



สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกระเทียมดำต่อคุณสมบัติทางกายภาพ
และเคมีของผลิตภัณฑ์กระเทียมดำ

Optimal Conditions for the Production of Black Garlic to Physical and
Chemical Properties of Black Garlic Products

จิรายุ มุสิก้า^{1*} ธนวรรณ มุสิก้า¹ และพนารัตน์ สังข์อินทร์¹

Jirayu Musika^{1*} Thanawan Musika¹ and Panarat Sungin¹

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ¹

Department of Food Science and Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University¹

*Corresponding Author: jirayu.m@sskru.ac.th

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
ประวัติบทความ: รับเพื่อพิจารณา: 31 สิงหาคม 2565 แก้ไข: 12 ธันวาคม 2565 ตอบรับ: 16 ธันวาคม 2565	วัตถุประสงค์การวิจัยนี้เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกระเทียมดำ โดยใช้กระเทียมกลีบและกระเทียมโทนที่ปลูกในตำบลคอนกาม อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ และศึกษาสภาวะการบ่มระยะเวลา 15 วัน คือ สภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั (A), สภาวะที่ 2 ห่อกระเทียมด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบาง (B) บ่มกระเทียมในตู้อบลมร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน พบว่ากระเทียมโทนสภาวะที่ 1 (A) สีเนื้อกระเทียมเปลี่ยนเป็นสีดำ และเนื้อสัมผัสมีนุ่มคล้ายเจลลี่ และได้ค่าร้อยละผลผลิตสูงสุดเท่ากับร้อยละ 40 ซึ่งมีค่ามากกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในการทดสอบการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของกระเทียมดำ พบว่าแต่ละตัวอย่างของกระเทียมดำมีค่าสีที่ใกล้เคียงกัน ส่วนปริมาณร้อยละของไขมัน โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต รวมถึงปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS พบว่ากระเทียมดำที่ผลิตจากกระเทียมโทนในสภาวะที่ 1 (A) มีค่าสูงสุด ผลการทดสอบแบบวิธีการเรียงลำดับความชอบ (ranking test) โดยให้ผู้ทดสอบที่ยังไม่ผ่านการฝึกฝน ก็ยังพบว่ากระเทียมดำที่ผลิตจากกระเทียมโทนสภาวะที่ 1 (A) ได้รับคะแนนการเรียงลำดับความชอบมาเป็นอันดับ 1 ดังนั้น กระเทียมโทนที่ถูกห่อด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาผลิตเป็นกระเทียมดำและควรค่าต่อการศึกษาความชอบและการยอมรับผู้บริโภคในอนาคตต่อไป



Article Info	Abstract
Article History: Received: August 31, 2022 Revised: December 12, 2022 Accepted: December 16, 2022	The objective of this research is to study the optimal conditions to produce black garlic using the garlic cloves and single-clove garlic raised in Konkam Subdistrict, Yangchum Noi District, Sisaket Province. We compare two 15-day incubation conditions: (1) Condition A, wrapping each garlic with wax paper and aluminum foil; (2) Condition B, wrapping the garlic with aluminum foil and wrapping with cloth on top. Curing the garlic in an incubator at 65 degrees Celsius for 15 days, we found the single-clove garlic in Condition A had its pulp color changed to black, and the texture became soft like jelly. Furthermore, Condition A returns the highest yield percentage equal to 40 percent, which is statistically significantly greater than other samples ($p \leq 0.05$). The physical, chemical, and sensory properties showed the colors have no statistically significant differences ($p > 0.05$) in all samples. The fat content (percentage) and antioxidant properties (found using the DPPH and ABTS methods) of black garlic produced from single-clove garlic in Condition A was also the highest. The results from the ranking test by untrained panelists showed that the black garlic in Condition A received a preference rating of 1 st place.
Keywords: Black garlic/Sisaket garlic/ Physical and chemical properties	

