โครงงานทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ศึกษาสารสกัดจากมะเขือเทศเพื่อลดรอยดำ

STUDY OF TOMATO EXTRACTS TO REDUCE HYPERPIGMENTATION.

โดย

นางสาวยรัลชนา สำลีม่วง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ

คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2567

ใบรับรองโครงงานทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ

คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ **สาขา**

วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ **ภาควิชา**

เรื่อง ศึกษาสารสกัดจากมะเขือเทศเพื่อลดรอยดำ

STUDY OF TOMATO EXTRACTS TO REDUCE HYPERPIGMENTATION.

นามผู้วิจัย นางสาวยรัลชนา สำลีม่วง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(อาจารย์พุทธพร ส่องศรี, D.Eng.)

กรรมการ .....

(อาจารย์ชัยวัฒน์ วามวรรัตน์, วท.บ.)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์แตงอ่อน พรหมมิ, ปร.ด.)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ. 2568**

ศึกษาสารสกัดจากมะเขือเทศเพื่อลดรอยดำ

ยรัลชนา สำลีม่วง ชัยวัฒน์ วามวรรัตน์ และ พุทธพร ส่องศรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและสารที่ช่วยในการยับยั้งการเกิดรอยดำ โดยทดลองสารสกัดจากมะเขือเทศด้วยเอทานอลโดยนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรม ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟลาโวนอยด์ และ ฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส สำหรับการศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธีการ Folin-Ciocalteu Reagent ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากมะเขือเทศความเข้มข้น 1:10 และ 1:100 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ (0.135 $\pm$ 0.048 และ 0.028 $\pm$ 0.004 mg GAE/g) ตามลำดับ การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระได้ใช้วิธี DPPH ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากมะเขือเทศความเข้มข้น 1:10 มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ (47.21 $\pm$ 3.64%) ในการศึกษาหาปริมาณฟลาโวนอยด์ ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากมะเขือเทศความเข้มข้น 1:10 มีปริมาณฟลาโวนอยด์เท่ากับ (0.116 $\pm$ 0.009 mg QE/gDW) และ การศึกษาหาฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากมะเขือเทศความเข้มข้น 1:100 มีฤทธิ์การยับยั้งเท่ากับ (15.41 $\pm$ 0.212) ในการศึกษาหาสารสกัดของมะเขือเทศจะเห็นได้ว่ามีปริมาณฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบส่งผลให้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและในสารสกัดมะเขือเทศก็มรฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสซึ่งเป็นเหตุผลหลักของการเกิดรอยดำนั้นแสดงว่าสารสกัดจากมะเขือเทศมีศักยภาพในการช่วยลดรอยดำได้และสามารถนำไปใช้ประโยชน์พัฒนาต่อยอดต่อไป

คำสำคัญ: มะเขือเทศ, ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ, ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

_____ _____ ____/____/____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

STUDY OF TOMATO EXTRACTS TO REDUCE HYPERPIGMENTATION.

Yaranchana Sumleemuang Chaiwat Wamwarrarat and Puttapon Songsri

ABSTRACT

This research aims to study the bioactive compounds and substances that help inhibit dark spot formation by testing ethanol extracts from tomatoes, analyzing the amount of phenolic compounds, antioxidant activity, flavonoid content, and tyrosinase inhibition. For the determination of total phenolic content, the Folin-Ciocalteu Reagent method was used. The results showed that the tomato extract at concentrations of 1:10 and 1:100 had phenolic compound levels of (0.135 ± 0.048 and 0.028 ± 0.004 mg GAE/g), respectively. The antioxidant activity was tested using the DPPH method, and the results showed that the tomato extract at a concentration of 1:10 exhibited antioxidant activity of (47.21 ± 3.64%). The flavonoid content was also analyzed, and the tomato extract at 1:10 had a flavonoid content of (0.116 ± 0.009 mg QE/gDW). For the tyrosinase inhibition test, the tomato extract at 1:100 showed an inhibition rate of (15.41 ± 0.212%). The study reveals that the tomato extract contains phenolic compounds, which contribute to its antioxidant activity, and that it also inhibits tyrosinase activity, a key enzyme involved in the formation of dark spots. This indicates that tomato extract has the potential to help reduce dark spots and could be further developed for practical applications.

Keywords: Tomato, Antioxidant activity, Tyrosinase inhibitory activity

_____ _____ ____/____/____

Student's signature Advisor's signature

บทนำ

ปัจจัยและสาเหตุของการเกิดรอยด่างดำที่สำคัญที่สุด คือ การถูกแดดจัดโดยไม่มีการป้องกัน ทำให้ร่างกายผลิตเมลานินเพิ่มมากขึ้นเพื่อป้องกันผิวหนัง หรือสารที่ก่อให้เกิดสีบนผิวหนังมากเกินไป (ศศิวิมลและสุนิสา, 2565) ในแสงแดดมีรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ซึ่งมีการแบ่งออกเป็น UVA UVB คือ รังสียูวีเอ (UVA) เป็นรังสีที่สามารถทะลุผ่านกระจกเข้ามาทำร้ายผิวของเราได้ ทำให้เกิดฝ้ากระจุดด่างดำ ส่วนรังสียูวีบี (UVB) เป็นรังสีที่เปลี่ยนแปลงสภาพผิวให้คล้ำขึ้น ทำให้เกิดอาการอักเสบ หน้าหมองคล้ำหรือปัญหารอยดำที่มาจากการทิ้งไว้ของการเป็นสิว และการสร้างของเม็ดสีเมลานิน เม็ดสีเมลานินเป็นเม็ดสีที่สร้างมาจากเมลาโนไซต์โดยมีแสงยูวีเป็นตัวกระตุ้น ในปัจจุบันสารสกัดที่ได้จากธรรมชาติถูกนำมาใช้เป็นสารช่วยให้ผิวกระจ่างใสเนื่องจากมีความปลอดภัย ได้แก่ ต้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส โดยการจับกับคอปเปอร์ที่บริเวณเร่ง ยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์โดยยับยั้งการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเมลานิน และอาศัยคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระที่ถูกกระตุ้นจากแสงแดดซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการทำลายเซลล์เกิดความหมองคล้ำ (ประไพพิศ, 2561) จึงได้การมองหาสารสกัดจากธรรมชาติเข้ามามีส่วนช่วย คือ มะเขือเทศ ที่อุดมไปด้วยไลโคปีนมีประสิทธิผลในการลดริ้วรอย ยังช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นปกป้องผิวด้วยอนุมูลอิสระ ชะลอความเสื่อมของเซลล์ผิวหนัง

