“เมล็ดเจีย”

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเมล็ดเจียและประโยชน์เพื่อสุขภาพ

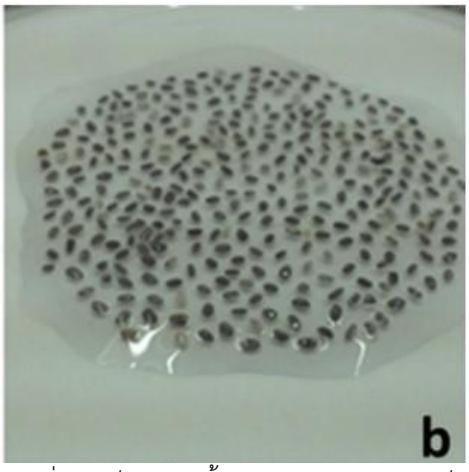
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทศพร นามโฮง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

เมล็ดเจีย หรือ Chia seed มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Salvia hispanica L.* เป็นพืชล้มลุกในตระกูล Lamiaceae ที่มีแหล่งกำเนิดจากทางตอนใต้ของประเทศเมกซิโกและตอนเหนือของกัวเตมาลาและเมล็ดของมันใช้เป็นอาหารหลักสำหรับประชากรในแถบอเมริกากลาง ปัจจุบันเมล็ดเจียมีการเพาะปลูกเพื่อการค้าทั้งในอาร์เจนตินา โคลัมเบีย เอกวาดอร์ เปรู โบลิเวีย ปารากวัยและออสเตรเลีย[1]

คำว่า Chia มีความหมายที่หมายถึง “ความแข็งแรง” ในภาษามายัน เมล็ดเจียเป็นที่รู้จักกันว่าเปรียบเสมือน “runner’s food” เพราะว่านักวิ่งและนักรบในสมัยก่อนใช้เมล็ดเจียเป็นอาหารสร้างพลังงานขณะต้องวิ่งในระยะทางไกลๆหรือในระหว่างการทำสงคราม เมล็ดเจียจัดเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีกรดไขมันที่จำเป็น α linolenic acid และกรดไขมัน linoleic acid มีโปรตีน เยื่อใยอาหาร วิตามินและเกลือแร่สูง รวมทั้งมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระได้สูง[2]

เมื่อนำเมล็ดเจียไปแช่น้ำจะเกิดลักษณะเป็นเมือกเจล (mucilage gel) รอบๆเมล็ด (เช่นเดียวกับเมล็ดแมงลัก) เจลนี้อยู่ที่เยื่อหุ้มเมล็ด ซึ่งเมื่อแยกออกจากเมล็ดสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้ เช่นทำให้เกิดเจลในอาหาร ทำให้อาหารข้นและใช้เป็นตัวทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เพราะมีความสามารถในการอุ้มน้ำ ทำให้อาหารข้นหนืดและคงความสดโดยเฉพาะอย่างยิ่งนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ดังนั้นเมล็ดเจียจึงมีศักยภาพอย่างสูงในการใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชั่นชนิดที่ต้องการลดไขมันและเพิ่มเยื่อใยอาหาร[2]

ภาพที่ 1 เมล็ดเจียหรือ Chia seed



ภาพที่ 2 เมล็ดเจียแช่น้ำ เกิดเมือกเจลรอบๆเมล็ด

องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของเมล็ดเจีย

มีรายงานเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เยื่อใยอาหารทั้งหมด เยื่อใยอาหารที่ละลายและไม่ละลายน้ำของเมล็ดเจียจากชิลี (Chilean Chia seed) ให้ผลดังตารางที่ 1 ดังนี้[3]

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของเมล็ดเจีย (Chilean chia seed) *Salvia hispanica L.* (กรัมต่อ 100 กรัม)

องค์ประกอบ	เมล็ดเจีย
ความชื้น	5.82±0.04
เถ้า	4.07±0.02
โปรตีน (N=6.25)	25.32±0.21
ไขมัน	30.22±0.08
คาร์โบไฮเดรท (ส่วนต่าง)	34.57±0.26
เยื่อใยอาหารทั้งหมด	37.50±1.07
• เยื่อใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ	35.07±0.90
• เยื่อใยอาหารที่ละลายน้ำ	2.43±0.30
ค่าพลังงาน (กิโลแคลอรี่)	576.50±9.60

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าเมล็ดเจียมีปริมาณไขมันสูง ดังนั้นเมล็ดเจียจึงถูกจัดเป็นเมล็ดพืชน้ำมัน โดยทั่วไปเมล็ดเจียมีปริมาณไขมันอยู่ระหว่างร้อยละ 25-40 และน้ำมันเมล็ดเจียมีกรดไขมันโอเมก้า 3 α linolenic acid อยู่ถึงร้อยละ 68 ซึ่งจัดเป็นแหล่งไขมันจากพืชที่มีปริมาณกรดไขมัน α linolenic สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันงาม่อน (Perilla) น้ำมัน camelina และน้ำมันเมล็ดแฟลก (Flax seed) ซึ่งน้ำมันเหล่านี้มีกรดไขมัน α linolenic เท่ากับร้อยละ 53, 36 และ 57 ตามลำดับ[4] กรดไขมันจำเป็นเหล่านี้ไม่สามารถสร้างขึ้นได้ในร่างกายมนุษย์ต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น ในร่างกายมนุษย์กรดไขมัน α linolenic เป็นตัวตั้งต้นที่จะเปลี่ยนเป็นกรดไขมันโอเมก้า 3 eicosapentaenoic acid (EPA) และ docosaheaxaaenoic acid (DHA) ซึ่งมีความสำคัญต่อสุขภาพ[5] นอกจากนี้เมล็ดเจียยังประกอบไปด้วยกรดไขมันโอเมก้า 6 กรด linoleic acid ประมาณร้อยละ 17-26 ของไขมันทั้งหมด[6] ซึ่งทำให้เกิดภาวะสมดุลที่ดีระหว่างกรดไขมันโอเมก้า 3 และกรดไขมันโอเมก้า 6 อัตราส่วนกรดไขมันโอเมก้า 6 ต่อกรดไขมันโอเมก้า 3 ควรอยู่ที่ 4:1 ถ้าสูงกว่านี้จะมีข้อเสียต่อสุขภาพซึ่งนำไปสู่โรคเรื้อรังต่างๆ เช่นโรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคมะเร็งฯ มีรายงานการวิเคราะห์โครงร่างของกรดไขมันในเมล็ดเจียเป็นไปตามตารางที่ 2 ดังนี้[3]

