



## ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ

## Antioxidant activity of yogurt supplemented with black garlic extract

ภาณรินทร์ ปรีชาวัฒน์ [1], ปรีชญารณ์ ปรีชาวัฒน์ [2], ศรีกาญญา คล้ายเรือง\* [1]

[1] สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย

[2] โรงเรียนปรินศรีรอยแยลลิตวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย

Corresponding author : E-mail [s.klayraung@gmail.com](mailto:s.klayraung@gmail.com)

### บทคัดย่อ

กระเทียมดำผลิตจากกระเทียมสดซึ่งนำไปหมักที่อุณหภูมิสูง (60-70 องศาเซลเซียส) และความชื้น (85-95 เปอร์เซ็นต์) ระยะเวลาหนึ่ง ทำให้ได้สารสกัดจากกระเทียมดำเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตนี้ วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือการประเมินผลของโยเกิร์ตเสริมสารสกัดจากกระเทียมดำ เพื่อหาค่าพีเอช ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณเซลล์แบคทีเรียที่มีชีวิต และคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส โดยเตรียมโยเกิร์ตจากนมพาสเจอร์ไรส์และเติมสารสกัดกระเทียมดำ 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) ใช้แบคทีเรียกรดแลคติกจากโยเกิร์ตทางการค้าเป็นหัวเชื้อ สภาวะที่ใช้ในการหมักโยเกิร์ตคืออุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า ค่าพีเอชของโยเกิร์ตที่เสริมสารสกัดจากกระเทียมดำต่ำกว่า 4.5 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าชุดควบคุม โดยดูจากความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH และพบว่าโยเกิร์ตที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ได้จากโยเกิร์ตที่เสริมสารสกัดจากกระเทียมดำ 3 เปอร์เซ็นต์ (3.93 ± 0.065 ไมโครกรัมรศกแลคติก / กรัม) ปริมาณเซลล์แบคทีเรียที่มีชีวิตในโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำต่ำกว่าในโยเกิร์ตชุดควบคุม อย่างไรก็ตามในโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำมีแบคทีเรียกรดแลคติก 10,000,000 CFU ต่อกรัม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข สำหรับกระบวนการผลิตโดยวิธีหมักโยเกิร์ตที่เติมสารสกัดจากกระเทียมดำต่ำกว่าโยเกิร์ตชุดควบคุม ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าโยเกิร์ตที่เสริมสารสกัดจากกระเทียมดำมีบทบาทสำคัญในการเป็นอาหารเชิงหน้าที่เมื่อดูจากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยจะมีการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆของโยเกิร์ตที่เสริมสารสกัดกระเทียมดำต่อไป

คำสำคัญ : กระเทียมดำ, โยเกิร์ต, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

### บทนำ

ปัจจุบันมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารในลักษณะอาหารเชิงหน้าที่ (functional food) จำนวนมากเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในแง่สุขภาพ เช่น อาหารที่ลดการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ ช่วยเสริมความจำ หรือลดการเกิดมะเร็ง เป็นต้น (Sarkar, 2019, pp.182-202) โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่มีการนำมาพัฒนาเพื่อให้ได้อาหารลักษณะดังกล่าวเช่นกัน เช่น การเติมโปรไบโอติก (probiotic) ได้แก่ inulin และ oligosaccharides (Mitmesser and Combs, 2017, pp.201-208) นอกจากนี้ยังมีนำสารสกัดจากพืชที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านไวรัส และฤทธิ์ต้านมะเร็ง มาเสริมกับโยเกิร์ต (O-Sullivan et al., 2016, pp.293-299; Gao et al., 2018, pp.423-430; Fidelis et al., 2019, pp.1131-1140) รวมทั้งการเติมกระเทียมดำในโยเกิร์ต (Shin et al., 2010, p.307) เป็นต้น

