่า 0.3 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในทางกฎหมายสากลจึงไม่ถือว่ากัญชงเป็น สารเสพติดเนื่องจากมีสารออกฤทธิ์ที่กระตุ้นประสาทน้อยมาก[14] นอกจากนี้เปลือกกัญชงยังให้เส้นใยคุณภาพสูง มีลักษณะอ่อนนุ่ม เหนียวทนทาน แข็งแรง และเป็นเส้นใยที่ยาวสามารถนำไปแปรรูปในเชิงอุตสาหกรรม เช่น สิ่งทอ กระดาษ เป็นต้น อีกทั้งส่วนแกนของต้นกัญชงสามารถดูดซับกลิ่นได้ดี ในส่วนของเมล็ดกัญชง มีลายประสีน้ำตาล ผิวเรียบมัน[15] และ มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเหมาะสำหรับนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางหรือการผลิตอาหาร เช่น การใช้เป็นเมล็ดพืช น้ำมันและการสกัดน้ำมัน ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร นมจากเมล็ดกัญชง และผลิตเป็นแป้งทดแทนถั่วเหลือง[8]

โดยในประเทศไทยสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระบรมราชชนนีพันปีหลวง ทรงพระราชเสาวนีย์ในการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกกัญชงในพื้นที่ตำบลพบพระ อำเภอพบพระ จังหวัดตาก เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือนและการผลิตเครื่องนุ่งห่ม[17] นอกจากนี้มูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ยังสนองตอบพระราชเสาวนีย์ในการวิจัยและคัดเลือกพันธุ์กัญชงเพื่อให้มีสาร THC ต่ำ ด้วยวิธีการคัดเลือกแบบ Mass selection ทำให้ได้กัญชงจำนวน 4 พันธุ์ คือ RPF1, RPF2, RPF3 และ RPF4 ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2554 ดังแสดงใน Table 2 [18] โดยในปัจจุบันการปลูก กัญชงในประเทศไทยอย่างถูกต้องตามกฎหมายต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุขก่อนการปลูกโดยไม่มีการยกเว้นและยังไม่สามารถปลูกได้อย่างเสรี ทั้งนี้ในปัจจุบันยังจำกัดให้เฉพาะหน่วยงานรัฐเป็นผู้ขออนุญาตเท่านั้น โดยในส่วนของประชาชนทั่วไปสามารถขออนุญาตปลูกได้ตามแนวทาง คือ ครอบครัวละ ไม่เกิน 1 ไร่ ภายหลังจากที่กระทรวงสาธารณสุขมีการประกาศอนุญาตต่อไป[19]

Table 2 Characteristic of hemp breed in Thailand

Characteristic of hemp breed	RPF1	RPF2	RPF3	RPF4
THC content (% of weight)	0.3	0.3	0.3	0.3
CBD content (% of weight)	0.5	0.5	0.5	0.5
Seed width (mm)	4.47	4.11	4.50	4.49
Seed height (mm)	5.11	4.89	5.21	5.13
Seed thickness (mm)	3.75	3.52	3.86	3.69
1,000 seed weight (g)	34.20	30.87	34.40	30.93
Stem height (m)	3.16-4.67	2.65-4.90	2.81-5.40	2.73-4.42

Source: สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) (มมป.)[18]

องค์ประกอบทางโภชนะของกัญชง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารไก่ไข่

ปัจจุบันมีการนำเมล็ดกัญชงมาสกัดเป็นน้ำมันเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องสำอาง จึงทำให้มีเศษเหลือทิ้งจากการสกัดน้ำมัน ทั้งนี้มีหลายงานวิจัยศึกษาการใช้ประโยชน์จากกัญชงและเศษเหลือทิ้งเพื่อพัฒนาเป็นอาหารไก่ไข่ 5 รูปแบบ เช่น เมล็ดกัญชง (Whole hemp seed) เมล็ดกัญชงกระเทาะเปลือก (Dehulled hemp seed) เปลือกเมล็ดกัญชง (Hemp seed hull) น้ำมันเมล็ดกัญชง (Hemp seed) และกากเมล็ดกัญชง (Hemp seed meal/cake) ซึ่งแสดงคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดกัญชงและเศษเหลือทิ้งจากเมล็ดกัญชง ดังแสดงใน Table 3

1. ไขมันในเมล็ดกัญชง

เมล็ดกัญชงประกอบไปด้วยน้ำมัน 31 ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันกัญชงมีพลังงาน (Apparent metabolizable energy AME$_n$) ประมาณ 8,812.00 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม[20, 21] ซึ่งจัดเป็นกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว ประมาณ 3 และ 28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เมล็ดกัญชงมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acids ; PUFAs) ประมาณ 75 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของไขมันทั้งหมด ได้แก่ กรดลิโนเลอิก ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ กรดแอลฟ่าลิโนเลนิก ประมาณ 17 ถึง 19 เปอร์เซ็นต์[5] และกรดแกรมม่าลิโนเลอิก (Gamma linoleic) ประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Table 4 นอกจากนี้กัญชงยังเป็นแหล่งของกรดไขมัน โอเมก้า 3 และ 6[22] ที่มีสัดส่วนของกรดไขมัน โอเมก้า 3 ต่อโอเมก้า 6 ประมาณ 2.5 ต่อ 1[20] ถึง 3 ต่อ 1 โดยกรดไขมันโอเมก้ามีประโยชน์ดังนี้

1.1 กรดไขมันโอเมก้า 3 เช่น กรดแอลฟ่าลิโนเลนิก EPA และ DHA เป็นต้น สามารถช่วยลดอัตราเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดช่วยเพิ่มไลโพโปรตีนประเภทความหนาแน่นสูง (High density lipoprotein: HDL) ยังช่วยลดคอเลสเตอรอล (Cholesterol) และ ไตรกรีเซอไรด์ (Triglyceride) ในเลือด รวมถึงป้องกันโรคมะเร็งและโรคข้ออักเสบได้[23]

1.2 กรดไขมันโอเมก้า 6 เช่น กรดลิโนเลอิก และกรดอะราชิโดนิก (Arachidonic acid) เป็นต้น สามารถช่วยรักษาโครงสร้างของเซลล์ผิวหนังและเยื่อบุต่างๆ ทำให้เลือดแข็งตัว (Thromboxane) และสามารถช่วยละลายลิ่มเลือด (Prostacyclin)[24]

Table 3 Nutrients composition of hemp

Nutrients composition (%)	Hemp seed		Dehulled hemp	Hemp meal		Hemp seed hull
Dry matter	94.10	93.50	95.10	92.60	94.40	94.90
Moisture	6.50	6.50	5.40	6.80	5.60	5.10
Crude protein	24.10	24.80	32.30	31.70	33.50	12.70
Ether extract	31.10	35.5	45.40	11.80	11.10	10.30
Ash	6.20	7.20	6.10	7.00	7.20	3.90
Carbohydrate	-	27.60	-	-	42.60	-
Total dietary fiber	-	27.60	-	-	42.60	-
Digestible fiber	-	5.40	-	-	16.40	-
Non-digestible fiber	-	22.20	-	-	26.20	-
Neutral detergent fiber	35.00	-	7.80	38.90	-	64.90
Gross energy (MJ/KG)	23.70	22.00	23.90	17.00	17.00	20.20
Source:	**Sandison (2017)[25]**	**Callaway (2004)[20]**	**Sandison (2017)[25]**	**Sandison (2017)[25]**	**Callaway (2004)[20]**	**Sandison (2017)[25]**