1. บทนำ

กระเทียมเป็นผลผลิตทางการเกษตรซึ่งนิยมปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษมีพื้นที่การเพาะปลูกกระเทียมมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ในอำเภอขามเฒ่า รามัน รัตนวาปี เป็นต้น กระเทียมที่เพาะปลูกในจังหวัดศรีสะเกษมีลักษณะเด่นที่สำคัญแตกต่างจากกระเทียมแหล่งอื่น คือ มีเปลือกนอกสีขาวแกมม่วง เปลือกบาง หัวแน่น กลิ่นฉุน รสเผ็ดร้อน สามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่ฝ่อ กระเทียมศรีสะเกษปลูกในดินมูลทรายซึ่งมีการทับถมของตะกอนสารอาหารของพืช ผลผลิตจึงมีคุณภาพดี ขายได้ราคาสูงกว่ากระเทียมจากแหล่งอื่น [1] จากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า กระเทียมมีคุณสมบัติด้านฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย เช่น ใช้เป็นยาแผนโบราณ ช่วยระบบย่อยอาหาร ขับลม และลดการอักเสบ มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านมะเร็ง ช่วยรักษาโรคความดันโลหิต ป้องกันไวรัส และช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด [2] นอกจากนี้พบว่ากระเทียมสามารถป้องกันการเกิดภาวะหลอดเลือดแข็ง โดยไปลดการสร้างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หรือลดการหลั่ง TNF- α และยังไปมีผลยับยั้ง activator protein-1 (AP-1) และ c-Jun N-terminal kinases (JNKs) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการสร้างโปรตีน จึงทำให้การสร้าง NF- κ B ลดลง [3] กระเทียมที่เพาะปลูกในจังหวัดศรีสะเกษ ได้รับการขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) พืชเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2563 ผลผลิตกระเทียมจะ



เริ่มเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม โดยจะมีทั้งกระเทียมกลีบและกระเทียมโทน โดยเฉพาะกระเทียมโทนจะมีเนื้อเยื่อและมิกลีนน้อยกว่าและหายาก

สารพฤกษเคมีที่มีในกระเทียมบ่มจนเป็นสีดำมาแยกสารประกอบ พบว่ากระเทียมดำช่วยเพิ่มสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อร่างกายได้ดีกว่ากระเทียมสดถึง 13 เท่า โดยมีจำหน่ายในประเทศเกาหลี จีน และญี่ปุ่น เป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคในกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจเรื่องสุขภาพในรูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพประเภทหนึ่ง [4] ระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มกระเทียมสดให้กลายเป็นกระเทียมดำนั้น จะใช้ระยะเวลาตั้งแต่ 4-40 วัน อุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มอยู่ระหว่าง 50 ถึง 90 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก กรดอะมิโนที่จำเป็น ตลอดจนคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของกระเทียมดำ อย่างไรก็ตามกระเทียมแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่แตกต่างกัน ก็มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีและสภาวะการผลิตกระเทียมดำด้วย [5] ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลของสภาวะการผลิตและชนิดของกระเทียม ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกระเทียมดำ โดยนำกระเทียมกลีบและกระเทียมโทน มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กระเทียมดำที่สามารถใช้อุปกรณ์ในครัวเรือนมาแปรรูป และวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ภาย เคมีและด้านประสาทสัมผัสของกระเทียมดำ เพื่อเป็นแนวทางในการนำกระบวนการผลิตไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ซึ่งในจังหวัดศรีสะเกษมีผลผลิตกระเทียมจำนวนมาก สามารถนำมาพัฒนาเป็นสินค้าทางการเกษตรที่มีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดศรีสะเกษได้

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ศึกษาชนิดของกระเทียมและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกระเทียมดำ

นำตัวอย่างกระเทียมกลีบและกระเทียมโทนที่ปลูกในพื้นที่ตำบลคอนกาม อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ คัดเลือกระยะที่แก่จัดหรือหลังการเก็บเกี่ยวประมาณ 3-4 เดือน เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 2 เซนติเมตร แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 สภาวะ ดังนี้ สภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั (A) และสภาวะที่ 2 ห่อกระเทียมด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบาง (B) นำไปบ่มในตูอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