กระเทียมดำ (Black Garlic) เกิดจากการนำกระเทียม (Allium sativum L.) มาผ่านกระบวนการหมัก (fermentation) ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 60-90 องศาเซลเซียส และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วง 80-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลาอย่างน้อย 1 เดือน จนกระเทียมเปลี่ยนเป็นสีดำ กระเทียมดำที่ได้จะมีเนื้อสัมผัสเหนียว คีดิหนึ่นคล้ายเจลลี่ รสชาติหวาน มีกลิ่นหอมของกระเทียมลดลง และปริมาณสารสำคัญในกระเทียมเปลี่ยนแปลงไป โดยมีปริมาณของ polyphenol, flavonoid, Amadori และ Heins, leucine, isoleucine และ phenylalanine เพิ่มขึ้น และปริมาณของ fructan cysteine และ tyrosine ลดลง (Kimura et al., 2017, pp.62-70) โดยมี S-allylcysteine เป็นสารออกฤทธิ์ที่ละลายน้ำและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้กระเทียมดำยังมีฤทธิ์ของ anti-allergic, anti-diabetic, anti-inflammatory, hypocholesterolemic, hypolipidemic และ anti-carcinogenic (Choi et al., 2014, pp.16811-16823) ซึ่งในกระบวนการผลิตกระเทียมดำในอุตสาหกรรมขนาดเล็กจะมีผลพลอยได้เกิดขึ้นระหว่างการหมักขั้นสุดท้ายเป็นของเหลวสีดำเข้ม แต่มีปริมาณมากเพียงพอสำหรับการประยุกต์ใช้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ศึกษาผลพลอยได้ว่า สารสกัดกระเทียมดำ

### วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบการใช้สารสกัดกระเทียมดำ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตกระเทียมดำใช้ในการเตรียมโยเกิร์ตในลักษณะของโยเมเนด สำหรับนำไปสู่การผลิตอาหารเชิงหน้าที่

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. **ขั้นตอนการผลิตกระเทียมดำ** โดยนำกระเทียมโทนสด ล้างทำความสะอาด และนำไปตากแดดให้แห้ง 1-2 วัน นำไปหมัก ที่อุณหภูมิประมาณ 60-90 องศาเซลเซียส โดยวัดผลจากการใช้หม้ออบร่อน และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วง 80-90 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 เดือน จนกระเทียมเปลี่ยนเป็นสีดำ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงกระเทียมโทนดำที่นำไปหมักระยะเวลา 1 เดือน

2. **การสกัดสารจากกระเทียมดำ** แกะเปลือกกระเทียมดำออกให้หมด (ภาพที่ 2) และนำกลับไปยังหม้ออบร่อนระยะเวลา 3 วัน จะได้ส่วนของน้ำกระเทียมดำออกมา นำออกมารองหยาดเพื่อให้ได้สารสกัดกระเทียมดำ ที่มีลักษณะเป็นของเหลวสีดำขุ่น จากนั้นนำมากรองแบบแบบละเอียดโดยใช้กระดาษกรอง Whatman no.1 และนำไปต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 5 นาที จะได้ของเหลวสีดำ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 2 แสดงกระเทียมดำที่ได้จากกรรมวิธีหมัก และแกะเปลือกออก



ภาพที่ 3 แสดงการกรองสารสกัดแบบหยาดและสารสกัดกระเทียมดำที่ได้

3. **การเตรียมโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ** โดยใช้นมโคสดพาสเจอร์ไรส์ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมน้ำตาล 5 กรัม เพื่อเพิ่มปริมาณของแข็งในนม นำไปต้มฆ่าเชื้ออุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส 15 นาที และทำใหเย็นลงทันที ทำกรรมวิธีเตรียมโยเกิร์ตทางการค้า 10 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรผสมให้เข้ากัน และแบ่งใส่ถ้วยที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน แล้วเติมสารสกัดกระเทียมดำ 0, 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นำไปหมักที่อุณหภูมิห้องปกติจนเกิดการตกตะกอนของลิมฟานัม คัดแปลงวิธีการทำโยเกิร์ตโยเมเนด จาก small scale manufacture of fermented foods ของ Westrik et al. (2016) ทำการทดลอง 3 ขั้ว

4. **การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของสารสกัดกระเทียมดำและโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ** นำสารสกัดกระเทียมดำและโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำแต่ละชุดการทดลอง 1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นจึงนำไปวัดด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH100 pH meter (IONIX, Nexbio (Thailand) Co., Ltd.)