Table 4 Fatty acid in hemp seed

Fatty acid (% of oil)	Hemp seed oil			
Palmitic acid ($C_{16:0}$)	5.00-7.00	5.00	7.40	6.50
Steric acid ($C_{18:0}$)	3.00-4.00	2.00	2.90	2.40
Oleic acid ($C_{18:1}$)	8.00-13.00	9.00	15.00	10.80
Linoleic acid ($C_{18:2}$)	52.00-62.00	56.00	56.00	55.30
Gamma-linolenic acid ($C_{18:3}$)	3.00-4.00	4.00	1.70	3.10
Alpha-linolenic acid ($C_{18:3}$)	8.00 -13.00	22.00	16.30	19.80
Stearidonic acid ($C_{18:4}$)	-	2.00	-	1.40
PUFA	-	84.00	-	4.50
Source:	**Leizer *et al.* (2000)[26]**	**Callaway (2004)[20]**	**Bazdidi *et al.* (2016)[15]**	**Sandison (2017)[25]**

2. โปรตีนในเมล็ดกัญชง

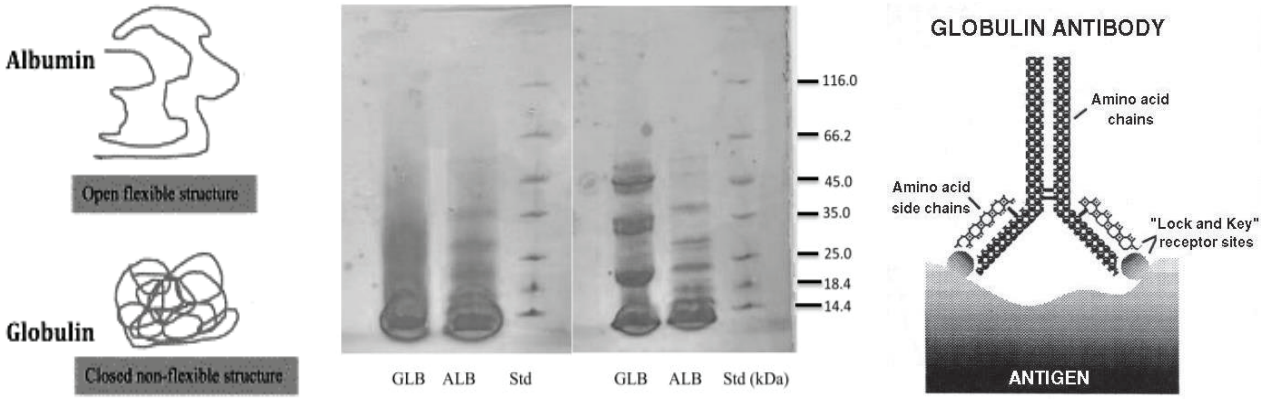
เมล็ดกัญชงประกอบไปด้วยโปรตีน 24 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการย่อยได้ของโปรตีน (Crude protein digestibility) 85 ถึง95 เปอร์เซ็นต์[20,21] ทั้งนี้โปรตีนในเมล็ดกัญชงประกอบด้วย อัลบูมิน (Albumin) และ อีเดสติน (Edestin) ประมาณ 35 และ 65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ [28] ดังแสดงใน Figure 3 โดยอัลบูมินจัดเป็นโปรตีนโกลบูลินคุณภาพสูงที่สามารถย่อยได้สูงและเป็นแหล่งสำคัญของ Free radical scavengers ส่วนอีเดสตินเป็นโปรตีนโกลบูลิน ที่พบในกัญชงเท่านั้นมีคุณสมบัติในการช่วยซ่อมแซม DNA ช่วยในระบบภูมิคุ้มกันใช้ในการผลิตแอนติบอดี้ ฮอร์โมน และเอนไซม์ ทั้งนี้กัญชงประกอบไปด้วยกรดอะมิโนจำเป็นและ เป็นโปรตีนคุณภาพสูงเทียบเท่ากับไข่ขาวและ ถั่วเหลือง [21,27] ดังแสดงใน Table 5

3. คาร์โบไฮเดรตในเมล็ดกัญชง

เมล็ดกัญชงมีคาร์โบไฮเดรตประมาณ 27.60 เปอร์เซ็นต์ และ เยื่อใยรวม 27.60 เปอร์เซ็นต์ แบ่งเป็น เยื่อใยที่ย่อยได้และเยื่อใยที่ย่อยไม่ได้ประมาณ 5.40 และ 22.22 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ[20] ทั้งนี้เยื่อใยส่วนใหญ่จัดเป็นโครงสร้างของผนังเซลล์พืช ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเยื่อใยอาหาร (Dietary fiber) เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพคติน และ ลิกนิน เป็นต้น ซึ่งมีหลายงานวิจัยอธิบายประโยชน์ของเยื่อใยอาหารต่อการพัฒนาท่อทางเดินอาหาร[28] และการที่อาหารมีเยื่อใยต่ำยังสามารถเพิ่มอุบัติการณ์ความผิดปกติของลำไส้ (Incidence of enteric disorders) [29] นอกจากนี้ยังมีรายงานถึงประโยชน์ของเยื่อใยอาหารในการพัฒนาสมรรถภาพการผลิตและการย่อยได้ของสัตว์ปีก[29] การพัฒนากระเพาะบด[28] การผลิตเอนไซม์[30] ทั้งนี้ปริมาณเยื่อใยระดับปานกลางสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและการย่อยได้ของสัตว์ปีกในช่วงแรกเกิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับแหล่งไขมันอิ่มตัว[31]

4. แร่ธาตุและวิตามินในเมล็ดกัญชง

เมล็ดกัญชงประกอบด้วยวิตามิน 3 ชนิด คือ วิตามินอี วิตามินบี 1 และ วิตามินบี 2 ประมาณ 90.00, 0.40, และ 0.10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้เมล็ดกัญชงยังมีแร่ธาตุเป็นองค์ประกอบหลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส โปรแตสเซี่ยม แมกนีเซี่ยม แคลเซี่ยม เหล็ก โซเดียม และแร่ธาตุอื่นๆ ประมาณ 1,160.00, 859.00, 483.00, 145.00, 14.00, 12.00 และ 16.00 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ[25,20]



A. Albumin and Globulin in hemp

B. Globulin antibody

Figure 3 Protein in hemp

Source: Malomo and Aluko (2014)[32] (A.) และ Osburn (1992) [27](B.)

Table 5 Amino acid and protein in hemp

Amino acid and protein in hemp (%)	Amino acid in hemp				Protein in hemp	
	Hemp seed	Dehulled hemp	Hemp meal	Hemp seed hull	Albumin	Globulin
Histidine	1.20	1.42	1.25	1.30	3.68	3.87
Isoleucine	1.20	1.27	1.33	0.96	2.02	2.86
Luecine	0.94	0.90	0.91	0.89	4.05	5.57
Lysine	0.62	0.61	0.58	0.50	7.37	3.69
Methionine + Cystine	1.63	1.77	1.60	0.90	4.94	7.39
Phynyalanine+Tyrosine	1.13	1.20	1.13	1.02	3.34	6.68
Threonine	1.23	1.04	1.02	0.85	4.63	2.60
Tryptophan	0.87	0.96	0.91	0.52	0.16	0.34
Valine	1.36	1.42	1.40	1.59	2.90	3.41
Glycine	-	-	-	-	8.26	4.10
Serine	-	-	-	-	5.12	5.73
Glutamic acid	-	-	-	-	20.37	21.48
Proline	-	-	-	-	3.82	3.87
Aspartic acid	-	-	-	-	7.93	9.47
Arginine	-	-	-	-	12.82	16.12
Alanine	-	-	-	-	3.91	2.84
Aromatic amino acids[a]	-	-	-	-	3.50	7.02
Hydrophobic amino acid[b]	-	-	-	-	17.82	22.07
Source:	**Sandison (2017)[25]**				**Malomo and Aluko (2014)[32]**	

[a] Aromatic amino acids: Tyr, Phe, and Trp.

[b] Hydrophobic amino acid: Ala, Cys, Val, Met, Ile, and Leu.