ตารางที่ 2 โครงร่างกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดเจีย *Salvia hispanica L.*

กรดไขมัน	น้ำมันเมล็ดเจีย* (กรัมต่อ 100 กรัม)
C 18:3	62.80
กรดไขมันอิ่มตัว	11.12
กรดไขมันไม่อิ่มตัวพันธะเดี่ยว	7.29
กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายพันธะ	81.59
อัตราส่วนกรดไขมันโอเมก้า 6/ โอเมก้า 3	0.29

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าน้ำมันเมล็ดเจียประกอบด้วยกรดไขมันหลักๆคือกรด α linolenic ซึ่งมีปริมาณถึงร้อยละ 62.80 และมีสัดส่วนของกรดโอเมก้า 6 ต่อโอเมก้า 3 ที่ต่ำมากซึ่งมีประโยชน์ในการลดความเสี่ยงการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ ดังนั้นการปรับปรุงอาหารที่บริโภคโดยเพิ่มการบริโภคกรดไขมันโอเมก้า 3 จึงมีความสำคัญต่อการจัดการในเรื่องการทำงานของสมอง การจัดการเกี่ยวกับโรคหลอดเลือดหัวใจ โรคข้ออักเสบ โรคซึมเศร้า และโรคมะเร็ง และโรคที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ[7] การนำเอาเมล็ดเจียซึ่งมีกรดไขมันที่จำเป็นในปริมาณสูงผสมลงในอาหารจึงเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชั่นที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพอย่างหนึ่ง จึงเป็นความท้าทายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเหล่านี้โดยต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับด้านประสาทสัมผัสและจัดเตรียมได้ง่าย ในขณะเดียวกันก็ต้องผ่านเกณฑ์ความปลอดภัยด้านอาหารและให้ประโยชน์ด้านโภชนาการอีกด้วย[8]

กรดไขมันหลักๆที่มีในเมล็ดเจียสามารถเรียงตามลำดับปริมาณจากมากไปหาน้อยดังนี้ กรด α linolenic > กรด linoleic > กรด palmitic พอๆกับ กรด oleic และมากกว่ากรด stearic ไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันเมล็ดเจียที่พบมากที่สุดคือกรด linolenic[3] นอกจากนี้เมล็ดเจียและน้ำมันเมล็ดเจียยังเป็นแหล่งที่ดีของสารต้านอนุมูลอิสระเช่น tocopherol phytosterol carotenoids[9] และสารประกอบฟีนอลิกรวมทั้งกรด chlorogenic กรด caffeic myricetin และ kaempferol และกรด 3,4 – dihydroxyphynylethanol-elenolic (3,4 DHPEA-EDA) ซึ่งสารประกอบเหล่านี้ทำให้น้ำมันเมล็ดเจียมีความเสถียรทั้งๆที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายพันธะในปริมาณสูง[10] ดังนั้นเมื่อนำเมล็ดเจียและน้ำมันเมล็ดเจียมาเป็นส่วนผสมในอาหารจึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นอาหารฟังก์ชั่นที่มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้ ซึ่งส่วนของน้ำมันเมล็ดเจียนั้นได้มาจากการบีบอัดเมล็ดแบบเย็น (cold pressing) และนำเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียสในขวดที่ไม่มีช่องอากาศ[3] จนกว่าจะนำไปใช้

ส่วนอื่นๆของเมล็ดเจียที่ใช้บริโภค เช่น เมือกเจลของเมล็ดเจีย ซึ่งเมื่อนำเมล็ดเจียไปแช่น้ำ จะเกิดลักษณะเป็นเมือกเจล (mucilage gel) รอบๆเมล็ด ซึ่งองค์ประกอบหลักของเจลคือเยื่อใยที่ละลายน้ำได้มีอยู่ประมาณร้อยละ 6 ของเมล็ดเจีย[2] ซึ่งส่วนนี้คือเปลือกหุ้มเมล็ดและจะพองตัวเป็นเมือกเจลเมื่อถูกน้ำ เจลที่ได้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมอาหารได้หลายชนิด และสามารถใช้เป็นตัวทดแทนไขมันโดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

การสกัดเจลจากเมล็ดเจียทำได้โดยนำเมล็ดเจียที่เก็บในกล่องพลาสติกที่ป้องกันอากาศเข้าออกได้และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสจนกว่าจะนำไปใช้ นำเมล็ดเจียนี้แช่ในน้ำกลั่นที่อัตราส่วนเมล็ดต่อน้ำเท่ากับ 1:40 คนส่วนผสมอย่างต่อเนื่องในเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศผ่านแผ่นกรองขนาด 18 เมช เพื่อเอาเฉพาะเมือกเจลออกจากเมล็ด หลังจากนั้นนำเข้าเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่ความเร็ว 11,600 g เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำเจลไปทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze dry) หรือทำแห้งโดยการแผ่เจลที่ได้บนถาดและอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 ชั่วโมง แล้วบรรจุลงในภาชนะบรรจุพลาสติกที่ปิดสนิทกันอากาศเข้าออก และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสก่อนนำไปใช้ต่อไป ผลผลิตเมือกเจลเมล็ดเจียแห้งที่ผ่านการทำแห้งแบบเยือกแข็งได้ผลผลิต 7.86 กรัมต่อน้ำหนักเมล็ด 100 กรัม[11] นอกจากนี้เมล็ดเจียยังมีเยื่อใยอาหารในปริมาณมาก (สูงถึงประมาณร้อยละ 30 ของน้ำหนักเมล็ดทั้งหมด) ซึ่งกลายเป็นเมือกเจลรอบๆเมล็ดเมื่อนำไปแช่น้ำ เมือกเจลนี้เป็นโพลีแซคคาไรด์ที่ประกอบด้วย xylose glucose และกรด glucoronic มีน้ำหนักโมเลกุล 0.8-2x106 Da สามารถดูดน้ำได้ถึง 10 เท่าและทำให้ร่างกายดูดซึมน้ำตาลได้ช้าลง[12]