มะเขือเทศ (*Solanum lycopersicum*) อยู่ในวงศ์ Solanaceae มีความสำคัญในภาคเกษตรกรรม มีคุณค่าทางโภชนาการ และทางด้านเศรษฐกิจ (Kiralan and Ketenoglu, 2022) มะเขือเทศมีการปลูกและบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก (Rahman *et al*.,2025) ตลอดจนปริมาณสารประกอบที่สูงและหลากหลายที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ (Tania and serg, 2025) มะเขือเทศจัดเป็นผักที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีชนิดหนึ่งประกอบด้วย สารสำคัญ ได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี วิตามินเอ ฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ (Kalogeropoulos *et al*., 2012) ในแคโรทีนอยด์ยังเป็นสารที่ทำให้มะเขือเทศมีสีเฉพาะตัว เนื่องจากไลโคปีนเป็นสารที่ทำให้มะเขือเทศมีสีแดงเป็นหลัก (Bhandari and Lee, 2016)แคโรทีนบีซึ่งเป็นสารประกอบโปรวิตามิน เอ ไฟโตอีน และไฟโตฟลูอีน พบมากในมะเขือเทศสดและ ผลิตภัณฑ์จากมะเขือ นอกจากนี้มะเขือเทศยังมีฟลาโวนอลสูง โดยเปลือกมะเขือเทศมีฟลาโวนอล สูงถึง 98% (Adams *et al*., 2005) ส่วนสารประกอบฟีนอลิกและไลโคปีนจะพบมากในผลมะเขือเทศสุก (Odriozola-Serrano *et al*., 2009)

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาสารสกัดจากผลมะเขือเทศที่มีสารประกอบที่สำคัญในการช่วยยับยั้งการลดรอยดำ และ เพื่อนำไปประโยชน์ในการต่อยอดต่อไป อาจนำมาสู่การเพิ่มมูลค่าจากมะเขือเทศในอนาคต ซึ่งก่อให้เกิดรายได้ในแง่ของเศรษฐกิจ และ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

1.การเตรียมตัวอย่างผลมะเขือเทศ

วิธีสกัดสารสกัดดัดแปลงจากวิธีของ (พัชรี, ยงยุทธ, ธารารัตน์ และ วราดุล, 2551) นำมะเขือเทศมาหั่นเป็นชิ้นหยาบ และนำไปกรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อบีบน้ำออก ชั่งน้ำหนักมะเขือเทศผลสดได้ 318.01 กรัม แล้วนำไปอบด้วยเครื่อง Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (การกรองบีบน้ำออกเพื่อให้ตัวอย่างแห้งและการใช้อุณหภูมิที่สูงเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อรา) เป็นเวลา 2 วัน มะเขือเทศที่อบแห้งได้ 19.03 กรัม (ความชื้นที่หายไป 94.01%)
การคำนวณความชื้นที่หายไปเป็น % ในการอบลมร้อน

น้ำหนักสด–น้ำหนักแห้ง/น้ำหนักสด×10

2.การเตรียมสารสกัดจากผลมะเขือเทศ

นำตัวอย่างผลมะเขือเทศที่อบแห้ง 19.03 กรัม ไปสกัดด้วยตัวทะลาย 95% Ethanol ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ใส่ในขวด Duran เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง กรองสารสกัดโดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 กรองสารสกัดใส่ลงขวดดูแรน เพื่อนำไปวิเคราะห์ตอนถัดไป

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

การหาปริมาณฟีนอลิกในสารสกัดจากผลมะเขือเทศ โดยวิธี Folin-Ciocalteu Reagent ดัดแปลงวิธีบางส่วนจาก (Singleton *et al*., 1996) และ (Nzimande, 2024) เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกในน้ำกลั่น ความเข้มข้น (0,20,40,60,80 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาตรหลอดละ 1 มิลลิลิตร เตรียมสารสกัดตัวอย่างเจือจาง 95% Ethanol 1:10 และ 1:100 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร หลังจากการเตรียมในหลอดทดลองเสร็จ เติมสารละลาย 10% Folin-Ciocalteu phenol Reagent หลอดละ 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 7% Sodium Carbonate (Na_2CO_3) หลอดละ 4 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างในหลอดทดลอง เขย่าให้สารละลายผสมกันด้วย Vortex Mixer ตั้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 นาที จากนั้น

วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer คำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ทำการวัดทั้งหมด 3 ซ้ำ

4.การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) โดยดัดแปลงจาก วิธีการของ (Brand-Williams *et al*., 1995) และ (กฤตติญารัตน์ และ ชุตินันท์, 2012) เตรียมสารมาตรฐาน Butylated hydroxytoluene (BHT) ใน 95% Ethanol ความเข้มข้น (0,20,40,60,80 และ 100 µg/mL) ปริมาตรหลอดละ 1 มิลลิลิตร และสารสกัดตัวอย่างเจือจางด้วยเอทานอล 1:10 และ 1:100 ตามลำดับ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร หลังจากการเตรียมในหลอดทดลองเสร็จ หลอดของ BHT เติม1 มิลลิลิตร และหลอดของสารสกัดที่เจือจางเติม 1 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติมเอทานอล 3 มิลลิลิตรทุกหลอด จากนั้นเติมสารละลาย DPPH ใน methanol เข้มข้น 1 mmol/Lปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรทุกหลอด ตามลำดับ เขย่าให้ผสมกันด้วย Vortex Mixer ตั้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ทำการวัดทั้งหมด 3 ซ้ำ จากนั้นเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ กับ สารละลายมาตรฐาน Butylated hydroxytoluene (BHT) โดยใช้ %Radical scavenging

$$\% \text{ การกำจัดอนุมูลอิสระ} = [(A_{control}-A_{sample}) / A_{control}] \times 100$$

