Published Online: 26 JUL 2024

การตรวจสอบปริมาณ เอส-อัลลิล ซิสทีอิน ในกระเทียมดำที่มาจากภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือในประเทศไทย

Quantitative Analysis of S-allycysteine (SAC) in Black Garic from Northern and Northeastern Thailand

ชญาณัฐ ท้าวแพทย์
อีเมล: 6552003255@lamduan.mfu.ac.th
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ดร.อาริญา สาริกะภูติ
อีเมล: yuiariya@gmail.com
สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณ S-allylcyteine (SAC) ในกระเทียมดำที่จำหน่ายในประเทศไทยจากภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเพื่อเปรียบเทียบปริมาณ SAC ในกระเทียมดำจากแหล่งที่แตกต่างกัน โดยทำการคัดเลือกกระเทียมดำจากภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อย่างละ 1 ตัวอย่าง จากนั้นนำมาศึกษาปริมาณ SAC ที่พบในกระเทียมดำด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography; HPLC) ผลการวิจัยพบว่า กระเทียมดำจากจังหวัดลำพูน มีปริมาณ SAC สูงกว่ากระเทียมดำจากจังหวัดศรีสะเกษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแสดงค่า SAC เท่ากับ 0.60 ± 0.03 และ 0.57 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมากจากกระเทียมที่ปลูกในพื้นที่แตกต่างกันทำให้เกิดความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพ เคมี ตลอดจนชนิดและปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ

คำสำคัญ: กระเทียมดำ, กระเทียม, S-allylcyteine

Abstract

The objective of this research was to find out, to the quantitative value of S-allylcyteine (SAC) in black garlic that is distributed in northern and northeastern Thailand, and the comparative value of SAC in different areas. Therefore, one sample

of black garlic was selected from the northern and northeastern regions. Then, the determination of SAC in black garlic by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) was studied. The research showed that black garlic in Lamphun province had the statistically significant highest SAC value compared to Sisaket province, which showed SAC values of 0.60 ± 0.03 and 0.57 ± 0.03 mg/ml, respectively. Therefore, garlic that is grown in different areas may cause differences in physiological, chemical, kind, and quantity of bioactive compounds.

Keywords: Black Garlic, Garlic, S-allylcyteine

บทนำ หลักการและเหตุผล

กระเทียม (*Allium sativum* Linn.) จัดอยู่ในวงศ์ Alliaceae เป็นพืชสมุนไพรที่นิยมใช้ในการประกอบอาหารหลายชนิดเพื่อช่วยเพิ่มกลิ่น และรสสัมผัส ตลอดจนภูมิปัญญาชาวบ้านได้มีการใช้เป็นยาแผนโบราณในการรักษาโรคเบื้องต้น กระเทียมมีการเพาะปลูกกันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ รวมทั้งประเทศไทย โดยภาคเหนือและภาคอีสานมีการเพาะปลูกกระเทียมมากที่สุด กระเทียมไทยมีกลิ่นหอม เนื้อแห้ง รสจัด จึงเป็นที่นิยมมากกว่ากระเทียมจีนที่มีขนาดใหญ่และน้ำมากกว่า การที่กระเทียมเป็นที่นิยมเพาะปลูก เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่าย โดยประเทศไทยมีผลผลิตกระเทียมสูงถึง 8 หมื่นตันต่อปี นอกจากนี้ยังพบว่า การค้าเสรีทำให้กระเทียมจากต่างประเทศซึ่งมีราคาถูกกว่านำเข้ามาในประเทศไทยมากขึ้น ส่งผลทำให้มีผลผลิตกระเทียมมากเกินความต้องการบริโภค เกิดการเน่าเสียเป็นจำนวนมาก และเกิดปัญหาราคากระเทียมตกต่ำ จากความเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลทำให้หน่วยงานภาครัฐได้สนับสนุนการเพิ่มมูลค่า ตลอดจนยืดอายุการเก็บรักษาด้วยการแปรรูปกระเทียมในหลากหลายรูปแบบ เช่น กระเทียมดอง กระเทียมผง กระเทียมบด น้ำมันกระเทียม และแปรรูปเป็นกระเทียมดำ