5. **การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกระเทียมดำและโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ** ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay) อ้างอิงจาก Duan et al. (2006) โดยการนำสารสกัดจากน้ำกระเทียมดำมาหึ่งวัดความเข้มข้นที่ความถี่รอบ 12,000 รอบต่อวินาที นำสารสกัดที่ได้มาวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการวัดด้วย DPPH โดยใส่ส่วนใบ 100 ไมโครลิตร เติมน้ำ deionized water 700 ไมโครลิตร และ DPPH 130 ไมโครลิตร 800 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ค่าอนเปอร์เซ็นต์ inhibition เทียบกับกราฟการละลายมาตรฐาน gallic acid

คำนวณ เปอร์เซ็นต์ inhibition จากค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ ด้วยสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ inhibition} = \frac{\text{Initial absorbance} - \text{final absorbance}}{\text{Initial absorbance}} \times 100$$

6. **การตรวจนับปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกในโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ** ตรวจนับปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกด้วยวิธี spread plate technique โดยนำโยเกิร์ตขย่ำน้งน้ำหนัก 5 กรัม ผสมด้วย sodium chloride 0.85เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 45 มิลลิลิตร ในหลอดพลาสติกปราศจากเชื้อ จากนั้นจึงเจือจางเป็นลำดับที่ละ 10 เท่า (ten-fold serial dilution) นำสารละลายที่เจือจางปริมาตร 100 ไมโครลิตร เทใส่จานเพาะเชื้ออาหารแข็งสูตร MRS ด้วยแท่งแก้วที่ปราศจากเชื้อ เทให้ทั่วจนผิวหน้าอาหารแห้ง จึงนำไปหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง ในสภาพไร้อากาศ และทำการนับจำนวนโคโลนี ด้วยวิธีนับปริมาณของแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งหมดในโยเกิร์ต นับทีละหน่วย CFU โยเกิร์ต 1 กรัม

7. **การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส** นำโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำที่ผลิตให้อาสาสมัคร จำนวน 20 คน ทำการชิม และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic 9-point scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) ทำการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และ ความชอบโดยรวม

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

**การตรวจสอบสมบัติทางเคมีสารสกัดกระเทียมดำ** พบว่าสารสกัดกระเทียมดำมีฤทธิ์เป็นกรด โดยมีระดับค่าเฉลี่ยพีเอช (pH) เท่ากับ 3.95 ซึ่ง Choi et al., (2014) ระบุค่าพีเอชของกระเทียมดำหลังการหมัก 1 เดือน มีค่าเท่ากับ 3.74 และเมื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่า สารสกัดกระเทียมดำมีประสิทธิภาพในการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 172.38 µg gallic acid equivalents /ml จากงานวิจัยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกระเทียมดำที่สกัดด้วยเมทานอลด้วยวิธี DPPH ของ Wang & Sun (2017) และ Eyupoglu (2019) ใช้ gallic acid เป็นสารมาตรฐานเช่นเดียวกัน มีประสิทธิภาพในการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 180 และ 200 µg gallic acid equivalents/ml ตามลำดับ ในขณะที่ Halimah & Hasan (2020) ใช้ vitamin C เป็นสารมาตรฐานในการวิเคราะห์ได้ค่าเท่ากับ 3,107.5 µg/ml