2.2 ศึกษาคัดเลือกชนิดของกระเทียมและสภาวะกระเทียมดำที่เหมาะสม

นำตัวอย่างกระเทียมจากข้อ 2.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกชนิดของกระเทียมและสภาวะการผลิตกระเทียมดำที่เหมาะสม ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 ร้อยละผลผลิต (Yield) สูตร: น้ำหนักก่อนบ่ม/น้ำหนักหลังบ่ม $\times 100$

2.2.2 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมันตามวิธีมาตรฐาน AOAC (2016) [6]

2.2.3 วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดตามวิธี Compendium of method for food analysis (2003) [7]

2.2.4 วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระตามวิธีมาตรฐาน AOAC (2016) [6]

2.2.5 วิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และวิธี ABTS ดัดแปลงตามวิธี ชูติมา แก้วพิบูลย์ [8] การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH^o) radical scavenging activity โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Lambda 25: Perkin Elmer Inc., Waltham, MA, USA) แล้วคำนวณหาค่าร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระชนิด DPPH^o



การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี วิธี ABTS (ABTS radical scavenging activity assay) โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) (Lambda 25: (PerkinElmer, Inc.) แล้วคำนวณหาค่าร้อยละการกำจัดอนุมูลอิสระ

2.2.6 วัดค่าสี โดยใช้เครื่องคลอริมิเตอร์ (Colorimeter) (ColorFlex EZ Spectrophotometer 45/0, USA) แสดงค่าเป็น L^* = ความสว่าง a^* = ความเป็นสีแดง b^* = ความเป็นสีเหลือง

2.2.7 การทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส

ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการเรียงลำดับ (ranking test) ใช้ผู้ทดสอบที่ยังไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 100 คน เพื่อคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสม โดยนำตัวอย่างกระเทียมดำที่ได้ทำการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ranking test ทำการเสิร์ฟตัวอย่างให้ผู้ทดสอบเรียงลำดับความชอบ โดยคะแนน 1 หมายถึง ลำดับที่ชอบมากที่สุด และคะแนน 3 หมายถึงลำดับที่ชอบน้อยที่สุด [9]

2.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

คุณสมบัติทางด้านกายภาพ เคมี และคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบนำมาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics version 25 [10]

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลของชนิดกระเทียมและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกระเทียมดำ

ผลการศึกษาศึกษาชนิดของกระเทียม 2 ชนิด 2 สภาวะที่การบ่มเป็นระยะเวลา 15 วัน คือ สภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั (A), สภาวะที่ 2 นำกระเทียมห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบางอีกชั้น (B) จากนั้นนำกระเทียมบ่มในตู้อบลมร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส จากการสังเกตลักษณะทางด้านกายภาพ พบว่ากระเทียมโทนสภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั (A) สีเนื้อกระเทียมเปลี่ยนเป็นสีดำ และเนื้อสัมผัสมีนุ่มคล้ายเจลลี่ และได้ร้อยละผลผลิตสูงสุดเท่ากับร้อยละ 40 ซึ่งมีค่ามากกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างกระเทียมดำจากกระเทียม 2 ชนิด และสภาวะการห่อ 15 วัน 2 รูปแบบ

ตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ (จากการสังเกต)	ร้อยละผลผลิต (Yield)
กระเทียมกลีบ (A)	เนื้อกระเทียมเปลี่ยนเป็นสีดำ เนื้อสัมผัสมีความแข็งและแห้ง	29.00±0.00 ^{bc}
กระเทียมกลีบ (B)	เนื้อกระเทียมเปลี่ยนเป็นสีดำ เนื้อสัมผัสมีความแข็งและแห้ง แต่บางหัวเป็นเปียกน้ำ ทำให้เนื้อมีเยื่อ	27.00±0.00 ^c
กระเทียมโทน (A)	เนื้อกระเทียมเปลี่ยนเป็นสีดำ เนื้อสัมผัสมีนุ่มคล้ายเจลลี่	40.00±0.00 ^a
กระเทียมโทน (B)	เนื้อกระเทียมเปลี่ยนเป็นสีดำ เนื้อสัมผัสมีนุ่มคล้ายเจลลี่ แต่บางหัวเป็นเปียกน้ำ ทำให้เนื้อมีเยื่อ	30.00±0.00 ^b