ในระยะแรกการผลิตกระเทียมดำ (Black garlic) เริ่มจากการใช้กระเทียมสดมาผ่านการบ่ม (Fermentation) ด้วยความชื้นและอุณหภูมิสูง เป็นระยะเวลา 30 - 100 วัน หรือจนกว่าเนื้อกระเทียมสีขาวจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ปัจจุบันระยะเวลาในการผลิตกระเทียมดำสั้นลงด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยพบว่า ระยะเวลาที่สั้นที่สุดในผลิตกระเทียมดำ คือ หนึ่งสัปดาห์ กระเทียมดำมีลักษณะที่แตกต่างจากกระเทียมสดทั้งด้านรสชาติและลักษณะกายภาพภายนอก คือ เนื้อสัมผัสเหนียวยืดหยุ่นคล้ายเจลลี่ สีน้ำตาลออกดำ รสชาติหวาน กลิ่นไม่ฉุน ทำให้บริโภคได้ง่ายขึ้น โดยสีดำนี้เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเคมีระหว่างน้ำตาลรีดิวซิง (Reducing sugar) กับกรดอะมิโน โดยสีจะเข้มข้นตามระยะเวลาการบ่ม (อรัญญา มานุจำ และคณะ, 2560; Malaphong et al., 2022)

และรสชาติหวานเกิดจากกระบวนผลิตที่มีการใช้ความร้อนในการบ่ม ส่งผลทำให้น้ำตาลโพลีแซคคาไรด์ในกระเทียมสด คือ ฟรุคแทน (Fructan) สลายตัวกลายเป็นน้ำตาลโมเลเดี่ยว คือ น้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส รายงานการวิจัยเป็นจำนวนมากแสดงให้เห็นว่า กระเทียมดำมีคุณประโยชน์มากกว่ากระเทียมสดหลายเท่า โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในกระเทียมดำมีการเปลี่ยนแปลงและมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการผลิตจะมีการใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 60 - 90 องศาเซลเซียส และมีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ระหว่างร้อยละ 80 - 90 ส่งผลทำให้สารที่ไม่คงตัวและกลิ่นเฉพาะตัวของกระเทียมเปลี่ยนเป็นสารคงตัว และกลิ่นฉุนน้อยลง สารดังกล่าวได้แก่ S-allylcyteine (SAC) จัดเป็นสารต้านออกซิเดชัน (Antioxidant) (ศวิตา จิวจินดา, 2566) ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) สารต้านจุลินทรีย์ (Antimicrobial) ต้านการเจริญของเซลล์มะเร็ง (Anticancer) รวมทั้งมีฤทธิ์ต้านการเกิดออกซิเดชันซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเสื่อมสภาพของเซลล์ในสิ่งมีชีวิต (อรัญญา มานุจำ และคณะ, 2560) รวมทั้งมีฤทธิ์ลดความดันโลหิต ลดอาการท้องอืดท้องเฟ้อ มีฤทธิ์ช่วยป้องกันโรคอาหารเป็นพิษ และมีฤทธิ์ช่วยย่อยอาหาร เป็นต้น เนื่องจากมีสารกลุ่ม allicin (Diallyl thiosulfinate หรือ allyl-2-propenethiosulfinate) ที่สามารถต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (ชุติมา แก้วพิบูลย์, 2563; อรัญญา มานุจำ และคณะ, 2560) นอกจากนี้ ยังพบว่า ปริมาณกรดอะมิโน Flavonoids และสารกลุ่ม Polyphenolics ในกระเทียมดำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกระเทียมสด

การผลิตกระเทียมดำมีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณสารคัญและคุณภาพในกระเทียมดำ เช่น พื้นที่เพาะปลูก การควบคุมความชื้น ช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยว และอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่า การศึกษากระเทียมดำที่จำหน่ายในประเทศไทยยังมีผู้วิจัยศึกษาอย่างจำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจการตรวจสอบปริมาณ SAC ของกระเทียมดำ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมซึ่งเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมที่น่าสนใจและมีประโยชน์ต่อผู้บริโภค และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยสนับสนุนการแปรรูปกระเทียมดำเพื่อช่วยลดปัญหาผลผลิตที่มากกว่าความต้องการของตลาด รวมทั้งเพื่อเพิ่มมูลค่าและความหลากหลายให้สินค้าเกษตรกรและการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

1. ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ กระเทียมดำที่คัดเลือกจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระเทียมดำที่จำหน่ายทั่วไปในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเบื้องต้น ได้แก่ เป็นกระเทียมดำที่ผลิตมาจากกระเทียมไทยจากภาคเหนือและภาคตะวันออก เฉียงเหนือ มีลักษณะเป็นหัวกระเทียมดำที่ไม่ผ่านการแปรรูป บรรจุภัณฑ์เป็นมาตรฐาน

มี อย. รับรองความปลอดภัย มีฉลากระบุข้อมูลชัดเจน เช่น สถานที่จัดจำหน่าย แหล่งผลิต วันผลิต และวันหมดอายุ และมีรอบการผลิตอยู่ในช่วงเดียวกัน คือ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2567