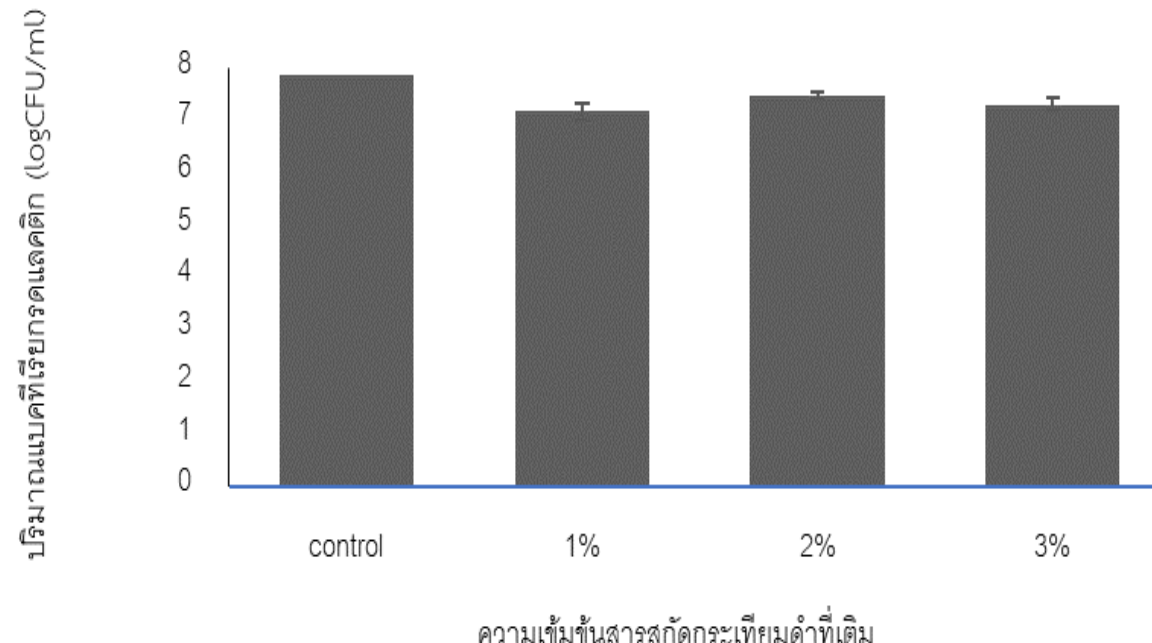
**การนำสารสกัดกระเทียมดำมาเสริมในการเตรียมโยเกิร์ต** พบว่าเกิดลิมฟานัมเกิดขึ้นภายใน 24 ชั่วโมง และเมื่อวัดระดับค่าพีเอชของโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีค่าเฉลี่ยพีเอชเท่ากับ 3.95, 4.01 และ 4.04 ตามลำดับ และระดับพีเอชเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 3.95 ดังนั้นการเติมสารสกัดกระเทียมดำในโยเกิร์ตจึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับค่าพีเอชของโยเกิร์ต ซึ่งโยเกิร์ตที่เตรียมในงานวิจัยนี้เป็นโยเกิร์ตที่ผลิตในรูปแบบโยเมเนด ค่าพีเอชที่ได้ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Tolu & Altun (2021) ที่เก็บข้อมูลเปรียบเทียบโยเกิร์ตโยเมเนด และโยเกิร์ตทางการค้าในประเทศไทย พบว่าโยเกิร์ตโยเมเนดมีค่าพีเอชตั้งแต่ 3.84-4.38 ในขณะที่โยเกิร์ตทางการค้า มีค่าพีเอช 3.86-4.42

**การทดสอบประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ** เมื่อนำมาวัดด้วยวิธี DPPH radical scavenging ability และคำนวณในรูปของ µg gallic acid equivalents/ml พบว่า โยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ 3 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.93 µg gallic acid equivalents/ml และการเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดกระเทียมดำในโยเกิร์ตมีแนวโน้มของประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งโดยทั่วไปการเสริมสารสกัดจากพืชในการเตรียมโยเกิร์ตในปริมาณมากขึ้นฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระก็จะเพิ่มขึ้นด้วย (O-Sullivan et al., 2016; Gao et al., 2018.; Fidelis et al., 2019.)

ตารางที่ 1 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ

ชุดการทดลอง	µg gallic acid equivalents/ml
โยเกิร์ต (กลุ่มควบคุม)	0.16±0.003
โยเกิร์ต สารสกัดกระเทียมดำ 1 เปอร์เซ็นต์	1.80±0.050
โยเกิร์ต สารสกัดกระเทียมดำ 2 เปอร์เซ็นต์	3.15±0.12
โยเกิร์ต สารสกัดกระเทียมดำ 3 เปอร์เซ็นต์	3.93±0.065