สารพฤกษเคมีสำคัญในกัญชงสำหรับไก่ไข่

กัญชงมีสารกลุ่มแคนนาบินอยด์ (Cannabinoids) เป็นองค์ประกอบ จัดเป็นสารประกอบ Terpeno-phenolic ที่ไม่มีขั้วและละลายได้ดีในไขมัน ทั้งนี้เมื่อสูดดมเข้าสู่ร่างกายจะสามารถซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์และตัวกั้นระหว่างเลือดกับสมอง (Blood brain barrier) ได้ ทั้งนี้สารกลุ่มแคนนาบินอยด์ที่สำคัญในกัญชงประกอบด้วยสาร THC ที่สามารถออกฤทธิ์ต่อระบบประสาททำให้รู้สึกผ่อนคลายและมีความสุขและสาร Cannabinol (CBN) ที่เกิดจากการสลายตัวของ THC มีฤทธิ์กล่อมประสาท ทั้งนี้ปริมาณ THC ที่สูงขึ้นในกัญชงจะแปรผกผันต่อปริมาณของ CBN ในกัญชง นอกจากนี้ยังพบสารกลุ่มแคนนาบินอยด์ที่ไม่มีฤทธิ์ทางประสาท 3 ชนิด คือ สาร Cannabidiol (CBD) ที่สามารถยับยั้งการทำงานของ THC รวมถึงสาร Cannabichromene (CBC) และ สาร Cannabigero (CBG)[25] ดังแสดงใน Figure 4 นอกจากนี้ในกัญชงยังพบน้ำมันระเหยอีกหลายชนิด เช่น Cannabichromenic acid ฟลาโวนอยด์ และ เทอร์พีน เป็นต้น รวมถึงเลซิติน และโคลีน ทั้งนี้สารกลุ่ม cannabinoids terpenes และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายอื่นๆ พบมากที่สุดในส่วนช่อดอกตัวเมียซึ่งถูกขับออกมาโดย Grandular trichomes ในรูปเรซินหรือสารเหนียว[33]

ปัจจุบันมีการนำสารพฤกษเคมีของกัญชงและกัญชามาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ เช่น Cannabid คือ สารออกฤทธิ์แคนนาบินอยด์ที่ระเหยเป็นไอที่อุณหภูมิต่างๆ สำหรับต้าน Human immunedeficiency virus (HIV) และ แก้ปวด รวมถึงสาร Cannabidiol (CBD) คือ สารออกฤทธิ์แคนนานินอยด์หลักจากกัญชาที่ถูกนำมาใช้สำหรับคลายความกังวลและลดการเกิดต้อหิน นอกจากนี้ยังมีการใช้สาร THC คือ สารออกฤทธิ์แคนนาบินอยด์หลักจากกัญชาสำหรับแก้ปวด ทูเรตต์ซินโดรม (Tourette syndrome) ภาวะกล้ามเนื้อเกร็ง HIV และลดการเกิดต้อหิน ส่วนสาร THC/CBD คือ ส่วนผสมของ CBD และ THC สามารถใช้สำหรับรักษาภาวะกล้ามเนื้อเกร็ง นอกจากนี้สาร Dronabinol หรือ THC สังเคราะห์ ถูกใช้สำหรับแก้อาการคลื่นไส้ อาเจียน ภาวะกล้ามเนื้อเกร็ง อาการปวดและนอนไม่หลับ อีกทั้งยังมีการใช้สาร Nabilone คือ อนุพันธ์ของ แคนนาบินอยด์สังเคราะห์ที่มีฤทธิ์ต้าน THC เพื่อรักษาภาวะกล้ามเนื้อเกร็ง HIV อาการปวด นอนไม่หลับและคลื่นไส้อาเจียน รวมถึงการใช้สาร Nabixmols ที่ประกอบด้วย 25 mg THC และ 25 mg CBD ใน 1 มิลลิลิตร สำหรับการรักษาภาวะกล้ามเนื้อเกร็ง อาการปวด และ คลื่นไส้อาเจียน เป็นต้น[34]

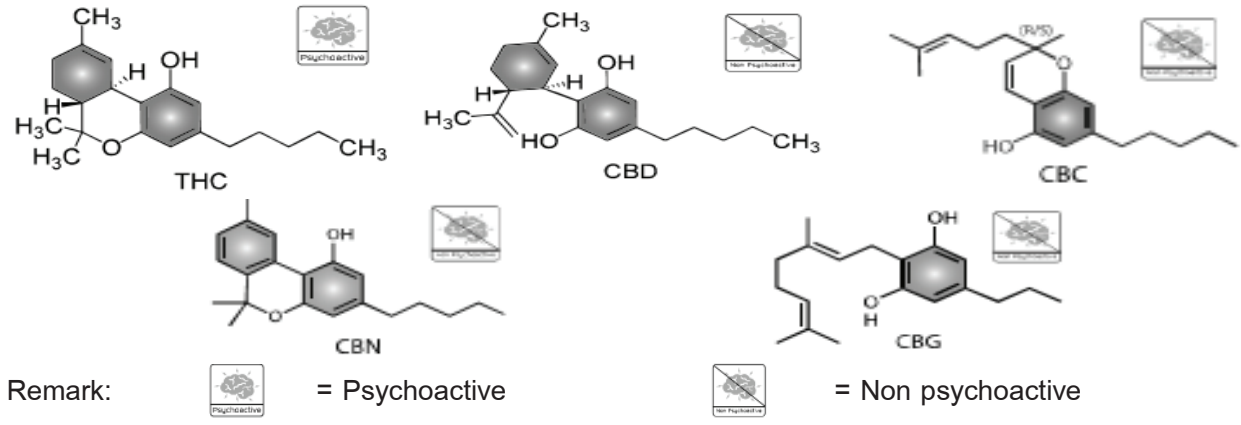


Figure 4 Cannabinoids in hemp
Source: องค์การเภสัชกรรม (2561)[35]

แนวทางการประโยชน์จากสารพฤกษเคมีของกัญชงต่อการเลี้ยงไก่ไข่

สาร Cannabinoids ในกัญชงสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ สารกลุ่ม Phytocannabinoids ที่พบในพืชตระกูลกัญชงและกัญชาตามธรรมชาติ สารกลุ่ม Cannabinoids สังเคราะห์ (Synthetic cannabinoids) ทางห้องปฏิบัติการ และ สารร่างกายสร้างขึ้น คือ Endocannabinoids หรือ Endogenous cannabinoids อันเป็นผลพลอยได้ของสมองและสามารถพบได้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น anandamide (AEA) กรดไขมันโอเมก้า 3 และ 6 เป็นต้น ทั้งนี้สาร Cannabinoids ทั้ง 3 ชนิด สามารถจับกับ Cannabinoid receptor (CB receptor) โดย Anandamide (Arachidonyl-ethanolamide: AEA) และ 2 Arachidonoyl-glycerol (2-AG) เป็นสาร Endocannabinoids ที่สำคัญในร่างกาย ทั้งนี้ Endocannabinoid system (ECS) มีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมสมดุลของพลังงานในร่างกาย โดยการควบคุมปริมาณการกินได้ผ่านระบบประสาทส่วนกลาง และควบคุมการสร้างไขมันผ่านระบบประสาทส่วนปลาย ทั้งนี้ การจับของ Endocannabinoid ที่ CB1 receptor ในระบบประสาทส่วนกลางบทบาทต่อการควบคุมการกินอาหาร ความอิ่ม ความจำ ความเจ็บปวด การติดยา และการเคลื่อนไหว อีกทั้งยังสามารถจับกับ CB1 receptor ที่อวัยวะต่างๆ เช่น ตับ กล้ามเนื้อ ทางเดินอาหาร เนื้อเยื่อไขมัน และ Islets of langerhans ของตับอ่อน ซึ่งมีผลต่อการรักษาสมดุลของพลังงานในร่างกายผ่านการควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึมของไขมันและกลูโคส นอกจากนี้ Endocannabinoid สามารถจับที่ CB2 receptor ในระบบภูมิคุ้มกันมีผลต่อการควบคุมการหลั่ง cytokine ในระบบภูมิคุ้มกัน[36] จากคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์สำคัญในกัญชงข้างต้น จึงมีแนวคิดในการใช้ประโยชน์จากกัญชงใน การเลี้ยงไก่ไข่ ดังนี้