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้คัดเลือกโดยการนำตัวอย่างกระเทียมดำที่มาจากภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อย่างละ 1 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างจากภาคเหนือคัดเลือกจากความนิยมสูงสุดในปี พ.ศ. 2566 (My Best, 2566) ในขณะที่ตัวอย่างจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือคัดเลือกจากข้อมูลทางวิชาการที่สนับสนุนว่า มีปริมาณของสาร SAC สูงสุด ทั้งนี้การระบุผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แหล่งจะใช้อักษรย่อ แทนการระบุยี่ห้อของกระเทียมดำ ได้แก่ ตัวอย่าง A เป็นกระเทียมดำที่ผลิตจากจังหวัดเชียงใหม่ เป็นตัวแทนภาคเหนือ และตัวอย่าง B เป็นกระเทียมดำที่ผลิตจากจังหวัดศรีสะเกษเป็นตัวแทนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. การเตรียมตัวอย่างกระเทียมดำ

ทำการจัดซื้อกระเทียมดำตัวอย่าง A และ B จากสถานที่จัดจำหน่ายในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2567 และทำการตรวจสอบข้อมูลการผลิตเบื้องต้น โดยตัวอย่างกระเทียม A เป็นสายพันธุ์กระเทียมพันธุ์กลาง ในขณะที่ตัวอย่างกระเทียม B เป็นสายพันธุ์กระเทียมเบา จากนั้นทำการชั่งปริมาณกระเทียมดำตัวอย่างละ 0.5 กิโลกรัม นำมาคัดขนาดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกัน เก็บไว้ในโถดูดความชื้น (Desiccator) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ขั้นต่อไป

3. การสกัดตัวอย่างกระเทียมดำ (ดัดแปลงจาก Malaphong et al., 2022)

ทำการสุ่มตัวอย่างกระเทียมดำปริมาณ 2.0 กรัม ใส่ในขวดก้นกลมขนาด 50 มิลลิลิตร ปิเปตเมทานอลเติมลงไปในตัวอย่างปริมาตร 25 มิลลิลิตร ทำการสกัดสารแบบ Reflux เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำสารละลายที่ได้กรองด้วยกระดาษกรองที่มีขนาดรูเท่ากับ 0.45 ไมโครเมตร และนำสารละลาย Derivatization ดังกล่าวทำอนุพันธ์กับ Dansyl Chloride

4. การตรวจสอบปริมาณ SAC ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

1) การเตรียมสารละลาย SAC มาตรฐาน

ทำการเตรียมสารละลาย SAC มาตรฐานที่ความเข้มข้นแตกต่างกันเพื่อสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) โดยชั่งสารมาตรฐาน SAC ปริมาณ 2.0 มิลลิกรัม นำมาละลายด้วยน้ำและผสมให้เข้ากัน จากนั้นทำการเจือจางด้วยสารละลายเอทานอล : น้ำ ที่อัตราส่วน 7 : 3 ปริมาตร/ปริมาตร และนำสารละลาย Derivatization ดังกล่าวทำอนุพันธ์กับ Dansyl Chloride

2) การทำอนุพันธ์ (Derivatization) (Malaphong et al., 2022)

ทำการปิเปตสารละลายตัวอย่างกระเทียมดำหรือสารมาตรฐาน ปริมาตร 100 ไมโครลิตร จากนั้นทำการเติมสารละลาย Dansyl chloride ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลต่อลิตร ปริมาตร 250 ไมโครลิตร ลงไป และเติมสารละลาย Sodium tetraborate buffer (pH 9.2) ความเข้มข้น 20 มิลลิโมล

ต่อลิตร ปริมาตร 650 μL จากนั้นทำการเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex เป็นเวลา 1 นาที และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที จนสารละลายเหลืองใส และกรองด้วยกระดาษกรองที่มีรูพรุนขนาด 0.45 ไมโครเมตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC

3) การวิเคราะห์ตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานด้วยเทคนิค HPLC