เมือกเจลจากเมล็ดเจียประกอบด้วยน้ำตาลหลายชนิดซึ่งชี้ให้เห็นว่าคาร์โบไฮเดรทเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเมือกเจล ซึ่งโครงสร้างเป็นน้ำตาลเตตราแซคคาไรด์และ 4-O-methyl-α-D-glucoronopyranosyl ที่มีกิ่งก้านของ β-D-xylopyranosyl แตกออกจากสายโซ่หลัก[13] จากโครงสร้างนี้ทำให้เมือกเจลเป็นเสมือนเยื่อใยที่ละลายน้ำได้และมีคุณสมบัติในการจับน้ำได้ดี อุ้มน้ำได้ มีความหนืดและเป็นเหมือนไฮโดรคอลลอยด์ที่ไวต่อปฏิกิริยา คุณสมบัติเหล่านี้นำไปใช้แทนไขมันได้ดีในผลิตภัณฑ์ขนมอบ[14] ซึ่งมีรายงานว่าสารประกอบเหล่านี้สามารถปรับปรุงปริมาตรของก้อนโดได้เนื่องจากจะไปสร้างสารประกอบระหว่าง ionic group และโปรตีนเช่นกลูเตน ทำให้มีผลดีต่อการสร้างร่างแหกลูเตนที่รวมกับน้ำได้ดี[15]

เมล็ดเจียมีปริมาณโปรตีนที่สูงกว่าเมล็ดธัญพืชอื่นๆ เมล็ดเจียมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 19-23 ขณะที่ข้าวสาลีมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 14 ข้าวโพดร้อยละ 14 ข้าวร้อยละ 8.5 ข้าวโอ๊ตร้อยละ 15.3 เมล็ดเจียมีกรดอมิโนที่จำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง กรดอมิโน leucine lysine valine และ isoleucine ในปริมาณ 4.15 2.99 2.85 และ 2.42 กรัมต่อโปรตีน 100 กรัมตามลำดับ[16] และมีผู้รายงานว่าการบริโภคเมล็ดเจียทำให้การทำงานของลำไส้ดีขึ้น ลดระดับกลูโคสและคลอเรสเตอรอลในเลือด และลดการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาโบลิซึม[17]

เมล็ดเจียสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นอาหารได้หลายรูปแบบเช่น เมล็ดเจียทั้งเมล็ด แป้งเมล็ดเจีย น้ำมันเมล็ดเจีย หรือเมือกเจลจากเมล็ดเจีย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเมล็ดเจีย

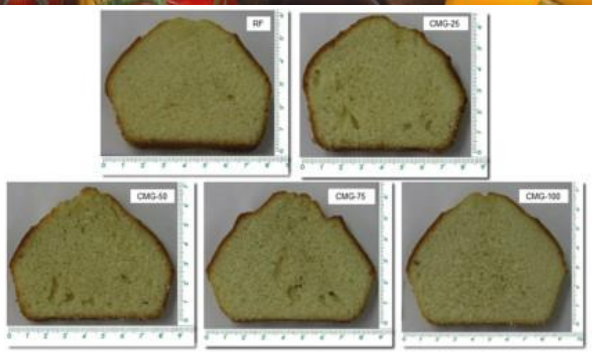
แป้งเมล็ดเจีย เตรียมแป้งเมล็ดเจียได้จากการนำเมล็ดเจียมาบดด้วยเครื่องบดแสตนเลสจนได้ขนาดอนุภาคใกล้เคียงกับแป้งสาลี แป้งเมล็ดเจียที่ได้มีโปรตีนร้อยละ 2±1 ไขมันร้อยละ 30.4±0.9 ความชื้นร้อยละ 8±0.3 และเถ้าร้อยละ 4.1±0.8 (น้ำหนักเปียก)[17]

เมล็ดเจียและน้ำมันเมล็ดเจีย จากการ assay ด้วยวิธี in vitro พบว่าเมล็ดเจียและน้ำมันเมล็ดเจียมีศักยภาพสูงในการต้านอนุมูลอิสระ และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ เนื่องจากมี tocopherol phytosterol carotenoid และสารประกอบฟีนอลิกซึ่งจะช่วยปกป้องผู้บริโภคจากโรคเรื้อรังต่างๆ และให้ประโยชน์ต่อสุขภาพ[18] ไขมันของเมล็ดเจียเป็นแหล่งโอเมก้า 3 ที่ดีสำหรับผู้บริโภคมังสวิรัติ หรือผู้ที่แพ้ปลาทะเล ซึ่งน้ำมันเมล็ดเจียไม่ก่อให้เกิดปัญหาเมื่อรวมกับแหล่งอาหารอื่นๆเช่นธัญพืชอื่นหรืออาหารทะเล และไม่ก่อให้เกิดปัญหาในระบบการย่อย[19]

การใช้เมือกเจลจากเมล็ดเจียและแป้งเมล็ดเจียในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

เนื่องจากเมือกเจลจากเมล็ดเจียมีความสามารถในการดูดซับน้ำและเพิ่มความหนืด จึงใช้เป็นตัวทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ขนมอบ มีรายงานว่าการใช้เมือกเจลเมล็ดเจีย ทดแทนไขมันในเค้กร้อยละ 25 แล้วพบว่าคุณสมบัติทางกายภาพ คุณค่าทางโภชนาการและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสยังคงเหมือนกับสูตรควบคุมที่ใช้ไขมันทั้งหมด[20]

ภาพที่ 3 เมือกเมล็ดเจียที่สกัดได้



ภาพที่ 4 ภาพหน้าตัดเนื้อเค้กที่ใช้เมือกเมล็ดเจียทดแทนไขมัน ในอัตรา 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% ตามลำดับ (จากซ้ายไปขวาและบนลงล่าง)

ที่มา : [20]

นอกจากนี้มีการศึกษาการทำขนมปังและเค้กโดยใช้เมือกเจลจากเมล็ดเจียเพื่อลดปริมาณไขมันในขนมปังและเค้กชอกโกแลต พบว่าแทนที่ไขมันด้วยเมือกเจลเมล็ดเจียแห้งได้ถึงร้อยละ 50 โดยไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ แต่ถ้าแทนที่ถึงร้อยละ 75 สามารถลดปริมาณไขมันโดยรวมของขนมปังลงไปได้ร้อยละ 56.6 และของเค้กชอคโกแลตลงร้อยละ 51.6 โดยที่คุณลักษณะทางกายภาพลดลงเล็กน้อยแต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดได้รับการยอมรับที่ดี และผู้บริโภคมีความตั้งใจที่จะซื้อเมื่อใช้เมือกเมล็ดเจียที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส[21]