1. การใช้ประโยชน์ในการผ่อนคลายการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อขณะที่เกิดอาการบาดเจ็บและอักเสบจากการจัดการสัตว์ในฟาร์ม เช่น เกิดบาดแผลอันเกิดจากการกัดกัน การตัดปากไก่ การรักษาโรคเจ็บป่วยเรื้อรัง ฝีอักเสบ ข้อเท้าบวม คอและหน้าบวม ลดอาการคลื่นไส้อาเจียนและอาการเกร็งของกล้ามเนื้อหรืออาการชัก เป็นต้น

2. การใช้ประโยชน์ในการกระตุ้นการกินอาหารและการลดความตึงเครียดในสภาวะต่างๆ เช่น สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะในฤดูร้อน การเลี้ยงในสภาพที่มีความหนาแน่นสูง และผ่อนคลาย เมื่อมีการจัดการสัตว์ที่เสี่ยงต่อการเกิดความเครียดต่างๆ เช่น การเคลื่อนย้าย การจับเพื่อทำวัคซีน และก่อนหรือระหว่าง การขนส่ง เป็นต้น

แนวทางในการใช้ประโยชน์จากกัญชงในอาหารไก่ไข่กับภาวการณ์บริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ

แนวคิดเกี่ยวกับอาหารเสริมเพื่อสุขภาพ (Healthy food) กำเนิดมาจากประเทศญี่ปุ่น ในปี 1970 และพัฒนาเป็นอาหารฟังก์ชั่น (Functional food) ในปี 1985 ทั้งนี้การนิยามความหมายของอาหารฟังก์ชั่นอย่างหลากหลาย[37, 38] ได้แก่

1. อาหารส่งเสริมสุขภาพที่มีประโยชน์มากกว่าอาหารดั้งเดิม

2. อาหารที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพนอกเหนือจากโภชนาการที่ได้รับในชีวิตประจำวัน

3. อาหารที่มีส่วนประกอบตามธรรมชาติหรืออาหารที่มีเพิ่มสารอาหารให้มากขึ้นเพื่อส่งเสริมสุขภาพเมื่อบริโภคในปริมาณที่เหมาะสมในชีวิตประจำวัน

4. อาหารที่มีส่วนประกอบที่มีประโยชน์ต่อกระบวนการทำงานของร่างกายและสุขภาพนอกเหนือจากการเป็นโภชนาการพื้นฐาน

5. อาหารที่มีโภชนะที่ถูกปรับเปลี่ยนตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไปเพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพ

ปัจจุบันมีการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตไข่ไก่ที่มีโภชนะที่เหมาะสมต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยอาศัยแนวคิดการออกแบบไข่ไก่ด้วยการปรับสูตรอาหารสัตว์ด้วยวัตถุดิบชนิดต่างๆ เช่น น้ำมันปลา สาหร่าย และ พืชน้ำมัน เป็นต้น เพื่อไข่ไก่สะสมโภชนสารหรือสารอาหาร เชิงหน้าที่ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ได้ต่อตัวไก่และผู้บริโภคนอกเหนือจากการให้โภชนะพื้นฐาน [38] ซึ่งไข่ไก่เหล่านี้ถูกเรียกว่า ไข่ไก่เพื่อสุขภาพ (Healthy egg) ไข่ไก่ฟังก์ชั่น (Functional egg) หรือ ไข่ไก่เชิงออกแบบ (Designer egg) ทั้งนี้ผลผลิตไข่ไก่ประมาณ 3 ถึง 5% ในท้องตลาด คือ ไข่ไก่เชิงออกแบบที่ปรับปรุงโภชนะ เช่น การลดปริมาณคอเลสเตอรอล การปรับองค์ประกอบกรดไขมันในไข่ไก่ การสะสมกรดไขมันจำเป็น รวมถึงกรดไขมันโอเมก้า 3 โอเมก้า 6 และโอเมก้า 9 ในไข่ไก่เพื่อเป็นอาหารส่งเสริมสุขภาพและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ ของผู้บริโภค เช่น ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคทางประสาทวิทยา และการบำรุงสมอง เป็นต้น[40] ทั้งนี้จากคุณสมบัติด้านโภชนาการของกัญชงชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของกัญชงในการเป็นวัตถุดิบแห่งอนาคตสำหรับการใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงไก่ไข่ทั้งต่อการปรับปรุงสมรรถนะ การผลิต รวมถึงการผลิตไข่ไก่ที่มีการสะสมโภชนะที่มีประโยชน์เพื่อผลิตเป็นไข่ไก่เพื่อสุขภาพ

การประโยชน์จากกัญชงเป็นอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพของไข่ไก่

กัญชงอุดมไปด้วยโปรตีนและกรดไขมันที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสัตว์ โดยการเมแทบอลิซึมโปรตีนและกรดไขมันจากกัญชงเป็นกรดอะมิโนและพลังงานในรูปของ ATP เพื่อในการดำรงชีพและการให้ผลผลิตไข่ของไก่ไข่[41] ทั้งนี้มีหลายงานวิจัยชี้ให้เห็นถึงแนวทางในการใช้กัญชงในอาหารไก่ไข่ในหลายรูปแบบ กล่าวคือ

1. การใช้เมล็ดกัญชงในอาหารไก่ไข่ พบว่า สามารถใช้เมล็ดกัญชงทดแทน การใช้กากถั่วเหลืองและข้าวสาลีที่ระดับ 0 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารโดยไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ น้ำหนักตัวอัตราการไข่ และน้ำหนักไข่ รวมถึงไม่มีผลกระทบต่อมวลไข่และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม[5] นอกจากนี้การเสริมเมล็ดกัญชง 0 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไข่แดง ไข่ขาว และเปลือกไข่ รวมถึง Haugh unit และ ค่าคะแนนสีของไข่แดง[15] อีกทั้งไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาเปลือกไข่ ค่าความถ่วงจำเพาะ และความสูงของไข่ขาว [5]

2. การใช้กากเมล็ดกัญชงในอาหารไก่ไข่ พบว่า การใช้กากเมล็ดกัญชงที่ระดับ 0-20 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่ออัตราการไข่ ปริมาณการกินได้ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม[43] รวมถึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวไก่[44] ทั้งนี้ระดับการใช้กากเมล็ดกัญชงที่ระดับ 0 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลกระทบต่อความสูงไข่ขาว น้ำหนักไข่ น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว และน้ำหนักเปลือกไข่[44]

3. การใช้น้ำมันเมล็ดกัญชงในอาหารไก่ไข่ พบว่า การเสริมน้ำมันเมล็ดกัญชงที่ระดับ 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่[6] ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ น้ำหนักตัว น้ำหนักไข่ อัตราการไข่ มวลไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม สอดคล้องกับ Neijet *et al.* (2014)[42] รายงานถึงการใช้น้ำมันเมล็ดกัญชง 4.5 และ 9.0 เปอร์เซ็นต์เป็นแหล่งไขมันทดแทนน้ำมันข้าวโพดในอาหารไก่ไข่ รวมถึง Gakhar *et al.* (2011)[6] รายงานถึงผลใช้น้ำมันเมล็ดกัญชงได้สูงสุดถึง 12 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ น้ำหนักตัว น้ำหนักไข่ อัตราการไข่ มวลไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม นอกจากนี้การใช้น้ำมันเมล็ดกัญชง 0 ถึง 6 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไข่แดง ไข่ขาว เปลือกไข่ Haugh unit และค่าคะแนนสีของไข่แดง[15] สอดคล้องกับ Neijet *et al.* (2014)[42] ได้ศึกษาการใช้น้ำมันเมล็ดกัญชง 4.5 และ 9.0 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ พบว่า ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของไข่