ทำการเจือจางสารตัวอย่างที่เตรียมไว้ให้มีความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 200 ไมโครกรัม และสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 5, 10, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัม มาฉีดเข้าเครื่อง HPLC เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ SAC โดยเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase) ประกอบด้วยส่วนผสมของอะซีโตไนไตรล์และน้ำในอัตราส่วน 70 : 30 ปริมาตร/ปริมาตร จากนั้นทำการฉีดสารที่ต้องการวิเคราะห์ในคอลัมน์ปริมาตร 20 ไมโครลิตร โดยมีอัตราการไหล (Flow rate) 1 มิลลิลิตร/นาที ที่ความยาวคลื่น 250 นาโนเมตรที่ศูนย์นวัตกรรมสมุนไพรครบวงจร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกระเทียมดำแต่ละตัวอย่างโดยใช้สถิติเชิงพรรณา (Descriptive Analysis) ทำการตรวจสอบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบ 3 ซ้ำ และทำการเปรียบเทียบปริมาณ SAC ที่พบในแต่ละตัวอย่างกับค่ามาตรฐานด้วยสถิติ t-test ทั้งนี้ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรม SPSS (Trial version) ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย (Results)

1. ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้คัดเลือกโดยการนำตัวอย่างกระเทียมดำที่มาจากภูมิภาคแตกต่างกัน โดยตัวอย่างจากภาคเหนือคัดเลือกจากความนิยมสูงสุดในปี พ.ศ. 2566 ในขณะที่ตัวอย่างจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือคัดเลือกจากข้อมูลทางวิชาการที่สนับสนุนว่า มีปริมาณของสาร SAC สูงสุด จากนั้นทำการระบุอักษรย่อแทนการระบุยี่ห้อของกระเทียมดำ ดังนี้ ตัวอย่าง A เป็นกระเทียมดำที่ผลิตจากจังหวัดลำพูน เป็นตัวแทนภาคเหนือ และตัวอย่าง B เป็นกระเทียมดำที่ผลิตจากจังหวัดศรีสะเกษ เป็นตัวแทนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพของกระเทียมดำ

เมื่อประเมินลักษณะทางกายภาพของกระเทียมทั้ง 2 ตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่าง A ซึ่งเป็นกระเทียมดำที่ผลิตจากภาคเหนือ มีลักษณะสีน้ำตาลอมดำ ให้เนื้อสัมผัสเหนียวนุ่มคล้ายเนื้อเจลลี่ กลิ่นคล้ายผลไม้อบแห้ง ไม่เหม็นฉุน ให้รสสัมผัสหวานอมเปรี้ยว รสชาติไม่เผ็ดร้อน ในขณะที่ตัวอย่าง B ซึ่งเป็นตัวแทนจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีลักษณะสีน้ำตาลเข้มอมดำมีกลิ่นฉุนน้อยกว่า เนื้อสัมผัสเหนียวนุ่มคล้ายเจลลี่ แต่เหนียวน้อยกว่าตัวอย่าง A นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวอย่าง B เนื้อกระเทียม

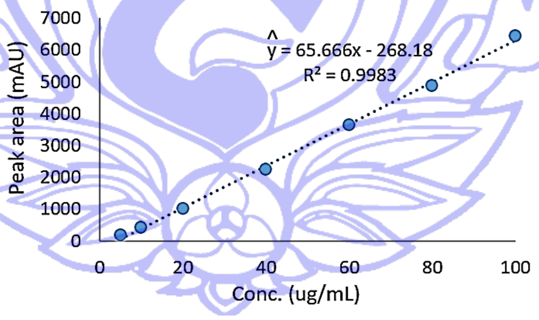
ค่อนข้างแฉะ เนื่องจากมีความชื้นค่อนข้างสูง ไม่แห้งสนิท ให้รสสัมผัสหวานอมเปรี้ยว รสชาติไม่เผ็ดร้อน ทั้งนี้ลักษณะทางกายภาพของกระเทียมดำทั้ง 2 ตัวอย่าง แสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่าง A และ B

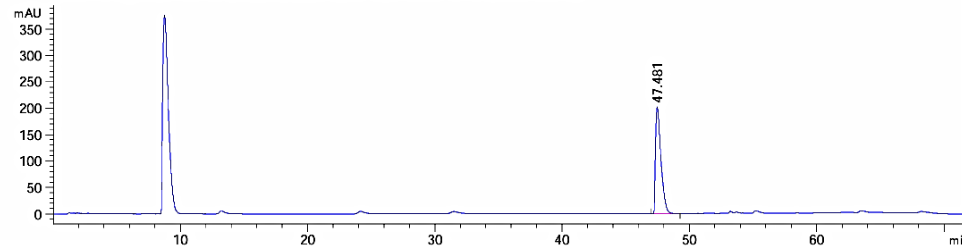
3. ผลการตรวจสอบปริมาณ SAC ในกระเทียมดำด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวประสิทธิภาพสูง (HPLC)

1) ผลการเตรียมสารละลายมาตรฐาน

เมื่อทำการเตรียมสารละลายมาตรฐาน SAC เพื่อสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณ SAC ในกระเทียมดำ พบว่า ความสัมพันธ์เชิงเส้นจะได้สมการเส้นตรง คือ $y = 65.666x - 268.18$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.9983 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การยอมได้ ≥ 0.995 และตรวจพบว่า สาร SAC ออกมาที่ Retention time เท่ากับ 47.481 นาที ที่ความยาวคลื่น 250 นาโนเมตร ทั้งนี้กราฟมาตรฐานของ SAC แสดงดังภาพที่ 2 และโครมาโตแกรมของสารมาตรฐานแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 กราฟมาตรฐานของ S-allyl-cysteine (SAC)



ภาพที่ 3 ตัวอย่างโครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน SAC

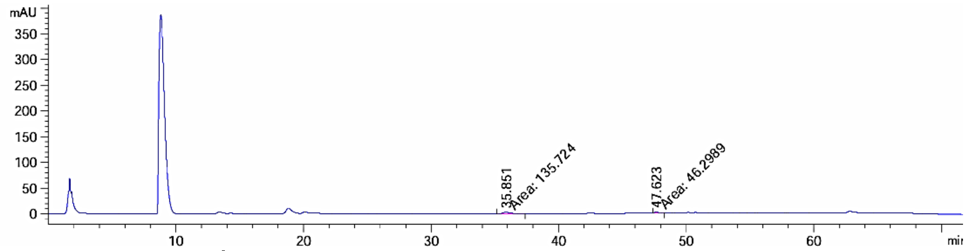
4. ผลการตรวจสอบปริมาณ SAC

ผลการตรวจสอบปริมาณ SAC ในตัวอย่างกระเทียมดำจำนวน 2 ตัวอย่าง ด้วยวิธี HPLC พบว่า ตัวอย่าง A ซึ่งเป็นตัวแทนของกระเทียมจากภาคเหนือ มีปริมาณ SAC เท่ากับ 0.60 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยตรวจพบสาร SAC ออกมาที่ Retention time เท่ากับ 47.465 - 47.623 นาที ในขณะที่ตัวอย่าง B ซึ่งเป็นตัวแทนของกระเทียมดำจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีปริมาณ SAC เท่ากับ 0.57 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัม และตรวจพบสาร SAC ออกมาที่ Retention time เท่ากับ 46.907 - 47.478 นาที จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า กระเทียมดำทั้งสองตัวอย่างที่มาจากแหล่งแตกต่างกัน มีปริมาณ SAC ที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ปริมาณ SAC และโครมาโตแกรมของตัวอย่างกระเทียมดำแสดงดังตารางที่ 1 และภาพที่ 4 - 5

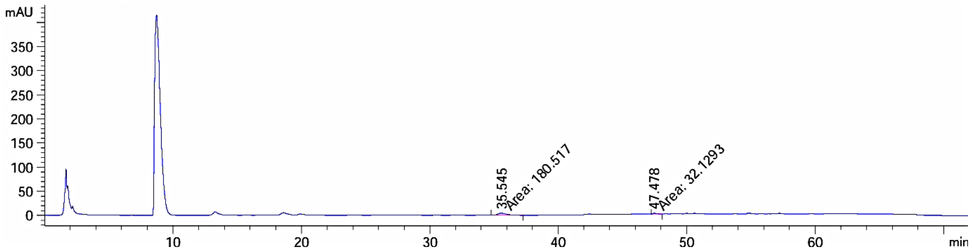
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ SAC จากผลิตภัณฑ์กระเทียมดำ

ตัวอย่าง	**n**	**ปริมาณ SAC (mg/g ± SD)**
A	3	0.60 ± 0.03
B	3	0.57 ± 0.03
T, df, p		α, 1, < 0.05

หมายเหตุ p-value เปรียบเทียบปริมาณ SAC ของตัวอย่างกระเทียมดำสองแหล่ง โดยใช้สถิติ t-test
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
Degree of freedom = 1



ภาพที่ 4 ตัวอย่างโครมาโตแกรมของกระเทียมดำตัวอย่าง A



ภาพที่ 5 ตัวอย่างโครมาโตแกรมของกระเทียมดำตัวอย่าง B

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ (Discussion and Suggestion)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบปริมาณ SAC ในกระเทียมดำที่มาจากภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือในประเทศไทย และเปรียบเทียบปริมาณ SAC ในกระเทียมดำจากแหล่งที่แตกต่างกัน จากการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการคัดเลือกตัวอย่างกระเทียมดำ พบว่า ตัวอย่าง A เป็นกระเทียมดำจากภาคเหนือคัดเลือกจากความนิยมสูงสุดในปี พ.ศ. 2566 จากเว็ปไซด์ https://th.my-best.com ซึ่งเป็นกระเทียมดำจากจังหวัดลำพูน ในขณะที่ตัวอย่าง B ซึ่งเป็นกระเทียมดำจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือคัดเลือกจากข้อมูลทางวิชาการที่สนับสนุนว่า มีปริมาณของสาร SAC สูงสุด เป็นกระเทียมดำจากจังหวัดศรีสะเกษ (กรุณรัตน์ สกุลนามรัตน์ และคณะ, 2566)