เมื่อ $A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารละลาย DPPH

เมื่อ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารตัวอย่างผสมกับ DPPH

5.การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์

การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์โดยรวมใช้วิธี Aluminium chloride ดัดแปลงวิธีบางส่วนจาก (ภานุมาศ,2563) เตรียมสารมาตรฐาน Quercetin ความเข้มข้น (0,40,80 และ 120 µg/mL) ปริมาตรหลอดละ 1 มิลลิลิตร และสารสกัดตัวอย่างเจือจางด้วยเอทานอล 1:10 และ 1:100 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ หลังจากการเตรียมในหลอดทดลองเสร็จ จากนั้นหลอดของ Quercetin ที่เตรียมไว้ลงในหลอดทดลองปริมาตร 500 ไมโครลิตร และ หลอดสารสกัดตัวอย่างเจือจางจะเติม 100 ไมโครลิตรละลายด้วยตัวทำละลาย 95% Ethanol ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร

เติม 1 M Potassium acetate 100 ไมโครลิตร จากนั้นเติม 10% Aluminium chloride 100 ไมโครลิตร และเติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร ตามลำดับ เขย่าให้ผสมกันด้วย Vortex Mixer ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 นาทีนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 415 กา ด้วยเครื่อง Spectrophotometer คำนวณปริมาณฟลาโวนอยด์รวมเฉลี่ย ทำการวัดทั้งหมด 3 ซ้ำ

6. การวิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส (Tyrosinase)

การวิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส จะใช้วิธีของ (Neagu *et al*., 2016) โดยมีการดัดแปลงดังนี้คือ เตรียม Ascorbic Acid กับบัฟเฟอร์ และสารสกัดตัวอย่างเจือจางด้วยบัฟเฟอร์1:10 และ 1:100 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร หลังจากการเตรียมในหลอดทดลองเสร็จ จากนั้นหลอดสารละลายเอนไซม์ไทโรซิเนส เติมปริมาตร 500 ไมโครลิตร ต่อมาหลอด Ascorbic Acid เติม 100 ไมโครลิตร หลอดสุดท้ายสารสกัดที่เจือจางเติม 100 ไมโครลิตร และเติมบัฟเฟอร์ 4 มิลลิลิตร ของสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ (พีเอช 6.8) ลงไปตามลำดับ เขย่าให้ผสมกันด้วย Vortex Mixer ตั้งที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 หลังจากนั้น เติมสารละลาย L-DOPA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิลิตรโมลาร์ ปริมาตร 200 ไมโครลิตร แล้วนำไปวัดค่า การดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 475 นาโนเมตร วัดค่าการดูดกลืนแสงทุกๆ 2 นาที โดยเริ่มตั้งแต่ 0 นาทีถึง 21 นาที จากนั้นเปรียบเทียบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากผลมะเขือเทศกับสารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสมาตรฐาน

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากผลมะเขือเทศที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method พบว่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก จะแสดงให้เห็นว่าผลมะเขือเทศที่อัตราการเจือจาง 1:10 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเฉลี่ย 0.135 $\pm$ 0.048 mg GAE/gDW และ ผลมะเขือเทศที่อัตราการเจือจาง 1:100 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเฉลี่ย 0.028 $\pm$ 0.004 mg GAE/gDW

ตารางที่ 1 ผลการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดผลมะเขือเทศ

สารสกัดตัวอย่าง	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด			ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเฉลี่ย (mg GAE/g DW) ± SD
	1	2	3	
1:10	0.195	0.118	0.091	0.135 ± 0.048
1:100	0.033	0.023	0.028	0.028 ± 0.004

ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูนอิสระของสารสกัดผลมะเขือเทศโดยใช้ % DPPH scavenging activity พบว่าสารสกัดจากผลมะเขือเทศที่อัตราการเจือจาง 1:10 และสารสกัดจากผลมะเขือเทศที่อัตราการเจือจาง 1:100 มีฤทธิ์การต้านอนุมูนอิสระสูงสุด 51.09 % และ 10.82 %ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าผลการทดสอบสารสกัดจากผลมะเขือเทศที่เจือจาง 1:10 มีฤทธิ์การต้านอนุมูลิสระเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 47.21 ± 3.64

ตารางที่ 2 การหาผล % ฤทธิ์การต้านอนุมูนอิสระของสารสกัดผลมะเขือเทศ ที่มีความเข้มข้น 0,20,40,60,80,100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

สารสกัดตัวอย่าง	% Radical scavenging			ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ย ± SD
	1	2	3	
1:10	47.56	42.98	51.09	47.21 ± 3.64
1:100	10.82	7.36	7.74	8.64 ± 1.70

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดผลมะเขือเทศ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Quercetin พบว่ามีผลมะเขือเทศที่มีฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบมีปริมาณฟลาโวนอยด์โดยรวมสูงสุดเท่ากับ 0.123 mg QE/gDW ที่อัตราการเจือจาง 1:10 ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเฉลี่ย 0.116 ± 0.009 mg QE/gDW

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดผลมะเขือเทศ

สารสกัดตัวอย่าง	ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด			ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเฉลี่ย (mg QE/gDW) ± SD
	1	2	3	
1:10	0.105	0.12	0.123	0.116 ± 0.009
1:100	0.027	0.039	0.031	0.032 ± 0.005

ผลการวิเคราะห์สารการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดผลมะเขือเทศ พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงที่ 475 นาโนเมตร ณ เวลา 21 นาที เทียบกับเวลา 0 นาที สารสกัดผลมะเขือเทศมีค่ายับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสมากที่สุดที่อัตราการเจือจาง 1:100 ผลการทดสอบสารสกัดผลมะเขือเทศมีความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสเฉลี่ย 15.41 ± 0.212 แสดงว่าผลมะเขือเทศสามารถสกัดสารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้