ทั้งนี้ Mierlita *et al.*, (2019)[45] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้เมล็ดกัญชงและกากเมล็ดกัญชงในอาหารไก่ไข่ พบว่า ไก่ไข่ ที่ได้รับอาหารเมล็ดกัญชง 8.04 เปอร์เซ็นต์ทดแทนกากถั่วเหลืองโดยไม่ใช้แหล่งไขมันมีน้ำหนักไข่และมวลไข่สูงกว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเมล็ดกัญชง 20.32 เปอร์เซ็นต์ทดแทนกากถั่วเหลืองโดยไม่ใช้แหล่งไขมันและไก่ไข่กลุ่มควบคุมที่มีกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนและใช้แหล่งไขมันน้ำมันเมล็ดทานตะวัน หากแต่การเสริมอาหารทั้ง 3 สูตรไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้อัตราการไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม รวมถึงคุณภาพทางกายภาพของไข่ คือ น้ำหนักไข่แดงและปริมาณไขมันในไข่แดง

การประโยชน์จากกัญชงเป็นอาหาร ไก่ไข่ต่อชีวเคมีในเลือดและองค์ประกอบของกรดไขมันในไข่แดง

น้ำมันกัญชงมีส่วนประกอบของสารกลุ่ม cannabinoids และอุดมไปด้วยกรดไขมันโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 จึงเหมาะสำหรับการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ ทั้งนี้การทดลองโภชนสารต่างๆ โดยเฉพาะวัตถุดิบแหล่งไขมันในอาหารของไก่ไข่นิยมตรวจวัดค่าชีวเคมีในเลือดสามารถวัดได้จากซีรั่มและพลาสมา เช่น การวัดคอเลสเตอรอลรวม

ไลโพโปรตีนความหนาแน่นสูง ไลโพโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (Low density lipoprotein: LDL) ไตรกลีเซอไรด์ เป็นต้น ที่แสดงถึงประสิทธิภาพของการใช้วัตถุดิบแหล่งไขมันในอาหาร รวมถึง Aspartate aminotransferase (AST) และ Gamma glutamyltransferase (GGT) ที่นิยมตรวจวัดสำหรับการประเมินการทำงานของตับของไก่ ทั้งนี้จากงานวิจัยของ Bazdidi *et al.* (2016)[15] ทำการทดลองใช้เมล็ดกัญชงทั้งหมด 5 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันเมล็ดกัญชง 2 ถึง 6 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ พบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับน้ำมันเมล็ดกัญชง 6 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่สามารถลดระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL ปริมาณโปรตีนรวม และ AST ต่ำลง ทั้งยังส่งผลให้มีระดับ HDL สูงกว่าไก่ไข่กลุ่มควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Neijet *et al.* (2014)[42] พบว่า การใช้เมล็ดกัญชงทั้งหมด 10 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ และการใช้น้ำมันเมล็ดกัญ 4.5 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่ไข่ส่งผลต่อการลดลงของ AST และ GGT ในพลาสมาของไก่ไข่เมื่อเปรียบเทียบกับไก่ไข่กลุ่มควบคุม

ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงคอเลสเตอรอลในเลือดสามารถอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการทำงานของสาร Endogenous cannabinoids ที่สำคัญในร่างกายซึ่งเป็นผลพลอยได้ที่สร้างจากสมองและสามารถพบได้ในกัญชง เช่น AEA, 2-AG, โอเมก้า 3 และ โอเมก้า 6 เป็นต้น โดยอาศัย Endocannabinoid system (ECS) ที่ส่งผลต่อ Hypothalamus ในการกระตุ้น CB1 receptor โดยสาร AEA และ 2-AG มีผลต่อการเพิ่มการ Expression ของ Transcription factor SREBP-1C ส่งผลต่อกระตุ้นการสร้างเอนไซม์ FAS และกระตุ้นการกินอาหาร[31] อีกทั้ง ECS ยังมีบทบาทในการควบคุมการสร้างไขมัน (Lipogenesis) โดยผ่านทางระบบส่วนปลาย เช่น ตับและเซลล์ไขมัน เป็นต้น[46] จาก Figure 5 แสดงให้เห็นว่าการกระตุ้น CB1 receptor ที่ตับ จาก CB1 agonist (HU210 และ Δ-9 THC) รวมถึงการเพิ่มปริมาณของไขมันในอาหาร สามารถสร้าง N-arachidonoylethanolamine ผ่านการลดลงของ FAAH activity ซึ่งส่งผลต่อการสร้างไขมัน (De novo fatty acid synthesis) ที่เพิ่มขึ้น โดยอาศัยกลไลในการเพิ่มการ Expression ของ Transcription factor sterol regulatory element-binding protein-1c (SREBP-1c) ส่งผลให้มีการกระตุ้นการสร้างเอนไซม์ต่างๆ สำหรับการสร้างไขมัน เช่น เอนไซม์ Acetyl coenzyme-A carboxylase-1 (ACC1) และ Fatty acid synthase (FAS)13 เป็นต้น ทั้งนี้การกระตุ้น CB1 receptor ที่เซลล์ไขมัน (Adipocytes) มีผลให้การทำงานของเอนไซม์ Lipoprotein lipase เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีความสำคัญในการกระบวนสร้างไขมัน อย่างไรก็ตาม CB1 receptor มีผลต่อการสร้างไขมันที่เซลล์ไขมันค่อนข้างน้อยกว่าผลต่อการสร้างไขมันตับ[36]

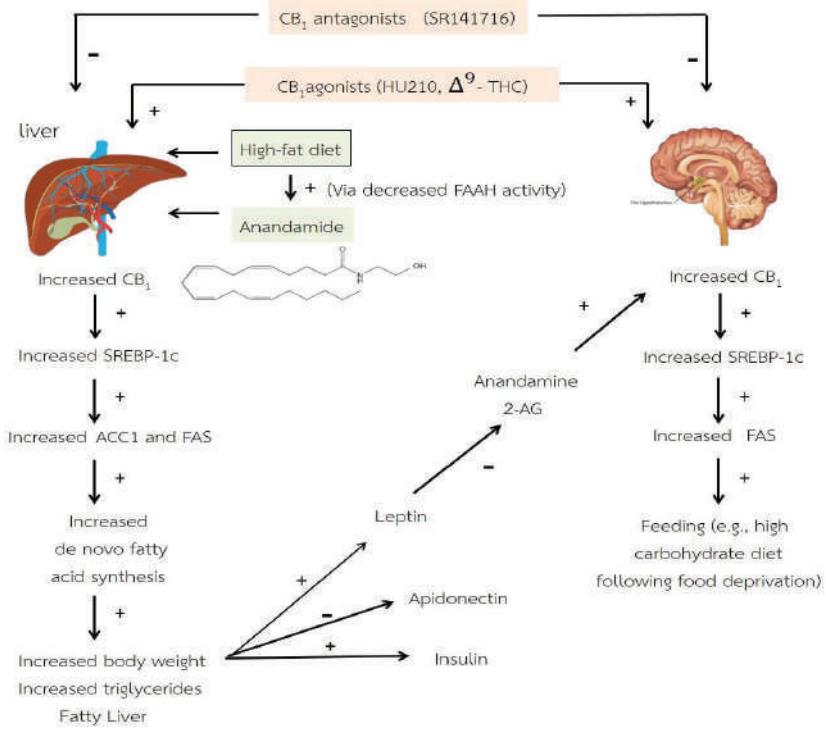


Figure 5 Effect of endocannabinoids on fatty acid synthesis
Source: Modified from วิมล (2009)[36]