จากนั้นทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างกระเทียมดำทั้งสองแหล่ง พบวา กระเทียมทั้งสองตัวอย่างมีกลิ่นคล้ายผลไม้ ทั้งนี้เนื่องมาจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด นอกจากนี้ยังพบว่า สีของกระเทียมดำจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีลักษณะสีเข้มกวากระเทียมดำจากภาคเหนือ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระเทียมดำจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีลักษณะหัวและกลีบคอนขางเล็ก ดังนั้นระหวางการบมจึงอาจทำใหปริมาณน้ำภายในระเหยได้เร็วกวากระเทียมที่มีลักษณะกลีบและขนาดหัวที่ใหญกวา และส่งผลทำให้กลายเปนสีน้ำตาลไดเร็วกวากระเทียมจากภาคเหนือ สอดคล้องกับงานวิจัยของกรุณรัตน์ สกุลนามรัตน์ และคณะ (2566) ที่รายงานว่า กระเทียมดำศรีสะเกษมีลักษณะสีเข้มกว่ากระเทียมดำจากจีนและจังหวัดเชียงใหม่

นอกจากนี้ยังพบว่า กระเทียมดำทั้งสองแหล่งไม่มีกลิ่นฉุนเหมือนกระเทียมสด เนื่องจากในกระบวนการผลิตกระเทียมดำสารประกอบอัลลิซิน ซึ่งเป็นสารที่ไม่คงตัวและทำให้กระเทียมมีกลิ่นฉุน จะเปลี่ยนไปเป็น SAC และสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่มีความคงตัว และไม่มีกลิ่นฉุน (ชุติมา แก้วพิบูลย์ และณวงศ์ บุนนาค, 2563; อรัญญา มานุจำ และคณะ, 2560; Chen et al., 2017; Kimura et al., 2017) เมื่อพิจารณาเนื้อสัมผัสพบว่า ตัวอย่างกระเทียมดำทั้งสองตัวอย่างมีลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายเจลลี่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความชื้นที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่อยู่ในช่วงร้อยละ 60 - 90 ส่งผลทำให้กระเทียมดำมีความนุ่ม และยืดหยุ่น แต่หากความชื้นน้อยจะส่งผลทำให้กระเทียมดำเหนียวและ

แห้ง และพบว่า หากกระเทียมมีขนาดหัวเล็กจะส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนและการสูญเสียความชื้นระหว่างการบ่มเกิดได้มากกว่าสภาวะอื่น (ชุติมา แก้วพิบูลย์ และณวงศ์ บุนนาค, 2563; Kilic-Buyukkurt et al., 2023) การวิจัยยังพบว่า กระเทียมดำทั้งสองตัวอย่างมีรสชาติหวาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อกระเทียมดำผ่านกระบวนการบ่ม ซึ่งมีการใช้ความร้อนในขั้นตอนการผลิต ส่งผลให้ฟรุกแทน (Fructan) สลายตัวเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ กลูโคส (Glucose) และฟรุคโตส (Fructose) ทำให้รสชาติของกระเทียมมีรสหวาน และพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่พบในกระเทียมดำมีปริมาณสูงกว่ากระเทียมสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ศวิตา จิวจินดา, 2566; Choi et al., 2014; Kimura et al., 2017) สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Choi และคณะ (2008) ที่รายงานว่า ปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มสูงขึ้นในกระเทียมดำเมื่อเปรียบเทียบกับกระเทียมสดและกระเทียมนึ่งสุก กล่าวคือ ปริมาณน้ำตาลที่พบในกระเทียมดำแปรผันตรงกับความหวานของกระเทียมดำ