หมายเหตุ : abc ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (A) คือ สภาวะการผลิตกระเทียมดำ โดยสภาวะที่ 1 ห่อกระเทียม ด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั (A) และ (B) คือ สภาวะการผลิตกระเทียมดำสภาวะที่ 2 นำกระเทียมห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบางอีกชั้น



3.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติด้านกายภาพและเคมีของกระเทียมดำ

ผลการศึกษาคุณสมบัติด้านกายภาพค่าสีของกระเทียมดำดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าค่าสีด้านค่าความสว่าง (L^*) ของกระเทียมดำ มีค่าอยู่ในช่วง 15.61 ถึง 16.73 และค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของกระเทียมดำ มีค่าอยู่ในช่วง 1.31-1.81 ซึ่งทั้งสองค่าพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของกระเทียมดำ พบว่ากระเทียมกลีบ ในสภาวะที่ 2 (B) มีค่าความเป็นสีเหลืองถึงสีน้ำเงินมากที่สุด (0.97) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) รองลงมาเป็นกระเทียมโทน ในสภาวะที่ 2 (B) และกระเทียมกลีบในสภาวะที่ 1 (A) ซึ่งทั้งสองตัวอย่างพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนกระเทียมโทนในสภาวะที่ 1 (A) พบว่ามีค่าความเป็นสีเหลืองน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติด้านกายภาพค่าสีของตัวอย่างกระเทียมดำจากกระเทียม 2 ชนิด และสภาวะการห่อ 15 วัน 2 รูปแบบ

ตัวอย่าง	ค่าคุณภาพทางกายภาพ (ค่าสี)		
	$L^*(ns)$	$a^*(ns)$	b^*
กระเทียมกลีบ (A)	15.69±0.01	1.81±0.08	0.16±0.06 ^b
กระเทียมกลีบ (B)	15.61±0.03	1.44±0.01	0.97±0.06 ^a
กระเทียมโทน (A)	16.76±0.03	1.58±0.04	0.04±0.08 ^c
กระเทียมโทน (B)	16.43±0.07	1.31±0.01	0.25±0.03 ^b

หมายเหตุ : abc ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

(ns) ในแนวตั้งแสดงถึงค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

A-B แสดงถึงสภาวะการผลิตกระเทียมดำ โดยสภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหั่ว (A), สภาวะที่ 2 นำกระเทียมห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบางอีกชั้น (B)

ผลการศึกษาคุณสมบัติด้านเคมีของกระเทียมดำ พบว่ากระเทียมกลีบ ในสภาวะที่ 1 (A) มีค่าความชื้นต่ำที่สุด (40.94%) โดยต่ำกว่ากระเทียมกลีบในสภาวะที่ 2 (B), กระเทียมโทนในสภาวะที่ 1 (A) และกระเทียมโทนในสภาวะที่ 2 (B) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ ในขณะที่เดียวกันก็พบว่ากระเทียมกลีบ ในสภาวะที่ 1 (A) มีค่าน้ำอิสระในอาหารต่ำสุด (0.37%) โดยต่ำกว่ากระเทียมกลีบในสภาวะที่ 2 (B), กระเทียมโทนในสภาวะที่ 1 (A) และกระเทียมโทนในสภาวะที่ 2 (B) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ ส่วนค่าไขมันของกระเทียมดำ พบว่ากระเทียมโทนทั้ง 2 สภาวะ มีค่าร้อยละของไขมันมากกว่ากระเทียมกลีบทั้งสองสภาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ค่าร้อยละของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตของกระเทียมดำในทุกตัวอย่าง พบว่ามีค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 3)



ตารางที่ 3 ค่าคุณสมบัติด้านเคมีของตัวอย่างกระเทียมดำจากกระเทียม 2 ชนิด และสภาวะการห่อ 15 วัน
2 รูปแบบ