โดยกระบวนการสร้างกรดไขมันเพื่อเก็บสะสมหรือแอนาบอลิซึมเป็นกระบวนการที่เกี่ยวกับ การสร้างโดยใช้พลังงานมาจากกระบวนการ แคแทบอลิซึมซึ่งเกิดขึ้นเมื่อเซลล์มีพลังงานเพียงพอและมี Acetyl-CoA เพื่อนำไปสังเคราะห์เป็นกรดไขมันและเก็บสะสมไว้ในรูปของไตรเอซิลกลีเซอรอล ซึ่งเป็นองค์ประกอบมากที่สุดของ ไลโพโปรตีนชนิดไคโลไมครอน ส่วนไลโพโปรตีนชนิด VLDL ทำหน้าที่ขนส่งไตรเอซิลกลีเซอรอลจากตับไปยังเนื้อเยื่อไขมัน ส่วน LDL ทำหน้าที่ขนส่งคอเลสเตอรอลที่สังเคราะห์จากตับไปยัง เนื้อเยื่อต่างๆ ส่วน HDL ทำหน้าที่ขนส่งคอเลสเตอรอลส่วนเกินจากเนื้อเยื่อต่างๆ กลับมาสู่ตับ จากการวิจัยของ El-Sohemy and Archer (1997)[47] พบว่า เมื่อสัตว์ได้รับอาหาร ω-3 PUFA การทำงานของไฮดรอกซี 3-3-Methylglutaryl coenzyme A (HMG-CoA) reductase จะส่งผลต่อการลดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล (Choles-terogenesis) ทั้งนี้เอนไซม์ HMG CoA มีความเกี่ยวข้องกับวิถีการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล กล่าวคือ เมื่อคอเลสเตอรอลในตับลดลงเอนไซม์ HMG-CoA reductase จะกระตุ้นให้เพิ่มการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลที่ตับใช้ไปและกระตุ้นการสร้าง LDL receptor ในตับและการนำคอเลสเตอรอลจากกระแสเลือดเข้าสู่เซลล์ตับ ส่งผลให้คอเลสเตอรอลในกระแสเลือดลดลง และการสะสมคอเลสเตอรอลลดลง ดังแสดงใน Figure 6

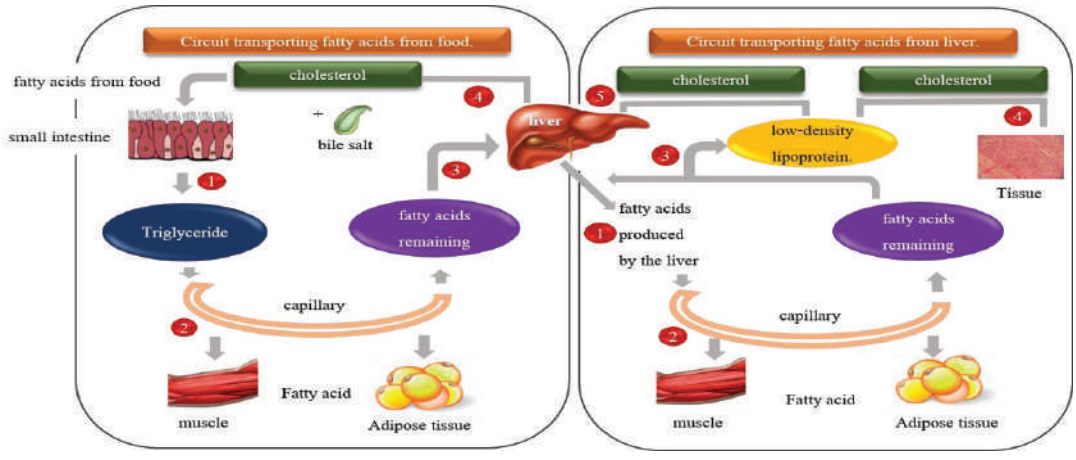


Figure 6 Process of lipid metabolism
Source: Modified from Anonymous (2552)[48]

นอกจากนี้ยังหลายงานวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงผลของการเสริมกัญชงในอาหารต่อการสะสมกรดไขมันที่เป็นประโยชน์ในไข่แดง Jing *et al.* (2016)[6] ทดลองใช้น้ำมันเมล็ดกัญชงที่ระดับ 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ และกัญชงโอเมก้าที่ 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ พบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับ การเสริมน้ำมันเมล็ดกัญชงและกัญชงโอเมก้ามีการสะสมกรดลิโนเลอิก กรดลิโนเลนิก PUFAs, EPA, DPA, และ DHA ในไข่แดงสูงกว่าไก่ไข่ กลุ่มควบคุม สอดคล้องกับ Gakhar *et al.* (2011)[5] พบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับน้ำมันเมล็ดกัญชงในระดับ 4, 8 และ 12 เปอร์เซ็นต์ในอาหารมีการสะสม กรดลิโนเลอิก กรดลิโนเลนิก กรดอะราชิโดนิก EPA, DHA, และ กรดไขมันโอเมก้า 3 สะสมในไข่แดงสูงกว่าไก่ไข่กลุ่มควบคุม

ทั้งนี้ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบผล การใช้เมล็ดกัญชงและกากเมล็ดกัญชงทดแทนกากถั่วเหลือง พบว่า สามารถเพิ่มการสะสม กรดลิโนเลอิก กรดลิโนเลนิก กรดอะราชิโดนิก EPA, DHA, PUFAs, กรดไขมันโอเมก้า 3 และ กรดไขมันโอเมก้า 6 ในไข่แดงสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยการใช้เมล็ดกัญชงในอาหารไก่ไข่ส่งผลให้ มีการสะสมกรดไขมันโอเมก้า 3 ในไข่แดงสูงกว่าการใช้กากเมล็ดกัญชงในอาหารไก่ไข่[43] สอดคล้องกับ Silversides and LefranÇois. (2005)[44] ที่รายงานถึงผลการทดลองที่คล้ายคลึงกันกับ Silversides *et al.*, (2002)[44] พบว่าการเสริมกากกัญชง 5 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ช่วยเพิ่มการสะสมกรดลิโนเลอิกและกรดลิโนเลนิกสูงกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) รวมถึงการทดลองของ Gakhar *et al.* (2011)[5] พบว่า การใช้เมล็ดกัญชงในระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ส่งผลให้มีการสะสมกรดลิโนเลนิก EPA, DHA, และกรดไขมันโอเมก้า 3 สะสมในไข่แดงสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของกรดไขมันในไข่แดงที่พบนั้นสามารถอธิบายด้วยเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ เมล็ดกัญชงประกอบด้วยกรดไขมันโอเมก้า 3 ต่อ กรดไขมันโอเมก้า 6 ในสัดส่วนของประมาณ 3 ต่อ 1 ทั้งนี้กรดไขมันโอเมก้า 3 ที่มีอยู่มากในกัญชง คือ กรดลิโนเลอิก และกรดแอลฟ่าลิโนเลนิก ซึ่งมีส่วนสำคัญในการเป็นสร้างตั้งต้นสำหรับการสร้างกรดไขมัน (Fatty acid biosynthesis) ที่

สำคัญ คือกรดไขมันสายยาวเชิงซ้อน EPA DHA และโอเมก้า 3 เกิดขึ้นในตับ[49] กล่าวคือ Spady (1993)[50] พบว่า กรดลิโนเลนิกสามารถสังเคราะห์เป็น EPA และ DHA ในตับและกรดไขมันที่สังเคราะห์แล้วสามารถขนส่งมาเก็บสะสมในไข่แดง[51] โดยสัตว์สามารถเปลี่ยนกรดลิโนเลอิกและกรดลิโนเลนิกไปเป็นกรดอะราชิโดนิก (Arachidonic acid, C20:4 ω-6) โดยการสร้างพันธะคู่ (Desaturation) ในสายโซ่กรดไขมันอาศัยเอนไซม์ Δ-6-Desaturase ส่วนการเพิ่มความยาว(Elongation) ของสายโซ่กรดไขมันเกิดจากการต่อคาร์บอนเข้าทีละคู่โดยอาศัยเอมไซม์อีลองเกส (Elongase)[52]