ในผลิตภัณฑ์เค้กปอนด์ที่มีไขมันในปริมาณ 17 กรัมต่อผลิตภัณฑ์หนัก 100 กรัม มีการศึกษาการทดแทนไขมันโดยใช้เมือกเมล็ดเจียมาแทนที่เนยขาว โดยใช้เมือกเมล็ดเจียแห้งที่ผ่านการทำแห้งแบบเยือกแข็งมาแช่น้ำก่อนใช้แทนที่ไขมันในสูตร พบว่าเค้กปอนด์ที่ใช้เมือกเมล็ดเจียทดแทนไขมันในระดับ 25 กรัมต่อส่วนผสม 100 กรัม มีปริมาตร, ความชื้น, ความสมมาตรและค่าวอร์เตอร์แอคทิวิตี้ ไม่เปลี่ยนแปลงจากสูตรควบคุม[22] นอกจากนี้มีการศึกษาการใช้เมือกเจลจากเมล็ดเจียแทนที่ไขมันหรือไข่ในสูตรเค้ก โดยแทนที่ในปริมาณดังนี้คือร้อยละ 25, 50 และ 75 ของปริมาณไขมันหรือไข่ พบว่าการแทนที่ในระดับร้อยละ 25 ได้เค้กที่ไม่มีความแตกต่างในด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและการยอมรับรวมจากสูตรควบคุม ส่วนเค้กที่ใช้เมือกเจลเมล็ดเจียแทนที่ไขมันร้อยละ 50 พบว่าได้เค้กที่มีแคลอรีน้อยกว่าสูตรควบคุม 36 กิโลแคลอรี่ และไขมันน้อยกว่า 4 กรัมต่อขนาดเค้ก 100 กรัม เมือกเจลเมล็ดเจียไม่มีผลต่อน้ำหนักเค้ก แต่จะทำให้ปริมาตรเค้กลดลงเมื่อแทนที่ในปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งสรุปได้ว่าเมือกเจลสามารถแทนที่ไขมันหรือไข่ได้มากที่สุดที่ร้อยละ 25 ซึ่งให้ผลเป็นผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับได้ทางประสาทสัมผัสและให้คุณค่าทางโภชนาการที่มากกว่าสูตรควบคุม[23]

มีผู้ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้แป้งเมล็ดเจียหรือเมล็ดเจียแทนที่แป้งสาลีต่อคุณภาพของขนมปัง พบว่าขนมปังที่ใช้แป้งเมล็ดเจีย 7.8 กรัมและไขมัน 0.9 กรัมต่อ 100 กรัมส่วนผสม และขนมปังที่ใช้เมล็ดเจีย 11.0 กรัม ไขมัน 1.0 กรัมต่อส่วนผสม 100 กรัม พบว่าขนมปังที่ได้มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวลดลงร้อยละ 27 และ 24 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีล้วน และอัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งต่อกรดไขมันอิ่มตัวสำหรับขนมปังสูตรควบคุมเท่ากับ 1.01 แต่ขนมปังที่ใช้แป้งเมล็ดเจียและเมล็ดเจียมีอัตราส่วนเท่ากับ 3.1 และ 3.9 ตามลำดับ และมีเยื่อใยอาหารกับกรดไขมันโอเมก้า 3 เพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์สุดท้ายด้วย ซึ่งสูตรนี้สามารถนำไปใช้ได้ในระดับอุตสาหกรรมซึ่งสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่ลดการบริโภคกรดไขมันอิ่มตัวและเพิ่มกรดไขมันจำเป็นเช่นกรดโอเมก้า 3[24] นอกจากนี้มีผู้ประเมินผลการใช้แป้งเมล็ดเจียทั้งหมด และไขมันพืชไฮโดรจีเนทในเค้กปอนด์ ถึงผลทางด้านคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทดลองใช้แป้งเมล็ดเจียในปริมาณ 0-30 กรัมต่อส่วนผสม 100 กรัม และใช้ไขมันพืชไฮโดร

จีเนท ในปริมาณ 12-20 กรัมต่อส่วนผสม 100 กรัม ซึ่งจากการทดลองให้ผลว่าการเพิ่มแป้งเมล็ดเจียทำให้ปริมาตรและค่าสีของเค้กลดลง ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดคือเค้กที่มีแป้งเมล็ดเจีย 15 กรัมต่อส่วนผสม 100 กรัมและมีไขมันพืชไฮโดรจีเนท ในอัตรา 16-20 กรัมต่อ 100 กรัมส่วนผสม และเมื่อนำเค้กที่มีแป้งเมล็ดเจีย 15 กรัมและไขมันพืช 20 กรัมต่อส่วนผสม 100 กรัมมาวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่ามีโปรตีน ไขมัน และเถ้า มากกว่าเค้กสูตรควบคุม และสูตรนี้มีกรดไขมันโอเมก้า 3 เพิ่มขึ้นและมีการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสที่ดี[25] และเมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลีและแป้งเมล็ดเจียทั้งเมล็ดให้ผลดังตารางที่ 3[25] ดังนี้

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลี และแป้งเมล็ดเจียทั้งเมล็ด

องค์ประกอบ	แป้งสาลี (กรัมต่อ 100 กรัม)	แป้งเมล็ดเจีย (กรัมต่อ 100 กรัม)
ความชื้น	11.58±0.01	7.74±0.01
โปรตีน	9.35±0.04	20.01±0.17
ไขมัน	1.31±0.02	30.97±0.57
เถ้า	0.70±0.01	4.58±0.13
คาร์โบไฮเดรท	73.60±0.05	5.20±0.83
เยื่อใยทั้งหมด	3.47±0.02	31.51±0.51
• เยื่อใยที่ละลายน้ำได้	0.97±0.01	2.96±0.12
• เยื่อใยที่ไม่ละลายน้ำ	2.63±0.01	28.37±0.21

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าแป้งเมล็ดเจียมีโปรตีน ไขมันและเยื่อใยอาหารสูงกว่าแป้งสาลี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแป้งเมล็ดเจียเป็นแหล่งที่ดีของคุณค่าทางอาหารเหล่านี้