ตัวอย่าง	ค่าคุณภาพทางเคมี				
	ความชื้น (ร้อยละ)	น้ำอิสระใน อาหาร	ไขมัน (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ) ^(ns)	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) ^(ns)
กระเทียมกลีบ (A)	40.94±0.08 ^b	0.37±0.07 ^b	0.05±0.01 ^b	8.37±0.99	30.71±0.91
กระเทียมกลีบ (B)	80.76±0.06 ^a	0.56±0.02 ^a	0.07±0.11 ^b	8.37±0.36	29.87±0.47
กระเทียมโทน (A)	70.94±0.06 ^a	0.57±0.06 ^a	0.11±0.06 ^a	8.47±0.06	30.87±0.06
กระเทียมโทน (B)	80.13±0.06 ^a	0.58±0.06 ^a	0.10±0.06 ^a	8.41±0.06	30.64±0.06

หมายเหตุ : abc ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

(ns) ในแนวดิ่งแสดงถึงค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

A-B แสดงถึงสภาวะการผลิตกระเทียมดำโดยสภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหัว (A), สภาวะที่ 2 นำกระเทียมห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบางอีกชั้น (B)

ผลการศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของกระเทียมดำโดยวิธี DPPH และ ABTS ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของกระเทียมดำโดยวิธี DPPH มีค่าอยู่ในช่วง 33.35 ถึง 33.97 $\mu\text{mol Trolox/g}$ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของกระเทียมดำโดยวิธี ABTS มีค่าอยู่ในช่วง 74.38 ถึง 75.39 $\mu\text{mol Trolox/g}$ ซึ่งทั้งกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS ของกระเทียมดำทั้ง 4 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างกระเทียมดำจากกระเทียม 2 ชนิด และสภาวะการห่อ 15 วัน
รูปแบบ

ตัวอย่าง	ค่าปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ	
	DPPH ($\mu\text{mol Trolox/g}$) ^(ns)	ABTS ($\mu\text{mol Trolox/g}$) ^(ns)
กระเทียมกลีบ (A)	33.57±0.91	74.45±0.26
กระเทียมกลีบ (B)	33.61±0.26	74.38±0.29
กระเทียมโทน (A)	33.97±0.16	75.39±1.85
กระเทียมโทน (B)	33.35±0.16	74.66±1.85

หมายเหตุ : abc ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

(ns) ในแนวดิ่งแสดงถึงค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

A-B แสดงถึงสภาวะการผลิตกระเทียมดำโดยสภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหัว (A), สภาวะที่ 2 นำกระเทียมห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบางอีกชั้น (B)

ผลการเรียงลำดับคะแนนความชอบ (ranking test) เพื่อคัดเลือกสภาวะการผลิตกระเทียมดำทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่าตัวอย่างกระเทียมดำทั้ง 4 ตัวอย่างมีคะแนนความชอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตาม พบว่ากระเทียมโทนในสภาวะที่ 1 (A) มีคะแนนการเรียงลำดับความชอบมาเป็นอันดับ 1



ตารางที่ 5 การเรียงลำดับคะแนนความชอบ (ranking test) ตัวอย่างกระเทียมดำ 4 ตัวอย่าง

ตัวอย่าง	คะแนนการเรียงลำดับความชอบ (ranking test) ^{ns}
กระเทียมกลีบ (A)	74
กระเทียมกลีบ (B)	69
กระเทียมโทน (A)	87
กระเทียมโทน (B)	84

หมายเหตุ : (ns) ในแนวตั้งแสดงถึงค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

A-B แสดงถึงสภาวะการผลิตกระเทียมดำโดยสภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั (A), สภาวะที่ 2 นำกระเทียมห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบางอีกชั้น (B)