**ผลการศึกษารวมแบคทีเรียกรดแลคติกในโยเกิร์ตกระเทียมดำ** ในภาพที่ 4 พบว่า โยเกิร์ตที่เสริมสารสกัดกระเทียมดำ มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก  $7.17-7.47 \log \text{CFU/g}$  ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ที่มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกเท่ากับ  $7.82 \log \text{CFU/g}$  และเป็นที่น่าสังเกตว่า การเติมสารสกัดกระเทียมดำ 2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกสูงกว่าการเติมสารสกัด 1 และ 3 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามในตัวอย่างโยเกิร์ตที่เสริมสารสกัดกระเทียมดำที่มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกมากกว่า  $7 \log \text{CFU/g}$  ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของนมหมักที่ต้องมีเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักปริมาณไม่น้อยกว่า 10,000,000 โคโลนีต่อกรัม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 353 พ.ศ.2556 ซึ่งเท่ากับ  $7 \log \text{CFU/g}$  สำหรับปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในโยเกิร์ตโยเมเนด Tolu & Altun (2021) ได้รายงานไว้ว่าอยู่ในช่วง  $7-8.74 \log \text{CFU/g}$  และการที่ปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกมีปริมาณที่ลดลงเมื่อเติมสารสกัดกระเทียมดำอาจเนื่องมาจากฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของกระเทียมดำ โดย Halimah & Hasan (2020) และ Halimah & et al. (2021) ได้รายงานว่าสารสกัดเมธานอลของกระเทียมดำมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกอย่างกลุ่ม จินส์ *Streptococcus* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ก่อโรคในเยื่อเยื่อเยื่อเยื่อ โดยสามารถยับยั้ง *Streptococcus pneumoniae*, *Strep. mutans*, *Strep. pyogenes* รวมถึง *Enterococcus faecalis* ด้วย



ภาพที่ 4 ปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกในโยเกิร์ตกระเทียมดำ

**การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส** เมื่อนำโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบจำนวน 20 คน พบว่า ผู้ทดสอบมีคะแนนความชอบเฉลี่ย โยเกิร์ตที่เสริมสารสกัดกระเทียมดำ 1 เปอร์เซ็นต์ มาถึง 7.86 เมื่อเทียบกับโยเกิร์ตกลุ่มควบคุม 8.15 รองลงมาคือโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ 2 เปอร์เซ็นต์ คะแนนความชอบเฉลี่ย คือ 6.35 และโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ 3 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 5.12 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2 ซึ่งจากงานวิจัยของ Shin et al. (2010) รายงานว่าคว่าใช้สารสกัดกระเทียมน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ในการเตรียมโยเกิร์ตด้วยนมผสมชาตมันเนย

ตารางที่ 2 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณสารสกัดกระเทียมดำที่เสริมในโยเกิร์ต*			
	0	1 เปอร์เซ็นต์	2 เปอร์เซ็นต์	3 เปอร์เซ็นต์
ลักษณะปรากฏ	8.05	7.80	6.80	5.70
สี	7.80	8.15	7.20	5.00
กลิ่นรส	8.25	7.70	5.25	4.85
รสชาติ	7.65	7.20	5.75	4.75
เนื้อสัมผัส	8.60	8.25	7.05	5.40
ความชอบโดยรวม	8.55	8.25	6.05	5.00
คะแนนความชอบเฉลี่ย	8.15	7.89	6.35	5.12