นอกจากนี้มีรายงานวิจัยที่ศึกษาถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ปราศจากกลูเตนโดยใช้แป้งบัควีทและแป้งเมล็ดเจียมารวมกันเพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมปัง ซึ่งพบว่าขนมปังที่ทำด้วยแป้งเมล็ดเจียและแป้งบัควีทได้รับการยอมรับในด้านคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าขนมปังแป้งสาลีธรรมดา และมีปริมาณโปรตีน เยื่อใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เถ้า และกรด α linolenic สูงกว่าสูตรควบคุม ร้อยละ 20, 74, 51 และ 67.4 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังให้พลังงานและคาร์โบไฮเดรทต่ำกว่าสูตรควบคุมร้อยละ 14 และ 24 ตามลำดับ การใช้แป้งบัควีทสามารถปรับปรุงกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระได้ประมาณร้อยละ 75 และมีสารประกอบฟลาวานอยด์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ดังนั้นบัควีทและแป้งเมล็ดเจียจึงเป็นวัตถุดิบที่ดีเลิศในการทำขนมปังปราศจากกลูเตนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและเหมาะสำหรับผู้ป่วยที่แพ้กลูเตน[26] มีรายงานว่าการเติมแป้งเมล็ดเจีย 10 กรัมต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัมทำให้ได้ขนมปังที่มีเยื่อใยที่ละลายน้ำ กรดไขมันโอเมก้า 3 และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของขนมปังเพิ่มขึ้น[26] ตามที่ได้กล่าวในเบื้องต้นแล้วว่าเมล็ดเจียเมื่อนำไปแช่น้ำจะเกิดเมือกเจลที่มีคุณสมบัติเหมือนไฮโดรคอลลอยด์ จึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยทำเมล็ดเจียและแป้งเมล็ดเจียให้ชุ่มน้ำก่อนเอาไปผสมในแป้งโด การทำแป้งหรือเมล็ดให้ชุ่มน้ำทำโดยผสมแป้งหรือเมล็ด 1 ส่วนกับน้ำ 3 ส่วน และทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาทีที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปผสมกับแป้งสาลีเพื่อทำขนมปัง ซึ่งพบว่าระหว่างการนวดแป้งโดแป้งเจียช่วยเพิ่มการดูดซับน้ำ และดูดซับน้ำได้ดีขึ้นเมื่อแป้งเมล็ดเจียนั้นผ่านการทำให้ชุ่มน้ำก่อนเช่นกัน การเติมแป้งเมล็ดเจียที่ชุ่มน้ำช่วยเพิ่มความทนทานของแป้งโดและลดการยืดตัวของแป้งโด และการเติมเมล็ดเจียลงไป 10 กรัมต่อแป้งสาลี 100 กรัม ทำให้ปริมาตรขนมปังลดลงและความแน่นของเนื้อขนมปังเพิ่มขึ้น แต่ปัญหาเหล่านี้ลดลงเมื่อทำให้เมล็ดเจียชุ่มน้ำก่อน ส่วน

การเติมแป้งเมล็ดเจียในอัตราส่วน 10 กรัมต่อ 100 กรัมแป้งสาลี พบว่าปริมาตรขนมปังไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อทำให้แป้งชุ่มน้ำก่อน แลจากการทดลองผู้บริโภคให้การยอมรับขนมปังที่ใช้แป้งเมล็ดเจียที่ไม่ทำให้ชุ่มน้ำก่อนต่ำกว่าขนมปังในสูตรชนิดอื่นๆ[27]

มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพโดยผลิตอาหารที่อุดมไปด้วยกรดไขมันโอเมก้า 3 เนื่องจากกรดไขมันโอเมก้า 3 ช่วยลดความเสี่ยงการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ ลดอาการความดันโลหิตสูง ลดความเสี่ยงการเกิดอาการซึมเศร้า[28] ซึ่งตรงข้ามกับกรดไขมันโอเมก้า 6 จึงได้มีการศึกษาขนมปังที่เติมแป้งถั่วเหลืองและเมล็ดเจีย และประเมินโครงร่างของกรดไขมันในขนมปังนี้ พบว่ามีกรดไขมัน 6 ชนิด กรดที่มีมากที่สุดเรียงตามลำดับคือกรด linoleic oleic palmitic และกรด linolenic กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายพันธะมีสูงกว่าร้อยละ 63 พบว่าการใช้แป้งถั่วเหลืองและเมล็ดเจียทำให้กรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวพันธะเดี่ยวลดลงและมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายพันธะเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ขนมปังที่ได้มีอัตราส่วนของกรดไขมันโอเมก้า 6 ต่อโอเมก้า 3 ลดลงซึ่งดีต่อสุขภาพ[29]

นอกจากผลิตภัณฑ์ขนมอบแล้ว ยังมีการประยุกต์นำเมือกเมล็ดเจียมาใช้ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม โดยแช่เมล็ดเจียกับน้ำในอัตราส่วนตั้งแต่ 10:1 – 30:1 แล้วสกัดที่อุณหภูมิ 30-80 องศาเซลเซียส สกัดโดยคนผสมเป็นเวลา 2-4 ชม.จากนั้นนำส่วนผสมแผ่ในถาดและอบแห้งในตู้อบค้างคืนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และแยกเมือกเจลแห้งออกจากเมล็ดด้วยการถูและร่อนผ่านตะแกรง 30 เมช นำเมือกเจลมาใช้กับไอศกรีม พบว่าการสกัดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส สกัดเป็นเวลา 4 ชม. โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อเมล็ดเท่ากับ 30 :1 จะได้ผลผลิตเจลเท่ากับ 4.95 กรัมต่อน้ำหนักเมล็ด 100 กรัม และเมื่อนำมาเป็นส่วนผสมในไอศกรีมโดยใช้แทนอีมัลซิไฟเออร์และสเตบิไลเซอร์ทั้งหมด ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าเมือกเจลเมล็ดเจียนี้สามารถใช้แทนได้โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพไว้ได้ทั้งในด้านเนื้อสัมผัส โอเวอร์รัน และการทดสอบด้านการละลาย แต่อย่างไรก็ตามสีที่คล้ำของเมือกเจลมีผลด้านคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไอศกรีม จากการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการใช้เมือกเจลจากเมล็ดเจียเป็นสเตบิไลเซอร์ในสูตรไอศกรีม[30]

นอกจากนี้ผลพลอยได้จากการแปรรูปเมล็ดเจียเช่นการทำน้ำมันเมล็ดเจีย กากที่เหลือเป็นแหล่งที่ดีของเยื่อใยอาหาร และสารประกอบโพลีฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ[31] การบริโภคเยื่อใยอาหารจากเมล็ดเจียจึงเป็นทางเลือกที่ดีเพื่อสุขภาพที่ดีขึ้น และแนะนำให้ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ มีรายงานที่ศึกษาถึงคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของกากน้ำมันเมล็ดเจีย (M) และกากแห้ง (FRF) โดยกากที่ได้จากการสกัดน้ำมันโดยการบีบอัดคือ Mp นำกากนี้ไปตากแห้งและร่อนเอาเฉพาะส่วนที่ค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 100 เมช คือ FRFp ส่วนกากเมล็ดเจียที่ได้จากการสกัดน้ำมันโดยใช้ตัวทำละลาย n-haxane คือ Ms และกากนี้ที่นำไปตากแห้งและร่อนเช่นเดียวกับ FRFp คือ FRFs ซึ่งพบว่า Mp และ FRFp มีน้ำมันตกค้างอยู่สูงกว่า Ms และ FRFs เยื่อใยอาหารทั้งหมดมีอยู่ใน FRF สูงกว่าในกาก M ตัวอย่างทั้งหมดมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงเนื่องจากมีสารประกอบฟีนอลิกและ tocopherol ส่วน Ms และ FRFs มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ เช่นความสามารถในการจับไขมัน ดูดซับโมเลกุลอินทรีย์ ความสามารถในการทำให้น้ำและไขมันรวมตัวกัน และให้ความคงตัวของอิมัลชั่นดีกว่า Mp และ FRFp และ FRFs มีความสามารถในการดูดซึมและดูดซับน้ำได้สูงที่สุด [32]