4. อภิปรายผลวิจัย

จากผลการศึกษาศึกษาชนิดของกระเทียม 2 ชนิด 2 สภาวะ ในการบ่มระยะเวลา 15 วัน คือ สภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั (A), สภาวะที่ 2 นำกระเทียมห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบางอีกชั้น (B) จากนั้นนำกระเทียมบ่มในตู้อบลมร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส จากการสังเกตลักษณะทางด้านกายภาพ พบว่ากระเทียมโทนสภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั (A) สีเนื้อกระเทียมเปลี่ยนเป็นสีดำ และเนื้อสัมผัสมีนุ่มคล้าย เจลลี่ และได้อ้อยละผลผลิตสูงสุดเท่ากับร้อยละ 40 ซึ่งมีค่ามากกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p\leq 0.05$) เนื่องจากสภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั ส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนและการสูญเสียความชื้นระหว่างการบ่มเหมาะสมกว่าสภาวะอื่น นอกจากนี้การใช้กระเทียมโทนที่มีขนาดชิ้นใหญ่กว่ากระเทียมกลีบ พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสของกระเทียมจะมีนุ่มคล้ายเจลลี่ ส่วนกระเทียมกลีบเนื้อสัมผัสมีความแข็งและแห้ง เนื่องจากมีขนาดหัวที่เล็กกว่า ส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนและการสูญเสียความชื้นระหว่างการบ่มเกิดได้มากกว่าสภาวะอื่น

จากผลศึกษาคุณสมบัติด้านกายภาพและเคมีของกระเทียมดำ ศึกษาชนิดของกระเทียม 2 ชนิด 2 สภาวะ ในการบ่มระยะเวลา 15 วัน พบว่ากระเทียมดำทั้ง 2 สภาวะ โดยสภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั (A) สภาวะที่ 2 นำกระเทียมห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบางอีกชั้น (B) มีค่า L^* และ a^* ทั้ง 4 ตัวอย่างไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ค่า L^* แสดงถึงค่าความสว่างของกระเทียมดำ มีความสว่างอยู่ในช่วง 15.61 ถึง 16.76 ค่า a^* คือค่าที่แสดงความเป็นสีแดงถึงสีเขียวของกระเทียมดำ มีค่าอยู่ในช่วง 1.31 ถึง 1.81 ส่วนค่า b^* คือค่าที่แสดงเป็นสีเหลืองถึงสีน้ำเงินมีค่าอยู่ในช่วง 0.04 ถึง 0.97 โดยกระเทียมโทน ในสภาวะที่ 2 (B) มีค่า b^* มากที่สุดเท่ากับ 0.97 พบว่าสีเนื้อกระเทียมดำมีเฉดความเป็นสีเหลืองมากกว่าตัวอย่างอื่น จึงทำให้เนื้อกระเทียมมีสีดำแกมเหลือง ดังแสดงในตารางที่ 2 จากนั้นวัดค่าปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของกระเทียมดำทั้งหมด 4 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 40.94 ถึง 80.76 โดยตัวอย่างกระเทียมกลีบ ในสภาวะที่ 1 (A) มีปริมาณความชื้นน้อยสุด (40.94%) เมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่ากระเทียมดำอีก 3 ตัวอย่าง มีค่าความชื้นค่อนข้างสูง และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยกระเทียมกลีบและกระเทียมโทน ที่ห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบางอีกชั้น (B) พบว่ามีค่าความชื้นที่สูงมาก คือเท่ากับร้อยละ 80.76 และ 80.13 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นสภาวะที่นำกระเทียมห่อด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบางอีกชั้น เมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้นจะส่งผลให้ความชื้นในกระเทียมระเหยออกมาเกาะกับผ้าขาวบางจนเกิดการควบแน่นเกิดเป็นน้ำแล้วไหลกลับเข้าไปในกระเทียมที่กำลังบ่ม ส่งผลให้กระเทียมที่บ่มมีความชื้นสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชุตติมา แก้วพิบูลย์ (2563) [8]