\*ค่าเฉลี่ยแต่ละลักษณะจากการเก็บข้อมูล 20 คน

### สรุปผล

โยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำมีค่าพีเอชมีระดับต่ำกว่า 4.5 ตามมาตรฐาน และใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ากลุ่มควบคุม ปริมาณเซลล์แบคทีเรียที่มีชีวิตต่ำกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามในโยเกิร์ตเสริมสารสกัดกระเทียมดำมีแบคทีเรียกรดแลคติกอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข นอกจากนี้คะแนนทางประสาทสัมผัสโดยรวมของโยเกิร์ตที่เสริมสารสกัดกระเทียมดำต่ำกว่าโยเกิร์ตกลุ่มควบคุม ซึ่งมีข้อสังเกตในการเก็บข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความแยกกลุ่มของผู้ทดสอบตามอายุและเพศอย่างชัดเจน เพื่อให้มีความใกล้เคียงกัน เพราะผลที่ได้ในงานวิจัยนี้เห็นในระดับหนึ่งว่าอายุและเพศมีผลต่อความชอบโดยรวม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโยเกิร์ตเสริมสารสกัดจากกระเทียมดำสามารถเป็นอาหารเชิงหน้าที่ (functional food) เมื่อดูจากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยจะมีการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆของโยเกิร์ตที่เสริมสารสกัดกระเทียมดำ รวมทั้งควรศึกษาหาอายุการเก็บรักษาสถิตภัณฑ์โยเกิร์ต และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพระหว่างกรเก็บรักษาต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ที่อนุเคราะห์สถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 353 (2556). นนทบุรี. น.79.  
ชญา คุณวัฒนา. (2555). โยเกิร์ต อาหารที่มีจุลินทรีย์สุขภาพ. อาหาร. 42, 134-138.  
Choi, I.C., Cha, H.S., Lee, Y.S. (2014). Physicochemical and antioxidant properties of black garlic. 19, 16811-16823.  
Duan, X.J., Zhang, W.W., Li, X.M., & Wang, B.G. (2006). Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red algal. *Polysiphonia urceolata*. *Food Chemistry* 95: 37-43.  
Eyupoglu, O.E. (2019). Antioxidant activities, phenolic contents and electronic nose analysis of black garlic. *International Journal of Secondary Metabolites*, 6, 154-161.  
Fidelis, M., Oliveira, S.M., Santos, J.S., Escher, G.B., Rocha, R.S., Cruz, A.G., Carmo, M.A.V., Azevedo, Kaneshima, T., Oh, W.Y., Shahidi, F., & Granato, D. (2019). From byproduct to functional ingredient: Camu-camu (*Myrciaria dubia*) seed extracts as an antioxidant agent in a yogurt model. *Journal of Dairy Science*, 103, 1131-1140.  
Gao, H.-X., Yu, Z.-L., He, O., Tang, S.-H., & Zeng, W.-C. (2018). A potentially functional yogurt co-fermentation with *Gnaphalium affine*. *LWT-Food Science and Technology*, 91, 423-430.  
Halimah, L.S., Nawangsih, & Hasan, K. (2021). Analysis of antibacterial and antioxidant activities of a single bulb of garlic fermented into black garlic. *Advances in Health Sciences Research*, 37. <https://doi.org/10.2991/ahsr.k210723.021>.  
Halimah, L.S., Hasan, K. (2020). Differences of biochemical characterization of garlic and black garlic on antibacterial and antioxidant activities. *Journal of Physics: Conference Series*, 1764, 01, 10.1088/1742-6596/1764/1/012005.  
Oh, N.S., Lee, J.Y., Joung, J.Y., Kim, K.S., Skin, Y.K., Lee, K-W., Kim, S.H., Oh, S.N., & Kim, Y. (2016). Microbiological characterization and functionality of set-type yogurt fermented with potential probiotic substrates *Cytaria tricuspidate* and *Monis alba* L. leaf extracts. *Journal of Dairy Science*, 99, 6014-6025.  
Kimura S., Tung Y.C., Pan M.H., Su N.W., Lai Y.J., & Cheng K.C. (2016). Black garlic: A critical review of its production, bioactivity, and application. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25, 62-70.  
O-Sullivan, A.M., O-Grady, M.N., O-Callaghan, Y.C., Smyth, T.J., O-Brien, N.M., & Kerry, J.P. (2016). Seaweed extracts as potential functional ingredients in yogurt. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 37, 293-299.  
Sarkar, S. 2019. Potentiality of probiotic yogurt as a functional food-a review. *Nutrition & Food Science*, 49, 182-202.  
Shin, J.-H., Kim, G.-M., & Kang, M.-J. (2010). Preparation and quality characteristics of yogurt with black garlic extract. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 26, 307.  
Tolu, A., & Altun, I. (2021). Comparison of homemade and commercial yogurt in Van province, Turkey. *Food Science and Technology*. doi: <https://doi.org/10.1590/1518-8831>  
Wang, W., & Sun, Y. (2017). In vitro and in vivo antioxidant activities of polyphenol extracted from black garlic. *Food Science and Technology*, 37. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-457X30816>  
Westrik, N., Wacoo, A.P., Sybesma, W., & Kort, R. (2016). Novel protocol for small-scale manufacture of probiotic fermented foods. *Journal of Visualized Experiments*, 115, e54365. doi:10.3791/54365.