เมื่อทำการตรวจสอบปริมาณ SAC ในกระเทียมดำด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวประสิทธิภาพสูง (HPLC) พบว่า ตัวอย่าง A ซึ่งเป็นตัวแทนกระเทียมดำจากภาคเหนือ มีปริมาณ SAC มากกว่าตัวอย่าง B ตัวแทนกระเทียมดำจากภาคตะวันออกเฉียงเหนืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งแสดงปริมาณ SAC เท่ากับ 0.60 ± 0.03 และ 0.57 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Malaphong et al. (2022) ที่วิเคราะห์ปริมาณ SAC ในกระเทียมดำที่จำหน่ายในประเทศไทย พบว่า มีปริมาณ SAC ระหว่าง 27.7 ถึง 393.4 ไมโครกรัมต่อกรัม และเมื่อพิจารณาปริมาณ SAC ที่พบในกระเทียมดำทั้งสองตัวอย่าง จะเห็นได้ว่า มี SAC ในปริมาณสูงกว่าเมื่อเทียบกับงานวิจัยของ Ai and Huong (2018) ที่รายงานว่า กระเทียมดำเวียดนามมีปริมาณ SAC เท่ากับ 159.81 ไมโครกรัมต่อกรัม และ Sasaki et al. (2007) ซึ่งพบว่า กระเทียมดำญี่ปุ่นมีปริมาณ SAC เท่ากับ 194.30 ไมโครกรัมต่อกรัม ในขณะที่สารสกัดกระเทียมดำเกาหลีมีปริมาณ SAC เท่ากับ 656.5 ไมโครกรัมต่อกรัม (Al-Shehri, 2021) และเมื่อเทียบกับงานวิจัยของ Saputra et al. (2024) พบว่า กระเทียมดำทั้งสองตัวอย่างจากประเทศไทยมีปริมาณ SAC มากกว่ากระเทียมโทนสด กระเทียมโทนดำ และสารสกัดกระเทียมดำ ที่แสดงปริมาณ SACเท่ากับ 11.23, 122 และ 335.46 ไมโครกรัมต่อกรัม

ผลการวิเคราะห์ปริมาณ SAC ด้วยวิธี HPLC แสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างกระเทียมดำจากภาคเหนือมีปริมาณ SAC สูงกว่าตัวอย่างกระเทียมจากภาคตะวันออกเฉียงเหนืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสายพันธุ์กระเทียม พื้นที่เพาะปลูก สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สภาวะที่เจริญ รวมทั้งขึ้นกับกระบวนการผลิตที่ใช้อุณหภูมิ ความร้อน ระยะเวลา และความชื้น ฯลฯ แตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยสำคัญเหล่านี้ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ประสาทสัมผัสของกระเทียมดำ รวมทั้งส่งผลสำคัญต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยเฉพาะ SAC แตกต่างกัน (Kimura et al., 2017; Yuan et al., 2018) นอกจากนี้ยังพบว่า คุณภาพ เนื้อสัมผัสและรสชาติที่ดีของกระเทียมดำขึ้นกับขั้นตอนการผลิต ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต (Kimura et al., 2017;

Manoonphol et al., 2023) โดย Ai and Huong (2018) พบว่า เมื่อบ่มกระเทียมเกาหลีที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพันธ์ร้อยละ 80 เป็นเวลา 38 วัน ปริมาณ SAC จะเพิ่มสูงขึ้นจาก 3.5 ไมโครกรัมต่อกรัม เป็น 159.81 ไมโครกรัมต่อกรัม คือเพิ่มสูงขึ้นถึง 46 เท่า ส่วนกระเทียมเกาหลี เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพันธ์ร้อยละ 70 เป็นเวลา 45 วัน พบว่า มีปริมาณ SAC เพิ่มสูงกว่ากระเทียมสด 6.36 เท่า แต่เมื่อใช้อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียสมีปริมาณ SAC เพิ่มขึ้น 5.78 เท่า (Bae et al., 2014)

กระเทียมดำที่มีคุณภาพที่จำหน่ายในประเทศไทยในรูปแบบการค้า จะต้องมีปริมาณ SAC ที่ไม่น้อยกว่า 0.16 มิลลิกรัมต่อกรัมของกระเทียมดำ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2564) แสดงว่าให้เห็นว่า ตัวอย่างกระเทียมดำทั้งสองแหล่งจากภาคเหนือและภาคตะวันออก เฉียงเหนือมีปริมาณ SAC เป็นไปตามมาตรฐาน โดยมีปริมาณ SAC เท่ากับ 0.67 ± 0.03 และ 0.57 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ และมีศักยภาพในการจัดจำหน่ายเป็นสินค้าพร้อมบริโภคเพื่อเสริมสร้างสุขภาพที่ดีให้กับผู้บริโภค ตลอดจน เป็นการสนับสนุนการผลิตและจำหน่ายกระเทียมดำเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าทางการเกษตร ลดปัญหากระเทียมล้นตลาดและราคาตกต่ำ และเป็นอีกแนวทางเลือกให้กับกระเทียมไทยยุคใหม่ที่สามารถตอบสนองกลุ่มผู้รักสุขภาพ รวมถึงสามารถพัฒนาให้กระเทียมเป็นพืชที่สามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้เพาะปลูกอย่างมั่นคงและมั่งคั่งต่อไป