เมล็ดเจีย vs เมล็ดแมงลัก

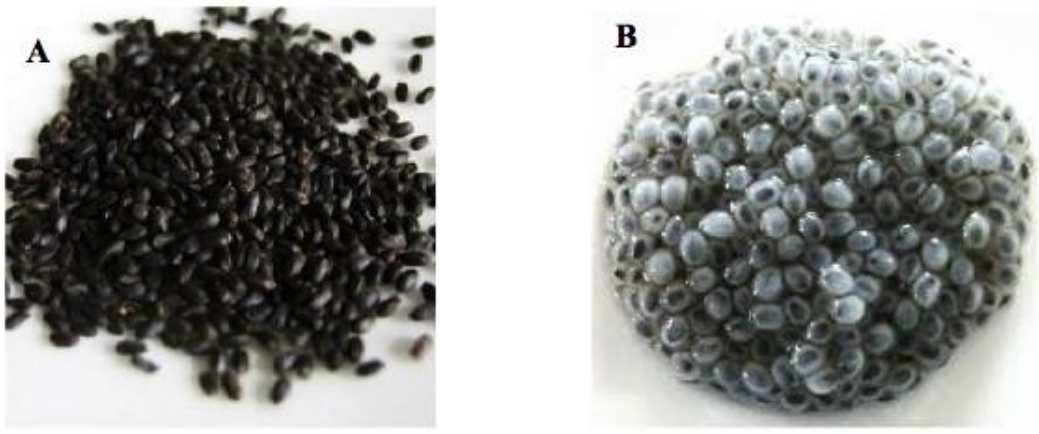
แมงลักมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Ocimum bacilicum* อยู่ในตระกูล Labiatae มีถิ่นกำเนิดในแถบอบอุ่น เช่นในอาฟริกา อินเดีย อเมริกาใต้และอเมริกากลาง ใบของมันใช้เป็นเครื่องเทศเพิ่มกลิ่นรสของอาหาร เมล็ดแมงลักมีสีดำ และรูปร่างเป็นรูปไข่ ความยาวประมาณ 3.22±0.33 มม. ความกว้าง 1.84±0.24 มม.และความสูง 1.37 ±0.15 มม.[33] เมล็ดแมงลักจาก *O.basilicum* มีปริมาณน้ำมันถึงร้อยละ 22 น้ำมันของเมล็ดแมงลักมีไตรกลีเซอไรด์ถึงร้อยละ 94-98 ที่เหลือเป็นไดกลีเซอไรด์ และ โมโนกลีเซอไรด์ และกรดไขมันหลักๆของเมล็ดแมงลักคือ α linolenic acid[34] องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแมงลักจากสองแหล่งคือ Iran basil seed และ Indian basil seed ให้ผลดังตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแมงลัก Iranian basil seed และ Indian basil seed

องค์ประกอบ	Iranian basil seed	Indian basil seed
ความชื้น (ร้อยละ)	5.07±0.15	9.63±0.14
โปรตีน (ร้อยละ)	20.16±0.92	14.76±1.52
ไขมัน (ร้อยละ)	23.12±0.97	13.8±0.29
เถ้า (ร้อยละ)	5.38±0.10	7.7±0.2
คาร์โบไฮเดรท (ร้อยละ)	47.27±0.64	63.8±2.01

ที่มา : [34]

เมล็ดแมงลักก็มีลักษณะคล้ายเมล็ดเจียซึ่งเมื่อนำไปแช่น้ำจะเกิดเมือกเจลรอบๆเมล็ดเช่นเดียวกัน ดังภาพที่ 5 [34]



ภาพที่ 5 A. เมล็ดแมงลัก B. เมล็ดแมงลักที่แช่น้ำและพองตัวแล้ว

ซึ่งองค์ประกอบหลักของเมือกเจลนี้ประกอบด้วยโพลีแซคคาไรด์ และโพลีแซคคาไรด์หลักๆเป็น glucomannan ร้อยละ 43 และ 1,4-linked xylan ร้อยละ 24.3[33] เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดแมงลักที่พองตัวแล้วพบว่ามีคุณค่าตามตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดแมงลักที่พองตัวแล้ว[34]

DPPH (%)	โปรตีน (กรัมต่อ 100 กรัมนน.แห้ง)	เถ้า (กรัมต่อ 100 กรัม นน.แห้ง)	TDF* (กรัมต่อ 100 กรัม นน.แห้ง)	IDF* (กรัมต่อ 100 กรัม นน.แห้ง)	SDF* (กรัมต่อ 100 กรัม นน.แห้ง)	Ratio IDF/SDF
14.60	22.50	5.11	62.85	41.86	20.99	1.99

TDF = Total dietary fiber (เยื่อใยอาหารทั้งหมด)
IDF = Insoluble dietary fiber (เยื่อใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ)
SDF= Soluble dietary fiber (เยื่อใยอาหารที่ละลายน้ำ)

จากตารางที่ 5 เมล็ดแมงลัก 1 กรัมมีความสามารถในการดูดซับอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 14.60 เมล็ดแมงลักมีโปรตีนต่ำกว่าเมล็ดเจีย แต่มีเยื่อใยอาหารทั้งหมด ทั้งเยื่อใยที่ไม่ละลายน้ำและละลายน้ำในปริมาณสูงกว่าเมล็ดเจีย[34] มีผู้รายงานไว้ว่า อัตราส่วน IDFต่อ SDF ควรอยู่ในช่วง 1.0-2.3 จึงเป็นอัตราส่วนของเยื่อใยที่ไม่ละลายน้ำและละลายน้ำที่มีผลดีต่อสุขภาพ[35] และจะเห็นว่าอัตราส่วนของ IDF ต่อ SDF เท่ากับ 1.99 ซึ่งอยู่ในปริมาณที่มีผลดีต่อสุขภาพ