ตารางที่ 4 ผลประสิทธิภาพการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส

สารสกัดตัวอย่าง	ค่าดูดกลืนแสงที่ 475 nm	
	ค่าเฉลี่ยรวม 3 ซ้ำ ณ เวลา 0 และ 21 นาที (nm)	การยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ไทโรซิเนส (%) ± SD
Blank	0	0
Control	0.545	0
1:10	0.502	7.89 ± 0.225
1:100	0.461	15.41 ± 0.212

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากมะเขือเทศที่เจือจางอัตราส่วน 1:10 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเฉลี่ย 0.135 ± 0.048 mg GAE/gDW ซึ่งบ่งชี้ว่ามะเขือเทศมีสารฟีนอลิกในระดับที่เพียงพอต่อการเกิดฤทธิ์ทางชีวภาพได้ นอกจากนี้ เมื่อทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (DPPH Assay) สารสกัดที่ความเข้มข้นดังกล่าวยังให้เปอร์เซ็นต์การกวาดอนุมูลอิสระสูงสุดถึง 47.21 ± 3.64 สะท้อนให้เห็นว่าฟีนอลิกและสารออกฤทธิ์อื่น ๆ ในมะเขือเทศ มี

บทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี ในขณะที่ความเข้มข้น 1:100 ให้ค่าการต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยลดลง ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณสารออกฤทธิ์ที่เจือจางลง(Najjar *et al*., 2025)

เมื่อพิจารณาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ซึ่งคำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Quercetin พบว่าสารสกัดจากมะเขือเทศที่อัตราส่วน 1:10 มีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงสุด (0.116 ± 0.009 mg QE/gDW) สอดคล้องกับผลทดสอบการต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าเช่นกัน เนื่องจากฟลาโวนอยด์เป็นหนึ่งในกลุ่มสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

สำหรับผลการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส สารสกัดจากมะเขือเทศที่ความเข้มข้น 1:100 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเฉลี่ย 15.41 ± 0.212 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง แต่ถือเป็นสัญญาณบวกที่บ่งบอกว่ามะเขือเทศมีศักยภาพในการยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเมลานิน และอาจนำไปพัฒนาต่อในผลิตภัณฑ์ที่มุ่งเน้นลดรอยด่างดำหรือปรับผิวให้กระจ่างใส

การศึกษาสรุปผล

จากการศึกษาพบว่า สารสกัดจากมะเขือเทศอุดมไปด้วยสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นกลุ่มสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้อย่างโดดเด่น นอกจากนี้ สารสกัดยังสามารถยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ในระดับปานกลาง บ่งบอกถึงศักยภาพในการลดเลือนรอยด่างดำและความหมองคล้ำ แม้ผลการทดลองในครั้งนี้จะยังไม่แสดงค่าการยับยั้งที่สูงมากนัก แต่ก็ถือเป็นจุดเริ่มต้นที่น่าสนใจในการพัฒนาต่อ ทั้งในด้านการปรับสูตร เพิ่มความเข้มข้นของสารสกัด หรือร่วมกับสารออกฤทธิ์อื่น ๆ เพื่อเสริมประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้น ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ สารสกัดจากมะเขือเทศจึงมีโอกาสได้รับการพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม เช่น ครีมบำรุงผิวหรือผลิตภัณฑ์ลดเลือนจุดด่างดำ ซึ่งจะสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับมะเขือเทศทั้งในเชิงเศรษฐกิจและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นับเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่น่าจับตามองในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและการดูแลผิวพรรณต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหลักสูตรวิทยาศาสตร์ วิยาศาสตร์ชีวภาพและนวัตกรรมชีวภาพ และ ฝ่ายกิจการนิสิต คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความสนับสนุนทุนการทำวิจัย

อาจารย์พุทธพร ส่องศรี และ อาจารย์ชัยวัฒน์ วามวรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ขอขอบคุณวิทยาศาสตร์ที่ให้คำปรึกษาในการศึกษาครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำ

สาขาวิชาชีวเคมีที่คอยให้ความช่วยเหลือจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีเพื่อทำการศึกษาในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จุฑานันท์ ศิริถาวรวงศ์, ประสบอร รินทอง และ คัทลียา เมฆจรัสกุล. 2559. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดผลมะเขือเทศ (Lycopersicon esculentum Mill.). **วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน** 11(ฉบับพิเศษ): 53-60.

พัชรี ขุนหลัด, ยงยุทธ ตัณฑลเวสส, ธารารัตน์ ศุภศิริ และ วราดุล ฉัตรทอง. 2551. การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารประกอบเคอร์คิวมินอยด์จากผงขมิ้นชัน. **วารสารวิทยาศาสตร์มศว** 24(1): 125-139.

Belal O. Al-Najjar, Fatma Elshibani, Mohamed A Sharkasi, Nouha El Shintiri, Esra El Naili, Munira Abdulsayid, Roya S. Abozayed and Hamdoon A. Mohammed. 2025. Phytochemical analysis, bioactivity, and molecular docking studies of Myrtus communis L. seeds and fruit peel extracts demonstrating antioxidant and anti-tyrosinase properties. **Scientific Reports.** 15: 5634.

Kirstie Canene-Adams, Jessica K. Campbell, Susan Zaripheh, Elizabeth H. Jeffery and John W. Erdman, Jr. 2005. Symposium: Relative Bioactivity of Functional Foods and Related Dietary Supplements**. American Society for Nutritional Sciences.** 135(5): 1226-1230.

Md Mosaddekur Rahman, Najeeb M. Almasoudi, Khalid A. Asiryand Kamal A. M. Abo-Elyousr. 2025. Evaluation of bacterial bioagents for controlling gray mold disease in tomatoes and promoting crop health. **Egyptian Journal of Biological Pest Control.** 35: 7.

Mustafa Kiralan and Onur Ketenoglu. 2022. Utilization of Tomato (*Solanum lycopersicum*) by-Products: An Overview. **Mediterranean Fruits Biowastes: Chemistry, Functionality and Technological Applications.** 799-818.