รายการอ้างอิง

กรุณรัตน์ สกุลนามรัตน์, อรอนงค ภูสีฤทธิ์, วิทวัส ไตรรัตนาภิกุล และสุทธิดา ปญญาอินทร. (2566). ผลของอุณหภูมิการบ่มต่อสมบัติทางเคมีของกระเทียมดำ. *Journal of Vocational Education in Agriculture, 7*(2), 79-96.

ชุติมา แก้วพิบูลย์ และณวงศ์ บุนนาค. (2563). การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกระเทียมโทนดำ. *Thai Science and Technology Journal, 29*(1), 111-118.

ศวิตา จิวจินดา. (2566). *กระเทียมดำ*. มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2564). *แนวทางการพิจารณาอนุญาตกระเทียมดำเป็นอาหาร*. กองอาหาร. https://food.fda.moph.go.th/for-entrepreneurs5/guidelines-for-granting-black-garlic-as-food

อรัญญา มานุจำ, มลฤดี อย่างบุญ, พัฒนชัย สายคูณ, ปิลันธนา ชมชื่นชู, วิภาพร บุญทะลา, นฤทธิ์ วาดเขียน และกรุณรัตน์ สกุลนามรัตน์. (2560). คุณสมบัติเคมีและกายภาพของกระเทียมดำศรีสะเกษ. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ นวัตกรรมและเทคโนโลยีวิชาการ 2017 เรื่อง วิจัยจากองค์ความรู้สู่การพัฒนาอย่างมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน* (หน้า 401-408). มหาวิทยาลัยโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.

Ai, T. T., & Huong, N. T. (2018). Research on the production of black garlic juice. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention, 7,* 7–14.

Al-Shehri, S. A. (2021). Efficacy of Black Garlic extract on anti-tumor and anti-oxidant activity enhancement in rats. *Clinical Nutrition Open Science, 36*, 126–139

Bae, S-E., Cho, S-Y., Won, Y-D., Lee, S-H., & Park, H-J. (2014). Changes in S-allyl cysteine contents and physicochemical properties of black garlic during heat treatment. *LWT - Food Science and Technology, 55*(1), 397-402.

Chen, Z., Xu, M. J., Wang, C., Zhou, H., Fan, L., & Huang, X. (2017). Thermolysis kinetics and thermal degradation compounds of Alliin. *Food Chemistry, 223*, 25–30.

Kilic-Buyukkurt, O., Kelebek, H., Bordiga, M., Keskin, M., & Selli, S. (2024). Changes in the aroma and key odorants from White Garlic to Black Garlic using approaches of molecular sensory science: A review. *Heliyone, 9,* e19056.

Kimura, S., Tung, Y. C., Pan, M. H., Su, N. W., Lai, Y. L., & Cheng, K. C. (2017). Black garlic: a critical review of its production, bioactivity, and application. *Journal of Food and Drug Analysis, 25*, 62-70.

Malaphong, C., Tangwanitchakul, A., Boriboon, S., & Tangtreamjitmun, N. (2022). A simple and rapid HPLC method for determination of S-allyl-L-cystein and its use in quality control of black garlic samples. *Lwt, 160*, 113290.

Manoonphol, K., Suttisansanee, U., Promkum, C., & Butryee, C. (2023). Effect of Thermal Processes on S-Allyl Cysteine Content in Black Garlic. *Foods, 12*(6), 1227.

My Best. (2566). *จัดลำดับสินค้าที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปี 2566.* https://th.my-best.com

Saputra, F. A., Khayrani, A. C., Fauzantoro, R. A., Marwanta, E., Mahsunah, A. H., Marasabessy, A., . . . Herianto, G. (2024, March). Optimizing s-allyl-cysteine (SAC) content in extract black garlic (Stamilic) for health supplement. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3080, No. 1). AIP Publishing.

Sasaki, J. I., Lu, C., Machiya, E., Tanahashi, M., & Hamada, K. (2007). Processed Black Garlic (Allium sativum) extracts enhance anti-tumor potency against mouse tumors. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnoly, 1,* 271 – 281.

Yuan, H., Sun, L., Chen, M., & Wang, J. (2018). An analysis of the changes on intermediate products during the thermal processing of black garlic. *Food Chemistry, 239,* 56–61.