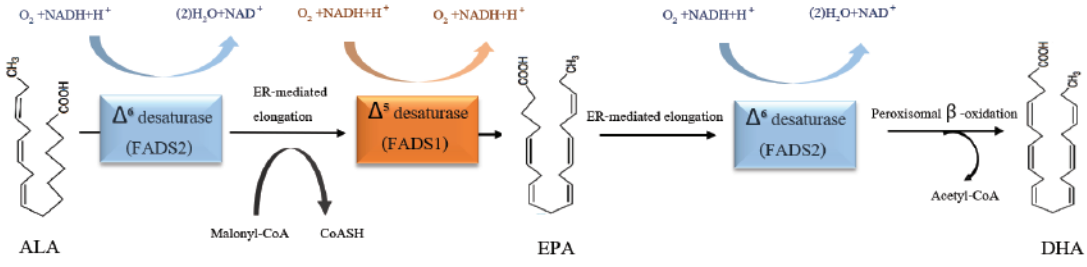


Figure 7 Process of EPA and DHA synthesis form ALA
Source: Modified from King (2017)[44]

ทั้งนี้ในสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กรดไขมันสายยาวที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น กล่าวคือ คือ หากมีกรดลิโนเลนิกเป็นสารตั้งต้นและอาศัยเอนไซม์ Δ-5-Desaturase ในการทำหน้าที่เติมพันธะคู่ให้กับกรดอะราชิโดนิกสามารถสร้างกรดไขมัน Eicosapentaenoic acid: EPA (C20: ω-5) และ Docosacexaenoic acid: DHA ตามลำดับ ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกับการที่มีกรดลิโนเลอิกเป็นสารตั้งต้นและอาศัยเอนไซม์ Δ-5 Desaturase ทำหน้าที่สร้างพันธะคู่ให้กับกรดไขมัน C20:3 ω-7 จะสามารถสร้างได้เป็นกรดอะราชิโดนิก (C20:4 ω-7) เท่านั้น[53] ดังแสดงใน Figure 7 ทั้งนี้ไข่แดงถูกสร้างและเจริญขึ้นจากรังไข่ (Ovary) ของแม่ไก่ ซึ่งนอกจากไข่แดงจะมีส่วนของ Germinal disc แล้วไข่แดงยังทำหน้าที่เป็นถุงอาหารสำหรับลูกไก่เพื่อใช้เป็นพลังงานสำรองในระหว่างการเจริญเติบโตภายในฟองไข่ตลอดช่วง 21 วันของกระบวนการฟัก ทั้งนี้บริเวณที่ผิวของถุงไข่แดงจะมีเส้นเลือดจำนวนมากมาหล่อเลี้ยงและทำหน้าที่ขนส่งโภชนสารต่างๆ จากแม่ไก่ เช่น ไขมัน โปรตีน แร่ธาตุ และวิตามิน เป็นต้น เพื่อสะสมในไข่แดง

สรุป

กัญชง (*Cannabis sativa L.*) มีส่วนประกอบที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ Δ-9 Tetrahydro-cannabinol (<0.3%) และสารพฤกษเคมีกลุ่ม แคนนาบินอยด์ เช่น THC CBD และ CBN เป็นต้น นอกจากนี้ในเมล็ดกัญชงยังประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรต 32 ถึง 34 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 33 ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 25 เปอร์เซ็นต์ และ เยื่อใย วิตามินและแร่ธาตุ 9 ถึง 11 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำมันเมล็ดกัญชงเป็นแหล่งของกรดไขมันโอเมก้า 3 และ โอเมก้า 6 ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดลิโนเลอิก กรดแอลฟาลิโนเลนิก EPA และ DHA เป็นต้น ทั้งนี้สามารถการใช้เมล็ดกัญชง (20 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์) กากเมล็ดกัญชง (20 เปอร์เซ็นต์) และน้ำมันเมล็ดกัญชง (9 ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพทางกายภาพของไข่ไก่ ทั้งนี้การใช้เมล็ดกัญชงหรือน้ำมันเมล็ดกัญชงในอาหารไก่ไข่สามารถลดระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL และ AST ในเลือดของไก่ไข่ รวมถึงช่วยในการสะสมกรดไขมันที่มีประโยชน์ คือ กรดลิโนเลอิก กรดลิโนเลนิก และกรดไขมัน โอเมก้า 3 ในไข่แดง

เอกสารอ้างอิง

1. มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, อณัญญา ปานทอง, ธนวดี ทองประสงค์, จักรกฤษ จันตรา, สิทธิศักดิ์ จีนพงษ์พันธุ์, ศรัณย์ หุ่นจันทร์ และ วรางคณา กิจพิพิธ. ผลการเสริมสารอิมัล ซิไฟเออร์ที่ให้โภชนะในอาหารไก่ไข่ต่อ การย่อยได้ ของโภชนะ สมรรถภาพการผลิต โลหิตวิทยา และการผลิตไข่ไก่เพื่อสุขภาพ. แก่นเกษตร. 2561 ; 46(5): 887-900.
2. พูนศรี เลิศลักขณวงศ์. การบริโภคไข่. 2562 ; ได้จาก: http://nutrition.anamai.moph.go.th, 24 มกราคม 2562.
3. นิรนาม ไข่ไก่ล้นตลาด 4 ล้านฟองต่อวัน พณ.จ่อชง ‘เอ้กบอร์ด’ รับมือ. ไทยรัฐออนไลน์ ได้จาก https://www.thairath.co.th/content/-486322, 23 เมษายน 2562.
4. พระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2562. เล่มที่ 136 ตอนที่ 19 ก. กรุงเทพฯ: ราชกิจจานุเบกษา ; 2562. หน้า 1-16.

5. Gakhar, E. and others. Effect of feeding hemp seed and hemp seed oil on laying hen performance and egg yolk fatty acid content: Evidence of their safety and efficacy of laying hen diets. Poultry Science. 2012 ; 91(3): 701-11.
6. Jing, S. and others. Performance and tissue fatty acid profile of broiler chickens and laying hens fed hemp oil and HempOmega™. Poultry Science, 2017 ; 96(6): 1809-1819.
7. วชิระ อำพน และคณะ คู่มือพนักงานเจ้าหน้าที่ในการกำกับ ดูแล ซึ่งยาเสพติด ให้โทษประเภท 5 เฉพาะเฮมพ์ (Hemp). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ ; 2561. 168 น.
8. Johnson. Hemp as an agricultural commodity. 2019 ; Available Source: https://fas.-org/sgp/crs/misc/RL32725.pdf, 19 February 2019.
9. สยาม อรุณศรีมรกต. พฤกษศาสตร์ สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ การปลูก และการผลิตทั่วไปและแบบแม่นยำในพืชกัญชง-กัญชา. มมป ; ได้จาก: https://www.nfc.or.th/wp-content/ uploads/download-manager-files/seminar-62-005.pdf, 22 เมษายน 2562.
10. Medthai. กัญชง สรรพคุณและประโยชน์ของกัญชง 14 ข้อ. 2015 ; ได้จาก: https://med thai.com, 29 มกราคม 2562.
11. Wan L. Hemp foods in Australia and New Zealand: Legal, on the shelves and set for boom. 2017 ; https://www.foodnavigator-asia.com/article/2017/12/06/hemp-foods-in-australia-and-new-zealand-legal-on-the-shelves-and-set-for-boom, 06-Dec-2017.
12. MedThai. กัญชง สรรพคุณและประโยชน์ของต้นกัญชง 14 ข้อ. 2017 ; Available from: https://medthai.com/%E0%B8%81%E0% B8%B1%E0%B8%8D%E0%B8%8A%E0%B8%87/. 20 มิถุนายน 2015, UPDATED: 1 สิงหาคม 2017.
13. องค์การเภสัชกรรม และ ภาคีเครือข่าย. การวิจัยและพัฒนาสารสกัดกัญชาและกัญชงทางการแพทย์เพื่อการพัฒนาประเทศ” ใน: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร ณ ห้องแกรนด์ฮอลล์ 2 โรงแรมรามาการ์เด้นส์ กรุงเทพฯ ; 2561. หน้า 1-73.
14. มนทิรา สุขเจริญ และ พันธวัศ สัมพันธ์พานิช. จุดเริ่มต้นว่าด้วยเรื่องของ “เฮมพ์” หรือ “กัญชง” ที่ไม่ใช่ “กัญชา”. วารสารสิ่งแวดล้อม. 2562 ; 23 (3): 348.
15. Bazdidi, N. and others. Evaluation of dietary hempseed and hempseed oil and performance, egg quality and some blood parameters in laying hens after peak period. Poultry science Journal. 2016, 4(2): 89-95.
16. อาคม กาญจนประโชติ. กัญชง: Hemp. เชียงใหม่: โทน คัลเลอร์ เชียงใหม่ ; 2550. 90 หน้า.
17 ภูมิฐวัศ สัมพันธ์พานิช และ กาญจน์นภา พงศ์พนรัตน์. เฮมพ์ รากเหง้าแห่งวิถีชีวิตวัฒนธรรมชาวม้ง. วารสารสิ่งแวดล้อม. 2562 ; 23(3): 105.
18 สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). เฮมพ์ใหม่ของประเทศไทย” [ออนไลน์]. มมป ; ได้จาก: hrdi.or.th/Articles/ Detail/18 [23 มกราคม 2561].
19. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). ขออนุญาตปลูกกัญชง ทำอย่างไร [ออนไลน์]. มมป ; ได้จาก: https://www.hrdi.or.th/Articles/Detail/48 [21 มกราคม 2563].
20. Callaway, J. Hempseed as a nutritional resource: An overview”. Euphytica. 2004 ; 140: 65-72.
21. House *et al*., Evaluating the Quality of Protein from Hemp Seed (*Cannabis sativa* L.) Products Through the use of the Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score Method. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010 ; 58(22): 11801-11807.
22. Parker, D.A., and others. Fatty acid composition and oxidative stability of cold-pressed edible seed oil. Journal of science. 2003 ; 68: 1241-1243.
23. นภัสสร มนทา, และคณะ งาขี้ม้อน: ทางเลือกอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มปริมาณกรดไขมันโอเมก้าสามในเนื้อสัตว์และไข่สำหรับเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ. วารสารเกษตร, 2560 ; 33(3): 466.
24. อัจฉรา นิยมเดชา และคณะ. การใช้กรดไขมันโอเมก้าในการเพิ่มสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากในสุกร. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 2558 ; 5(4): 122-131.
25. Sandison. Preliminary Assessment of Hemp Seed Products as Feed Ingredients for Laying Hens”. WSDA. Washington. 40.14 chohir. 2012. Organic Molecules. 2017 ; Available from: https:// 14chohir.-wordpress.com/2012/10/09/3-2-organic-molecules, February 4 2019.
26. Leizer, D. and others. The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. Journal of Nutraceuticals. 2000 ; 2(4). 35-53.