Neagu, E., G.L. Radu, C. Albu and G. Paun. 2016. Antioxidant activity, acetylcholinesterase and tyrosinase inhibitory potential of Pulmonaria officinalis and Centarium umbellatum extracts. **Saudi Journal of Biological Sciences.** 25(3): 578-585.

Nick Kalogeropoulos, Antonia Chiou, Vassiliki Pyriochou, Anna Peristeraki and Vaios T. Karathanos. 2012. Bioactive phytochemicals in industrial tomatoes and their processing byproducts. **LWT-Food Science and Technology.** 49(2): 213-216.

Nokuthula Abegale Nzimande, SephoraMutombo Mianda, Faith Seke and Dharini Sivakumar. 2024. Impact of different pre-treatments and drying methods on the physicochemical properties, bioactive compounds and antioxidant activity of different tomato *(Solanum lycopersicum)* cultivars. **LWT-Food Science and Technology.** 207.

Odriozola-Serrano I, Soliva-Fortuny R, Hernandez-Jover T and Martín-Belloso O. 2009. Carotenoid and phenolic profile of tomato juices processed by high intensity pulsed electric fields compared with conventional thermal treatment. **Food Chemistry.** 112(1): 258-266.

Sena Bakir, Robert D. Hall, Ric C.H. de Vos, Roland Mumm, Cetin Kadakal and Esra Capanoglu. 2023. Effect of drying treatments on the global metabolome and health-related compounds in tomatoes. **Food Chemistry.** 403.

Shiva Ram Bhandari and Jun Gu Lee. 2016. Ripening-Dependent Changes in Antioxidants, Color Attributes, and Antioxidant Activity of Seven Tomato (Solanum lycopersicum L.)Cultivars. **Journal of Analytical Methods in Chemistry.** 13.

Singleton, V.L., R. Orthofer, and R.M. Lamuela-Ravenros. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ci ocalteu reagent. **Method Enzymol.** 299: 152-178.

W. Brand-Williams, M.E. Cuvelier, C.L.W.T. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT--Food Science and Technology**. 28(1): 25-30.

Yunlong Liang, Wenyan Ma, Jinglei Hu, Yanyan Jiang, Shiming Li, Yun Li, Xuemei Bao, Dong Cao and Baolong Liu. 2024. Overexpression of MYB transcription factor LrAN2 from Lycium ruthenicum activated the anthocyanin biosynthesis in the leaf and fruit of Lycium barbarum. **Biotechnology & Biotechnological equipment.** 38(1).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
สารเคมีและวิธีการเตรียมสาร

สารเคมี

1. 95% Ethanol
2. Gallic acid
3. 7% Sodium carbonate (Na_2CO_3)
4. 10% Folin-Ciocalteu Reagent
5. Butylated hydroxytoluene (BHT)
6. 2,2-diphenyl-1picrylhdrazyl (DPPH)
7. Quercetin
8. Aluminium chloride (Al3Cl3)
9. Potassium acetate
10. Ascorbic acid
11. Sodium phosphate buffer pH 6.8
12. L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA)
13. Tyrosinase

การเจือจางสารสกัดมะเขือเทศ

1. ปิเปตสารสกัดผลมะเขือเทศ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองจากนั้นเติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร (เจือจาง 1:10)
2. ปิเปตสารที่เจือจางของ 1:10 จากข้อที่ 1 มาปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองและเติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร (เจือจาง 1:100)

ตารางภาคผนวกที่ ก1 การตรียมสารละลายมาตรฐาน gallic acid เตรียมสารละลายที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้น (mg/L)	gallic acid 100mg/L (ml)	น้ำกลั่น (ml)
0	0	10
20	2	8
40	4	6
60	6	4
80	8	2
100	10	0

ตารางภาคผนวกที่ ก2 การตรียม Butylated hydroxytoluene (BHT) ที่ความเข้นข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (µg/ml)	BHT 100µg/ml (ml)	ethanol (ml)
0	0	10
20	2	8
40	4	6
60	6	4
80	8	2
100	10	0

ตารางภาคผนวกที่ ก3 การตรียมสารละลายมาตรฐาน Quercetin ที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (µg/ml)	Quercetin 200µg/ml (ml)	ethanol (ml)
0	0	10
40	2	8
80	4	6
120	6	4
200	10	0

ภาคผนวก ข
วิธีการทดลองและผลการทดลอง

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

โดยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric Method

1. นำสารสกัดผลมะเขือเทศที่ละลายด้วยเอทานอลที่อัตราการเจือจางต่างๆ ปริมาตร 1 ml ใส่ในหลอดทดลอง
2. เติม Folin- Ciocalteu reagent ปริมาตร 1 ml
3. เติมสารละลาย7% Sodium carbonate ปริมาตร 4 ml
4. เติมน้ำกลั่น 10 ml เขย่าผสมสารให้เข้ากันด้วย Vortex Mixer
5. จากนั้นตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 nm ด้วยเครื่อง spectrophotometer โดยทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง

วิธีวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

โดยวิธี DPPH scavenging assay

1. นำสารสกัดผลมะเขือเทศที่ละลายด้วยเอทานอลที่อัตราเจือจางต่างๆ ปริมาตร 1 ml ใส่ในหลอดทดลอง
2. เติมเอทานอลตัวอย่างละ 3 ml
3. เติม 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 1 mmol/L ในเอทานอล ปริมาตร 0.5 ml แล้วเขย่าผสมให้สารเข้ากันด้วย Vortex Mixer
4. จากนั้นตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 nm ด้วยเครื่อง spectrophotometer โดยทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง

สูตรการคำนวณเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ

% การกำจัดอนุมูลอิสระ = [(Acontrol-Asample) / Acontrol] X 100

เมื่อ $A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารละลาย DPPH

เมื่อ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารตัวอย่างผสมกับ DPPH

วิธีวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์

1. นำสารสกัดผลมะเขือเทศที่ละลายด้วยเอทานอลที่อัตราเจือจางต่างๆ ปริมาตร 500 µl ใส่ในหลอดทดลอง
2. เติมเอทานอลตัวอย่างละ 1.5 ml
3. เติม Potassium acetate 100 µl
4. เติม Aluminium chloride (Al3Cl3) 100 µl
5. เติมน้ำกลั่น 3 ml แล้วเขย่าผสมให้สารเข้ากันด้วย Vortex Mixer
6. จากนั้นตั้งทิ้งที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 415 nm ด้วยเครื่อง spectrophotometer โดยทำการทดสอบตัวอย่างละ 3

วิธีวิเคราะห์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

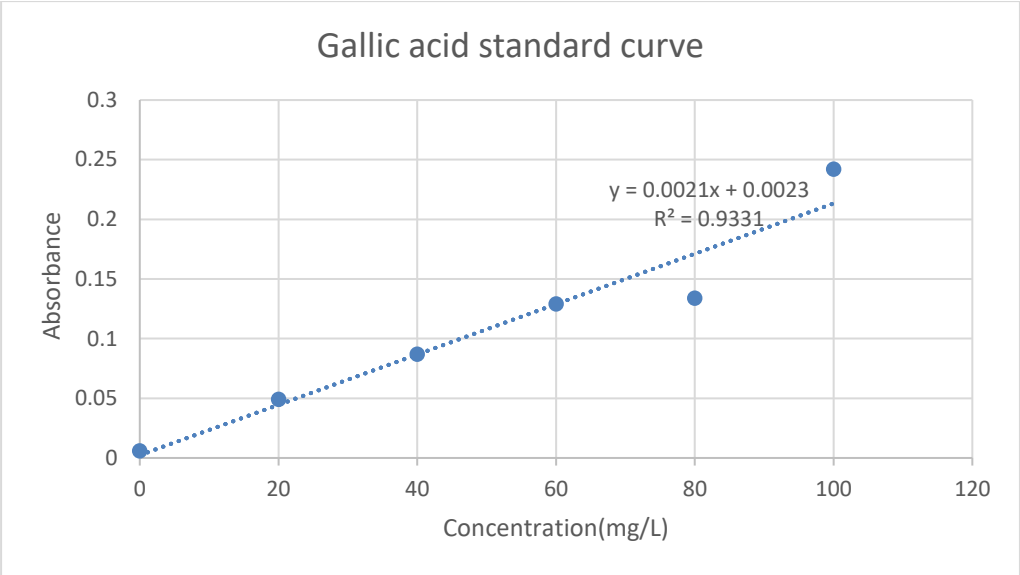
1. นำสารสกัดผลมะเขือเทศที่เจือจางจากตัวทำละลาย 95% Ethanol ที่ ความเข้มข้น (1:10 และ 1:100) มาหลอดละ 100 ไมโครลิตร
2. เติมสารละลายเอนไซม์ไทโรซิเนส 12 ยูนิตต่อ 100 µl ปริมาตร 500 µl
3. จากนั้นเติมสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆกัน ปริมาตร 100 µl
4. ด้วยเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 M พีเอช 6.8 ปริมาตร 4 ml แล้วเขย่าผสมให้สารเข้ากันด้วย Vortex Mixer ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที
5. จากนั้นเติมสารละลาย L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA) ความเข้มข้น 2.5 mM ปริมาตร 200 µl วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 475 nm โดยทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 0, 8, 14 และ 21 นาที

สูตรคำนวณ Tyrosinase inhibition activity

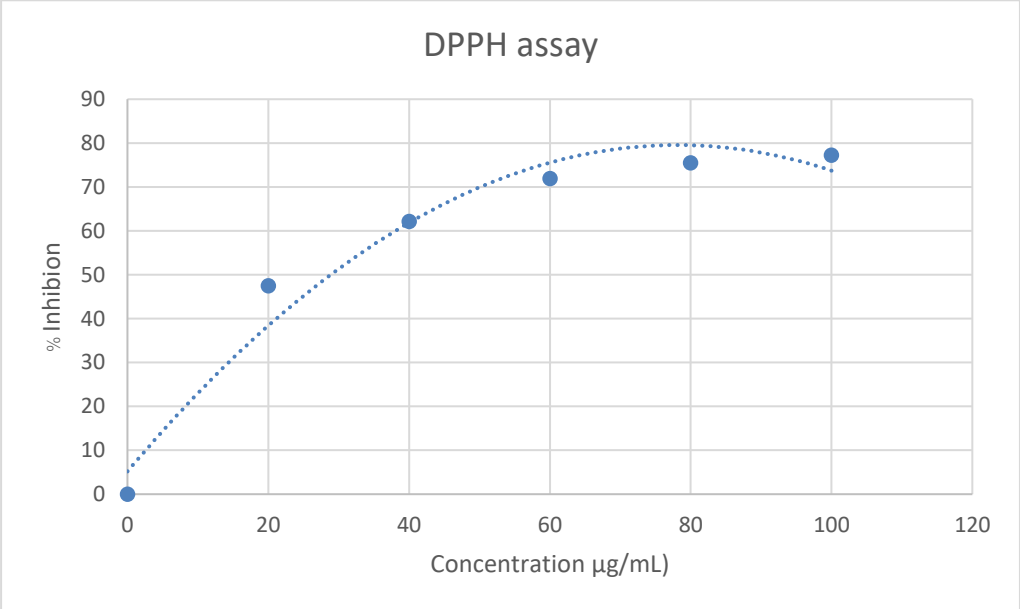
การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส (%) = = [(Acontrol-Asample) / Acontrol] X 100

เมื่อ $A_{control}$ คือ ค่าการเปลี่ยนแปลงค่าดูดกลืนแสงของชุดควบคุมที่เวลา 0 และ 21 นาที