ที่รายงานว่า ปริมาณความชื้นควรอยู่ในช่วงร้อยละ 60-90 จะทำให้กระเทียมดำมีความนุ่ม และยืดหยุ่นเหมาะกับการรับประทาน หากปริมาณความชื้นน้อย จะทำให้กระเทียมดำแห้งและเหนียว ส่วนปริมาณน้ำอิสระในอาหารของกระเทียมดำทั้งหมด 4 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณน้ำอิสระในอาหารอยู่ในช่วง 0.36 ถึง 0.58 โดยตัวอย่างกระเทียมโทน ในสภาวะที่ 2 (B) มีปริมาณน้ำอิสระในอาหารสูงสุดเท่ากับ 0.58 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติกับตัวอย่างกระเทียมกลีบ ในสภาวะที่ 2 (B) และ กระเทียมโทน ในสภาวะที่ 1 (A) แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างกระเทียมกลีบ (A) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากกระเทียมโทนในตัวอย่างนี้ถูกนำมาห่อด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบางอีกชั้น เมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้นส่งผลให้ความชื้นในกระเทียมระเหยออกมาเกาะกับผ้าขาวบางจนเกิดการควบแน่นเกิดเป็นน้ำแล้วไหลกลับเข้าไปในกระเทียมที่กำลังบ่มส่งผลให้กระเทียมดำมีปริมาณน้ำอิสระในอาหารสูง ซึ่งเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้น (ร้อยละ) [11] ดังแสดงในตารางที่ 3 ปริมาณไขมัน (ร้อยละ) ของกระเทียมดำทั้งหมด 4 ตัวอย่าง มีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 0.05 ถึง 0.11 โดยตัวอย่างกระเทียมโทน ในสภาวะที่ 1 (A) และสภาวะที่ 2 (B) มีปริมาณไขมันสูงสุดเท่ากับร้อยละ 0.11 และ 0.10 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) และคาร์โบไฮเดรตของกระเทียมดำทั้งหมด 4 ตัวอย่าง พบว่ากระเทียมโทนในสภาวะที่ 1 (A) มีปริมาณร้อยละของโปรตีน (8.47%) และคาร์โบไฮเดรต (30.87%) สูงที่สุดของกระเทียมดำทั้งหมด 4 ตัวอย่าง แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่น ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 และเมื่อพิจารณาที่ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS ของกระเทียมดำทั้งหมด 4 ตัวอย่าง ก็ยังพบว่าตัวอย่างกระเทียมโทน ในสภาวะที่ 1 (A) มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS สูงสุดเท่ากับ 33.91 และ 75.39 $\mu\text{mol Trolox/g}$ ตามลำดับ แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่นก็ตาม นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้น 15 วัน ส่งผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS เพิ่มขึ้น

สำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการเรียงลำดับความชอบ (ranking test) 4 ตัวอย่าง โดยให้ผู้ทดสอบที่ยังไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 100 คน เรียงลำดับความชอบ 1 หมายถึงชอบมากที่สุด 2 ชอบปานกลาง 3 ชอบน้อยและ 4 ชอบน้อยที่สุด เพื่อคัดเลือกสภาวะ จากการทดสอบเรียงลำดับความชอบ พบว่าทั้ง 4 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่กระเทียมดำที่ผลิตจากกระเทียมโทน ในสภาวะที่ 1 (A) ได้รับคะแนนการเรียงลำดับความชอบมาเป็นอันดับ 1 (ตารางที่ 5) เนื่องจากมีสีดำสม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสมีกลิ่นคล้ายเจลลี่ รสชาติดี และไม่มีการปนเปื้อน เมื่อพิจารณาร่วมกันกับค่าคุณภาพทางด้านเคมีและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่ากระเทียมดำที่ผลิตจากกระเทียมโทนในสภาวะที่ 1 (A) มีค่าสูงกว่าตัวอย่างอื่น จึงคัดเลือกกระเทียมดำที่ผลิตจากกระเทียมโทน ที่ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอะลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั ไปศึกษาความชอบและการยอมรับผู้บริโภคต่อไป

5. สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษานิตของกระเทียม 2 ชนิด 2 สภาวะ ในการบ่มเป็นระยะเวลา 15 วัน คือ สภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและฟอยล์ที่ละหวั (A) และสภาวะที่ 2 นำกระเทียมห่อด้วยฟอยล์และห่อทับด้วยผ้าขาวบางอีกชั้น (B) จากนั้นนำกระเทียมบ่มในตู้อบลมร้อนที่ 65 องศาเซลเซียส จากการสังเกตลักษณะทางด้านกายภาพจากตัวอย่างกระเทียมดำ 4 ชนิด พบว่ากระเทียมโทนสภาวะที่ 1 ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอะลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั (A) สีเนื้อกระเทียมเปลี่ยนเป็นสีดำ และเนื้อสัมผัสมีกลิ่นคล้ายเจลลี่ และได้ร้อยละผลผลิตสูงสุดเท่ากับร้อยละ 40 ซึ่งมีค่ามากกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่ากระเทียมโทนสภาวะที่ 1