27 Osburn, L. HEMP SEED: the most nutritionally complete food source in the world". Hemp Line Journal. 1992 ; 1(1): 14-15.

28. González-Alvarado J.M. and others. Effects of fiber source and heat processing of the cereal on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers fed diets based on corn or rice. Poultry Science. 2008 ; 87: 1779-1795.

29. Mateos, G.G. and others. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. Journal of Applied Poultry Research. 2012 ; 21: 1 56-174.

30. Svihus, B. and others. Passage rate through the anterior digestive tract of broiler chickens fed on diets with ground and whole wheat. British Poultry Science. 2002 ; 43: 662-668.

31. Jiménez-Moreno, E. and others. "Effects of source of fibre on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers. Animal Feed Science and Technology. 2009 ; 154: 93-101.

32. Malomo, A.S. and R.E. Aluko. A comparative study of the structural and functional properties of isolated hemp seed (*Cannabis sativa* L.) albumin and globulin fractions. Food Hydrocolloid. 2014 ; 43: 743-752.

33. ประภัสสร ทิพย์รัตน์ และชัยพัฒน์ ธิตะจารี. การวิเคราะห์สาร THC และ CBD และการศึกษา อัตราส่วนของ THC และ CBD ในเฮมพ์. ในรายงานการวิจัยเสนอต่อสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 2551.

34. วรียา ถาอุปชิต และ นุศราพร เกษสมบูรณ์. การใช้กัญชาทางการแพทย์. วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน. 2560 ; 1: 228-240.

35. องค์กรเภสัชกรรม. 2561. สารประกอบเคมีที่อยู่ในกัญชา แหล่งที่มา: https://www.gpo.or.th/, 21 เมษายน 2562.

36. วิมล พันธุเวทย์. Endocannabinoid System. Thai Pharmaceutical and Health Science Journal. 2009 ; 4(1): 84-93.

37. Surai P.E. and N.H.C. Sparks. Designer eggs: from improve of egg composition to functional food. Trends in Food Science and Technology. 2001 ; 12: 7-16.

38. ศัลยา คงสมบูรณ์เวช.อาหารฟังค์ชั่นและ การส่งเสริมสุขภาพ. โภชนบำบัด. 2546, 14(1): 6-17.

39. Perić L., and others. Production of poultry meat and eggs as functional food-challenges and opportunities". Biotechnology in Animal Husbandry. 2011, 27(3): 511-520.

40. Rajasekaran A., and M.Kalaivani. Designer foods and their benefits. Journal of Food Science and Technology. 2013, 50(1): 1-16.

41. พจน์ ศรีบุญลือ. และคณะ. ตำราชีวเคมี" พิมพ์ครั้งที่ 3 ขอนแก่น: ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2543.

42. Neijat M, and others. Performance, egg quality, and blood plasma chemistry of laying hens fed hempseed and hempseed. Poultry Science. 2014, 93: 2827-2840

43. Silversides F.G. and M.R. LefranÇois. The effect of feeding hemp seed meal to laying hens. British Poultry Science. 2005 ; 46(2): 231-235.

44. Silversides F.G. and others. Effect of feeding hemp seed meal to laying hens Agriculture and Agri-Food Canada 1, Nova Scotia Agricultural College 2, and Univerisité Laval 3

45. Mierliță D. Fatty acids profile and oxidative stability of eggs from laying hens fed diets containing hemp seed or hempseed cake. South African Journal of Animal Science. 2019, 49(2): 310-321.

46. Lichtman A, and B. Cravatt. Food for thought: endocannabinoid modulation of lipogenesis. The Journal of Clinical Investigation. 2005,115: 1130-1133.

47. El-Sohemy, and M.C. Archer. Regulation of mevalonate synthesis in rat mammary glands by dietary ω-3 and ω-6 polyunsaturated fatty acids. Cancer Research. 1997 ; 57: 3685-3687.

48. นิรนาม. ไตรกลีเซอไรด์และเอชดีแอล. 2552 ; ได้จาก: https://www.doctor.-or.th/article/detail/5887, 2 เมษายน 2561.

49. มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี และคณะ. ผลของ การเสริมเมล็ดงาขี้ม้อนในอาหารของไก่ไข่ (ระยะท้าย) ต่อการย่อยได้ของโภชนะ สมรรถนะการผลิต คุณภาพไข่ คอเลสเตอรอล และการสะสมของกรดไขมันโอเมก้าในไข่ไก่. Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University. 2560 ; 11(1): 46-64.

50. Spady, DK. Regulatory effects of individual ω-6 and ω-3 polyunsaturated fatty acids on LDL transport in the rat. The Journal of Lipid Research. 1993 ; 34: 1337-1346.
51. Jing, S., Zhao., and J.D. House. 2016 Performance and tissue fatty acid profile of broiler chickens and laying hens fed hemp oil and HempOmega™. Poultry Science. 1809-1819.
52. Bézard, J and others. The metabolism and availability of essential fatty acids in animal and human tissues. Reproduction Nutrition Development. 1994 ; 34: 539-568.
53. Trautwein, EA. Ω-3 fatty acid-Physiological and technical aspects for their use in food. European Journal of Lipid Science and Technology. 2001 ; 103: 45-55.
54. King Michael W. Synthesis of Omega-3 and -6 Fatty Acids. The medicalbiochemi stry page. 2017 ; Available Source: https://themedicalbiochemistry-page.org/ omegafats.php, 19 มีนาคม 2561.