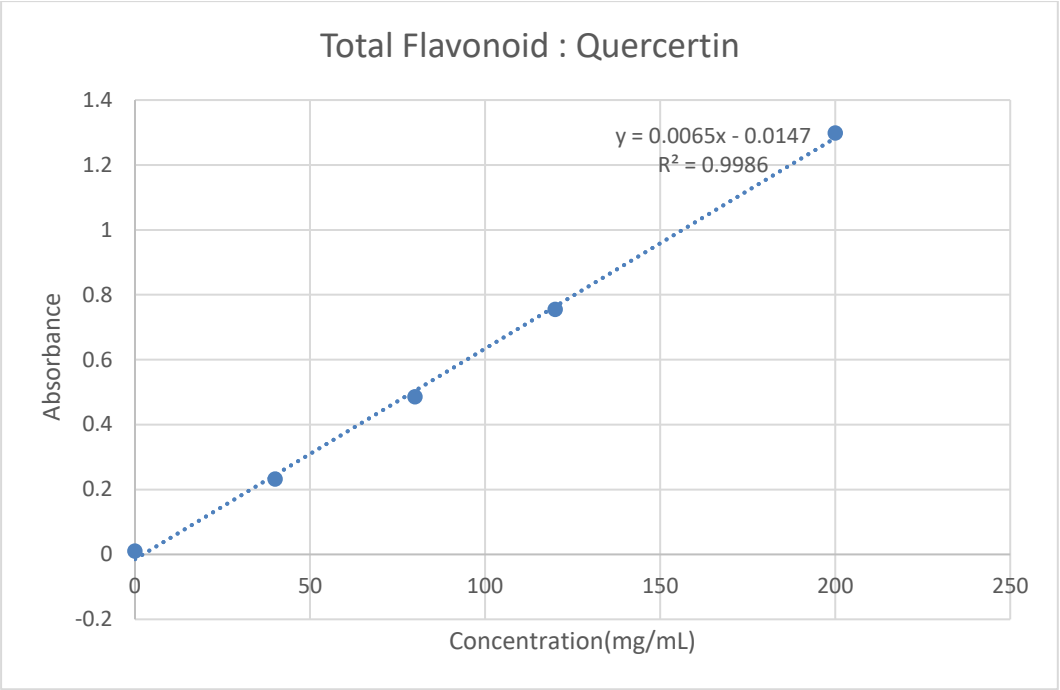
เมื่อ A_{sample} คือ ค่าการเปลี่ยนแปลงค่าดูดกลืนแสงของสารสกัดมเขือเทศ ที่เวลา 0 และ 21 นาที



ภาพภาคผนวกที่ ข1 กราฟมาตรฐานความเข้มข้นของ gallic มีค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร จากปฏิกิริยา Folin-Ciocalteu colorimetric วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม

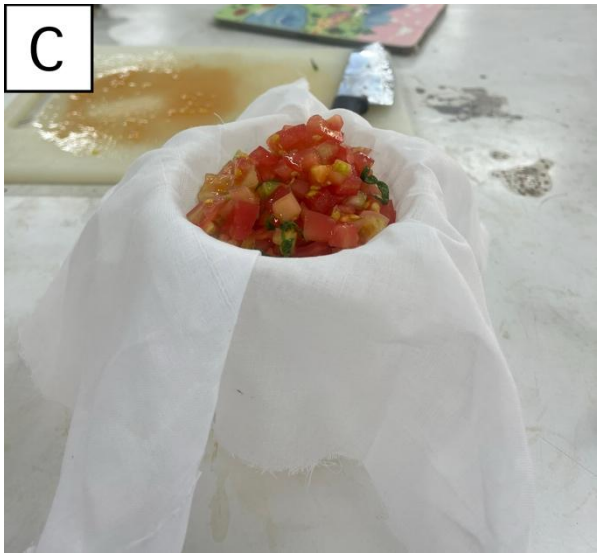


ภาพภาคผนวกที่ ข2 กราฟมาตรฐานของ Butylated hydroxytoluene (BHT) มีค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร



ภาพภาคผนวกที่ ข3 กราฟมาตรฐานความเข้มข้น Quercertin กับค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร วิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์