เมือกเจลที่สกัดจากเมล็ดแมงลักไม่มีความสามารถในการทำให้เกิดเจล และมีคุณสมบัติของการไหลเป็นแบบ shear-thinning (เมื่อแรงเฉือนเพิ่ม ความหนืดจะลดลง) นำมาใช้ในอาหารเพื่อทดแทนไขมัน เป็นสารลดแรงตึงผิวและเป็นตัวทำให้อิมัลชั่นคงตัว[36] มีการศึกษาการใช้เมือกเจลของเมล็ดแมงลักเพิ่มเยื่อใยอาหารและเป็นตัวทดแทนไขมันในสปองจ์เค้ก พบว่าการใช้เมือกเจลแห้ง 1 กรัม แทนที่เนยสด 15 กรัม ทำให้ปริมาณไขมันทั้งหมดของสปองเค้กจ์ลดลงร้อยละ 75 เมื่อเติมเมือกเจลเมล็ดแมงลักลงไปร้อยละ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าใช้ทดแทนไขมันในอาหารได้ และให้ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพที่มีคุณภาพดี[37] เมือกเจลเมล็ดแมงลักแห้งเตรียมโดยวิธีของ[38] โดยนำเมล็ดมาแช่น้ำในอัตราส่วน น้ำต่อเมล็ดเท่ากับ 50:1 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เป็นเวลา 20 นาทีที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และนำไปสกัดแยกเมล็ดด้วยเครื่องสกัดเป็นเวลา 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 68 องศาเซลเซียส หลังจากสกัดแล้วแยกเมือกออกโดยกรองผ่านผ้าขาวบาง เมือกเจลที่ได้นำไปทำแห้งแบบเยือกแข็ง บด แล้วบรรจุ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้ต่อไป

นอกจากนี้มีรายงานที่ศึกษาการทำไส้กรอกไขมันต่ำโดยใช้เมือกเมล็ดแมงลักร่วมกับเจลาตินแทนที่ไขมัน โดยศึกษาความแข็งแรงของโปรตีนเจลเมื่อใช้เมือกเมล็ดแมงลักร่วมกับเจลาตินและพบว่าเมื่อใช้เมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณร้อยละ 0.5 ร่วมกับเจลาตินที่ปริมาณร้อยละ 0.25 ความแข็งแรงของโปรตีนเจลสูงกว่าการใช้เมล็ดแมงลักเพียงอย่างเดียว และมีโครงสร้างที่เสถียรกว่าและแน่นกว่าสูตรควบคุม (ใช้ไขมัน) ไส้กรอกไขมันต่ำที่ใช้ เมือกเมล็ดแมงลักและเจลาตินช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวและการเกาะตัวกันของเนื้อไส้กรอก (gumminess and coheseiveness) ดังนั้นเมือกเจลสามารถที่จะนำมาพิจารณาใช้ทดแทนไขมันในการผลิตไส้กรอกไขมันต่ำได้[39] และเนื่องจากที่เมือกเจลมีเยื่อใยอาหารสูง จึงมีรายงานที่ศึกษาการใช้เมือกเจลจากเมล็ดแมงลักผสมลงในเครื่องดื่มน้ำผลไม้ เพื่อเพิ่มใยอาหารให้เครื่องดื่มนั้น โดยพบว่าการผลิตเครื่องดื่มผลไม้โดยใช้เมล็ดแมงลักร่วมกับ gum tragacanth ในปริมาณร้อยละ 0.25 จะได้เครื่องดื่มที่มีเยื่อใยอาหารสูง และช่วยให้เมล็ดแมงลักลอยตัวได้ดีในเครื่องดื่ม เครื่องดื่มมีความคงตัว[40]

เมือกเมล็ดแมงลักมีศักยภาพที่ดีในการประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมอาหารเพราะทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ เป็นตัวทำให้เกิดฟอง ทำให้อาหารข้น เป็นตัวแทนที่ไขมัน เป็นตัวประสานและทำให้อาหารคงตัว

นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งของเยื่อใยอาหาร ต้านอาการเบาหวาน และนอกจากนี้ยังสามารถแปรรูปเป็นฟิล์มชนิดที่กินได้และย่อยสลายตามธรรมชาติได้ (Biodegradable edible film)[40]

สรุป

เมล็ดเจียสามารถประยุกต์ใช้กับอาหารได้ทั้งในรูปเมล็ด เมือกเจล น้ำมัน หรือบดละเอียดเป็นแป้ง หรือใช้กากหลังจากสกัดน้ำมันไปแล้ว เมล็ดเจียนั้นอุดมไปด้วยสารอาหารมากมายตามที่กล่าวไปแล้ว นอกจากให้ทั้งคุณค่าทางโภชนาการเนื่องจากมีกรดไขมันโอเมก้า 3 ในปริมาณสูง ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ และมีเยื่อใยอาหารสูง จากคุณสมบัติต่างๆเหล่านี้ เมล็ดเจียจัดเป็น superfood ชนิดหนึ่งที่มีคุณค่ามากมาย ซึ่งมีความสำคัญและมีแนวโน้มที่ดีต่อวงการอาหารสุขภาพ

การใช้ประโยชน์จากเมือกเจลเมล็ดเจียและเมล็ดแมงลักคล้ายกันในการใช้เป็นตัวทำให้อาหารมีความคงตัว ช่วยให้อิมัลชั่นคงตัว และใช้แทนที่ไขมันสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพที่ต้องการลดปริมาณไขมัน องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดเจียและเมล็ดแมงลักก็ใกล้เคียงกัน และมีกรดไขมันหลักๆคือกรดไขมัน linolenic acid เช่นเดียวกัน การประยุกต์ใช้ส่วนที่เป็นเมือกเจลของทั้งเมล็ดเจียและเมล็ดแมงลัก (เมื่อนำเมล็ดไปแช่น้ำ) สามารถประยุกต์ใช้กับอาหารได้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกันและมีคุณสมบัติเชิงหน้าที่หรือ Functional properties คล้ายกัน การบริโภคเมล็ดทั้งสองชนิดที่แช่น้ำจนพองตัวให้ประโยชน์เหมือนกันคือช่วยทำให้อิ่มเร็วและมีประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมอาหารเพื่อลดน้ำหนัก

เอกสารอ้างอิง

1. Capitani,M.I., et.al (2012) Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica L.*) seeds from Argentina. Food Science and Technology,45,94-102

2. Reyes-Caudillo, E., et.al (2008) Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica L.*) seeds. Food Chemistry, 107, 656-663

3. Rafaela da Silva Marineli, et al (2014) Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica L.*) LWT- Food Science and Technology 59 (1304-1310)