ห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอะลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั (มีปริมาณร้อยละของไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต รวมถึง ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS สูงที่สุดอีกด้วย โดยผลการทดสอบแบบวิธีการเรียงลำดับความชอบ ก็ยังพบว่ากระเทียมดำที่ผลิตจากกระเทียมโทนในสภาวะที่ 1 (A) ได้รับคะแนนการเรียงลำดับความชอบมาเป็นอันดับ 1 ดังนั้นกระเทียมโทน สภาวะที่ 1 ซึ่งห่อกระเทียมด้วยกระดาษไขและอะลูมิเนียมฟอยล์ที่ละหวั จึงเป็นตัวอย่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการศึกษาความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณบำรุงการศึกษา (บกศ.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 รอบที่ 2 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะศิลปศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือและสถานที่ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. (2565). กระเทียม. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. สืบค้น 15 มกราคม 2563, จาก <http://www.medplant.mahidol.ac.th/pubhealth/allium.html>
- [2] อรรถธัญ มาโนจำ นฤฤติ อย่างบุญ พัฒนชัย สายคุณ ปิณฑนา ชมชื่นชู วิภาพร บุญทะเล นฤฤติ วาดเขียน และกรณรัตน์ สกุลนามรัตน์. (2560). คุณสมบัติเคมีและกายภาพของกระเทียมดำศรีสะเกษ. การประชุมวิชาการระดับชาติ นวัตกรรมและเทคโนโลยีวิชาการ 2017 เรื่อง วิจัยจากองค์ความรู้สู่การพัฒนาอย่างมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน (น. A401-408). สุรินทร์: มหาวิทยาลัยโนโลยีราชชมคลีสถาน วิทยาเขตสุรินทร์.
- [3] พิมพ์วิภา ศูนย์ผล ฤกษ์ณะ พอกเพียร อรพรรณ ดินานพ จิระภา ทองลาย นุจรี สอนสะอาด และกรณรัตน์ สกุลนามรัตน์. (2560). สารประกอบฟีนอลและคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกระเทียมดำศรีสะเกษและจีน. การประชุมวิชาการระดับชาติ นวัตกรรมและเทคโนโลยีวิชาการ 2017 เรื่อง วิจัยจากองค์ความรู้สู่การพัฒนาอย่างมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน (น. A417-425). สุรินทร์: มหาวิทยาลัยโนโลยีราชชมคลีสถาน วิทยาเขตสุรินทร์.
- [4] จันเพ็ญ บางสำรวจ. (2553). กระเทียมกับการต้านอนุมูลอิสระ. วารสาร มฉก.วิชาการ, 14(27), 113-122.
- [5] Yuan, H., Sun, L., Chen, M., and Wang, J. (2018). An analysis of the changes on intermediate products during the thermal processing of black garlic. Food chemistry, 239, 56–61.
- [6] Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2016). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Washington D.C.: USA.
- [7] Compendium of method for food analysis. (2003). Compendium of methods for food analysis. Department of Medical Sciences (DMSc) and The National Bureau of Agriculture Commodity and Food Standards (ACFS).
- [8] ชุตินา แก้วพิบูลย์ และณวงศ์ บุญนาค. (2563). การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกระเทียมโทนดำ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 29(1), 111-118.
- [9] เพ็ญขวัญ ขมปรีดา. (2550). การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [10] อิศรพงศ์ พงษ์ศิริกุล. (2544). การวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับอุตสาหกรรมเกษตร. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [11] รัตนันท์ พรธมนารุณทัย. (2543). บทบาทของ Water activity ในอุตสาหกรรมอาหาร. วารสารจารย์พา, 56(7), 57-61.
- [12] Li, FM., Li, T., Li, W., and Yang, LD. (2015). Changes in antioxidant capacity, levels of soluble sugar, total polyphenol, oraganosulfer compound and constituents in garlic clove during storage. Industrial Crops and Products, 69, 137-142.