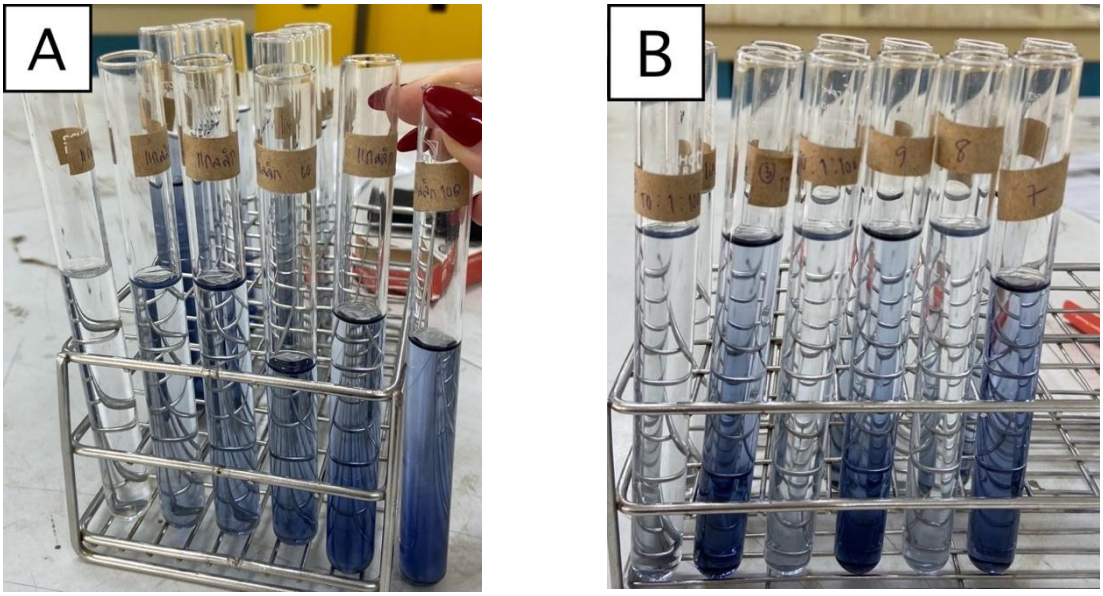
ภาคผนวก ค
ภาพการทดลอง



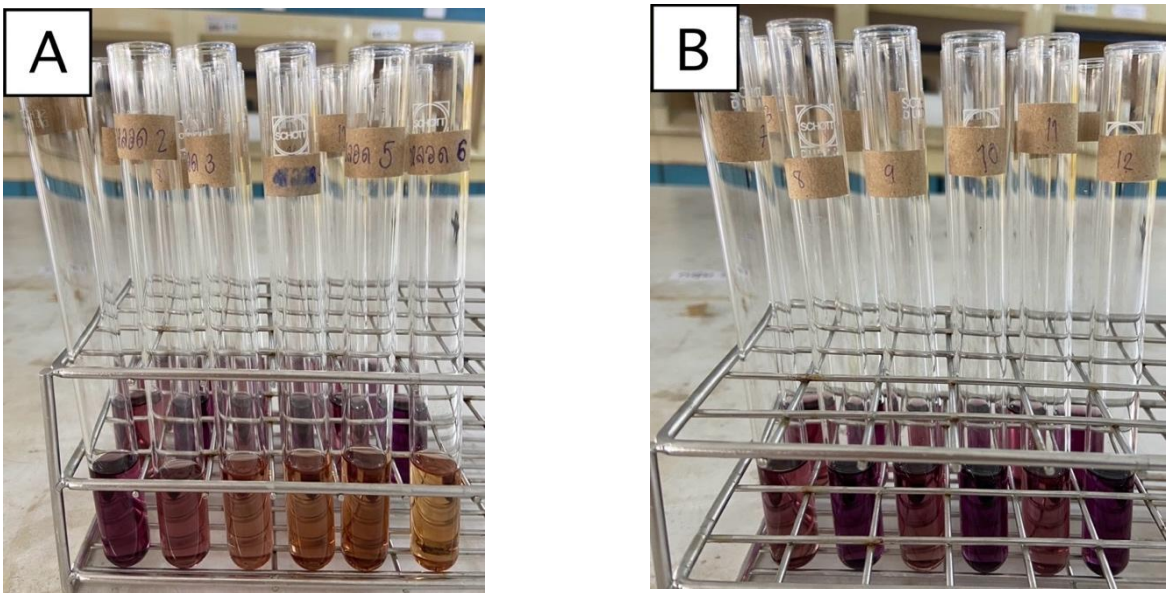
ภาพภาคผนวกที่ ค1 (A) ตัวอย่างผลมะเขือเทศ
(B) ผลมะเขือเทศที่ถูกหั่นเป็นชิ้นหยาบ
(C) กรองเอาน้ำออกให้แห้ง
(D) ผลมะเขือเทศนำไปอบที่ 70 องศาเซลเซียส

ภาพภาคผนวกที่ ค2 (A) ผลมะเขือเทศที่อบเสร็จเป็นเวลา 2 วัน
(B) ผลมะเขือเทศนำไปแช่เตรียมสารสกัดกับ 95% Ethanol

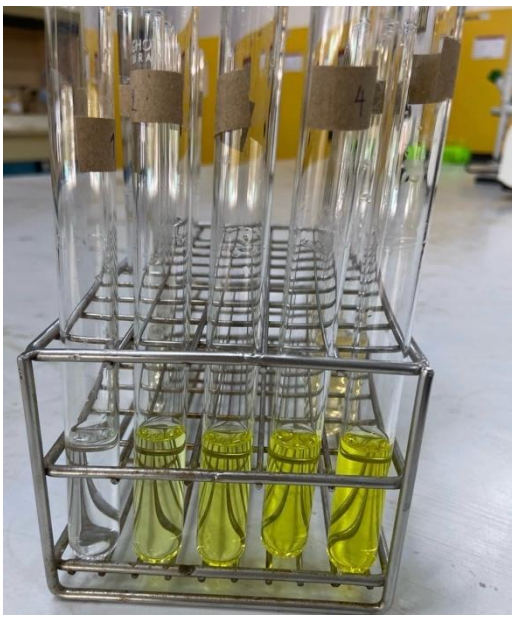
ภาพภาคผนวกที่ ค3 หลังจากเตรียมสารสกัดผ่านไป1 สัปดาห์ แล้วนำสารสกัดตัวอย่างมากรองด้วยกระดาษกรอง และ แยกกากทิ้ง



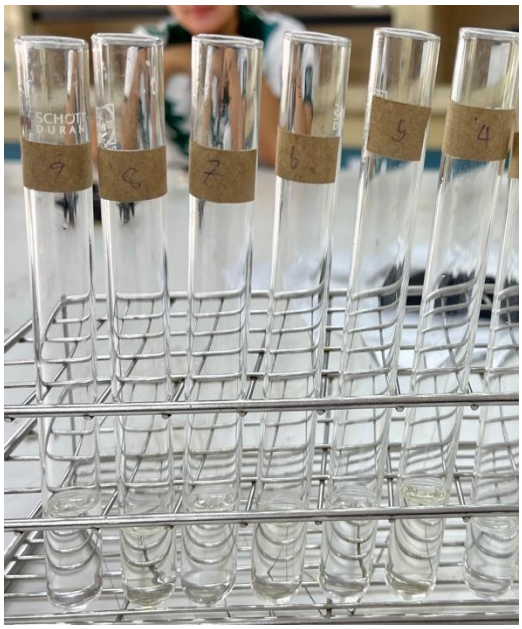
ภาพภาคผนวกที่ ค4 (A) สารสะลายมาตรฐานแกลลิก
(B) ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดตัวอย่างที่อัตราเจือจางความเข้มข้น 1:10 และ 1:100



ภาพภาคผนวกที่ ค4 (A) สารสะลายมาตรฐาน Butylated hydroxytoluene (BHT)
(B) ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดตัวอย่างที่อัตราเจือจางความเข้มข้น 1:10 และ 1:100



ภาพภาคผนวกที่ ค5 สารละลายมาตรฐาน Quercertin



ภาพภาคผนวกที่ ค6 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ของสารสกัดตัวอย่างที่อัตราเจือจางความเข้มข้น 1:10 และ 1:100