4. Ayerza, A.,&Coates,W. (2011) Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica L.*) Industrial Crops and Products,34,1366-1371

5. Kislev,M.E., et.al (2011) Flax seed production : evidence from the early Iron Age site of Tel Beth-Shean , Israel and from written sources. Vegetation History and Archeaobotany, 20, 579-584

6. Reyes-Caudillo,E., et.al (2008) Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (Salvia hispanica L.)seeds. Food Chemistry, 107,656-663

7. Simopoulos, A.P.,et.al (2003) Omega-6/0mega-3 essential fatty acid ratio:the scientific evidence . World Review of Nutrition and Dietetics, 92,I-XIII

8. Drusch, S., & Mannino ,S. (2009) Patent-based review on industrial approaches for the microencapsulation of oils rich in polyunsaturated fatty acids . Trends in Food science and Technology , 20, 237-244

9. Alvarez-Chavez , L.M., et.al (2008) Chemical characterization of the lipid fraction of Mexican chia seed (Salvia hispanica L.) . International Journal of Food Properties, 11, 687-697

10. Capitani, M.I., et.al (2012) Physicochemical and functional characterization of by products from chia (Salvia hispanica L.) seeds of Argentina. LWT- Food Science and Technology 45,94-102

11. Dick, M., et al (2015) Edible film production from chia seed mucilage : Effect of glycerol concentration on its physicochemical and mechanical properties. Carbohydrate Polymers, 130. 198-205

12. Munoz, L.A., et.al (2012) Chia seeds : microstructure, mucilage extraction and hydration . Journal of Food Engineering , 108 (1), 216-224

13. Lin,K.Y., et.al (1994) Structure of chia seed polysaccharide exudate. Carbohydrate polymers, 23, 13-18

14. Vazquez-Ovando, et.al (2009) Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica L.*) LWT- Food Science and Technology, 42(1), 168-173

15. Iglesias- Puig, E, E, Haros, M. (2013) Evaluation of performance of dough and bread incorporating chia (*Salvia hispanica L.*) . European Food Research Technology 237, 865-874

16. Sandoval- Oliveros, M.R., & Peredes-Lopez, O. (2012) Isolation and characterization of proteins from chia seeds (*Salvia hispanica L.*) . Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61, 193-201

17. Samuel Verdu et.al (2015) Physicochemical effects of chia (*Salvia hispanica L.*) seed flour on each wheat bread – making process phase and product storage . Journal of Cereal science 65 September 2015, 67-73

18. Reyes-Caudillo,E., et.al (2008) Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (Salvia hispanica L.) seeds. Food Chemistry ,107, 656-663

19. Mohd Ali, N., et.al (2012) The promising future of chia, Salvia hispanica L. Journal of Biomedicine and Biotechnology, 2012 ,1-9

20. Felisberto ,M.H.F., et.al (2015) Use of chia (Salvia hispanica L.) mucilage gel to reduce fat in pound cake . LWT – Food Science and technology, 63,1049-1055

21. Sibele Santos Fernandes, et.al (2017) Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. Food Chemistry 227 , 237-224

22. Maria Herminia Ferrari Felisberto, et.al (2015) Use of Chia (*Salvia hispanica L.)* mucilage gel to reduce fat in pound cakes. LWT- Food Science and Technology 63,1049-1055

23. Rafael Borneo, (2010) Chia (*Salvia hispanica L.*) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. Journal America Dietetic Association .110: 946-949

24. Michele Silveira Coelho, (2015) Effects of substituting chia (*Salvia hispanica L.*) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. LWT- Food Science and Technology 60 ,729-736

25. Patricia Luna Pizarro, et.al (2013) Evaluation of whole chia (*Salvia hispanica L.*) flour and hydrogenated vegetable fat in pound cake. LWT – Food Science and Technology xxx 1-7

26. Lara Costantini, et.al (2014) Development of gluten free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in omega -3 fatty acids and flavonoids as ingredient. Food Chemistry 165 , 232-240

27. Steffolani Eugenia , et.al (2015) Effect of pre hydration of chia (*Salvia hispanica L.*) seeds and flour on the quality of wheat flour breads. LWT- Food Science and Technology xxx 1-6.

28. Harris,W., & Baack, M.L.(2015) Beyond building better brains : Bridging the DHA gap of prematurity , Journal of Perinatology, 35, 1-7

29. Giaretta,D., et.al (2015) Chromatographic characterization of isoflavones in soy flour variety BRS 257, and recognition of their patterns by chemometrics. LWT – Food Science and Technology , 64 ,1209-1216

30. Campos B.E., et.al 2015 Optimization of the mucilage extraction process from Chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier. LWT- Food Science and Technology 2015 ,doi:10.1016/j.lwt.2015.09.021

31. Taga, M., et.al (1984) Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. Journal of the American Oil Chemist' s Society 61 (5),928-931

32. Capitani, M.I., et.al (2012) Physicochemical and functional characterization of by products from chia (Salvia hispanica L.) seeds of Argentina. LWT- Food Science and Technology 45 : 94-102

33. Anjaneyalu Y.V, and Gowda D.C.1979 Structural studies of an acidic polysaccharide from *Ocimum basilicum* seeds. Carbohydrate Research. 75:251-256

34. Hajmohammadi A., et.al 2016 Enrichment of a fruit-based beverage in dietary fiber using basil seed :Effect of Carboxymethyl cellulose and Gum Tragacanth on stability. LWT-Food Science and Technology 74 :84-91

35. Marineli, R.D.S., et.al 2015 Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica L.*) in diet – induced obese rats. Food Research International 76 : 666-674

36. Spiller, G.A.1986 Suggestions for a basis on which to determine a desirable intake of dietary fiber. In G.A. Spiller (Ed.) CRC handbook of dietary fiber in human nutrition 281-283 . Florida, USA: CRC Press.

37. Song K.Y.et.al 2017 Effects of basil (*Ocimum basilicum L.*) seed mucilage substituted for fat source in sponge cake : Physicochemical , structural, and retrogradation properties. Italian Journal of Food Science 29 : 681-696

38. Razavi S., et.al 2009 Optimization study of gum extraction from Basil (*Ocimum basilicum L*) seeds. International Journal of Food Science and Technology 44(9):1755-1762

39. Lee Chang Hoon & Chin Bok Koo 2017 Development of low fat sausages using basil seed gum (*Ocimum bacilicum L.*) and gelatin as a fat replacer. International Journal of Food Science and Technology 53 (2), 733-740

40. Naji-Tabasi Sara , et.al 2017 Functional properties and applications of basil seed gum : An overview . Food Hydrocolloids 73 : 313-325