ผลของการต้มต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเห็ดออรินจิ เห็ดหูหนูดำ เห็ดนางฟ้า และเห็ดหอม

The effect of boiling on antioxidant activity of King Oyster Mushroom, Jew's ear mushroom, Phoenix oyster mushroom and Shitake mushroom

ภาวดี ช่วยเจริญ [1], กนกวรรณ นนทะวงษ์ [2], พิชชาพร ดวงจันทร์ [2], กฤษณา แต่งสวน [2], เวฬุรีย์ ทับทิมหอม [2], ชมพูนุท สินธุพิบูลยกิจ[1], จิรวัส ประทุมวัน[1], ปานทิพย์ รัตนศิลป์กัลชาญ[1], อิสยา จันทร์วิทยานุชิต[1]

[1]คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

[2]นักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ,

บทคัดย่อ

เห็ดประกอบไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งการต้มเป็นวิธีประกอบอาหารที่ง่าย ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาคุณสมบัติของการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีโนลิครวมในเห็ดออรินจิ (Pleurotus eryngii) เห็ดหูหนูดำ (Auricularia polytricha) เห็ดนางฟ้า (Pleurotus sajor-caju) และเห็ดหอม (Lentinus edodes) ที่ผ่านกระบวนการต้ม โดยแบ่งตัวอย่างเห็ดออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกคือเห็ดสด และกลุ่มที่สองคือ เห็ดที่ผ่านกระบวนการต้ม โดยนำเห็ดทั้ง 2 กลุ่มไปอบแห้ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทำการสกัดด้วยสารละลายเมทานอลบริสุทธิ์ จากนั้นนำสารสกัดไปทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH assay) แสดงเป็นค่า trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu แสดงเป็นค่า gallic acid equivalent (GAE) พบว่าสารสกัดในกลุ่มเห็ดสดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ คือ เห็ดหอม เห็ดออรินจิ เห็ดนางฟ้า และเห็ดหูหนูดำ แต่สารสกัดในกลุ่มเห็ดที่ผ่านการต้มมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ คือ เห็ดออรินจิ เห็ดหอม เห็ดนางฟ้า และเห็ดหูหนูดำ ส่วนปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมในเห็ดทั้ง 4 ชนิดทั้งก่อนและหลังผ่านการต้มเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้คือ เห็ดออรินจิ เห็ดนางฟ้า เห็ดหอม และเห็ดหูหนูตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการสูญเสียฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีโนลิครวมในระหว่างการต้มพบว่าเห็ดหูหนูมีการสูญเสียฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมมากที่สุด จากงานวิจัยจึงสรุปได้ว่ากระบวนการต้มมีผลเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมในเห็ดออรินจิ เห็ดหูหนูดำ เห็ดนางฟ้า และเห็ดหอม

คำสำคัญ : สารต้านอนุมูลอิสระ / สารประกอบฟีโนลิครวม / เห็ด

Abstract

The effect of boiling on antioxidant activity and total phenolic of King Oyster Mushrooms, Phoenix oyster mushrooms, Shitake mushrooms and Jew's ear mushrooms was evaluated by scavenging of DPPH radical assay and Folin-Ciocalteu method. The first group is raw mushrooms and the second group is boiled mushroom then was dried in hot air oven for 24 hr and extraction by methanol. In raw mushroom group, Shiitake mushrooms showed highest antioxidant activity follow by King Oyster Mushrooms, Phoenix oyster mushrooms and Jew's ear mushrooms. The boiled King Oyster Mushrooms showed highest antioxidant activity follow by Shiitake mushrooms, Phoenix oyster mushrooms and Jew's ear mushrooms. The total phenolic of raw mushrooms and boiled mushrooms showed that King Oyster Mushrooms has the highest the total phenolic followed by Phoenix oyster mushroom, Shitake mushroom and Jew's ear mushroom. This study showed that the cooking by boiling has effect antioxidant activity and total phenolic content of all mushroom.

Keywords: Antioxidant / phenolic / mushrooms

บทนำ

ปัจจุบันการดูแลรักษาสุขภาพเป็นสิ่งที่ทุกคนให้ความสนใจ และเน้นความสำคัญไปที่การรับประทานอาหารต่าง ๆ โดยอาหารที่รับประทานนอกจากจะต้องมีสารอาหารครบตามอาหารหลัก 5 หมู่แล้ว สิ่งที่เพิ่มเติมขึ้นมาที่ได้รับความสนใจมากขึ้นคือ สารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถได้พบในอาหาร และมักจะพบในอาหารจำพวกผัก ผลไม้ รวมถึงผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ๆ ที่มีผัก และผลไม้เป็นส่วนประกอบ สารต้านอนุมูลอิสระคือ สารที่สามารถชะลอ ป้องกัน หรือกำจัดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้นกับสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ ในร่างกาย (B., 2007) ในผักชนิดต่าง ๆ ล้วนแต่มีชนิด และปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน เห็ดเป็นผักที่ได้รับความนิยมในการบริโภคมีหลากหลายสายพันธุ์ มีความอร่อย มีงานวิจัยที่ศึกษาคุณสมบัติของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระฤทธิ์ในเห็ดชนิดต่าง ๆ ในหลายประเทศ อาทิ งานวิจัยในประเทศจีนที่ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากส่วนหมวกและส่วนก้านของเห็ดชนิด Coprinus comatus (Li et al., 2010) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาสารสกัดจากเห็ดชนิดอื่น ๆ เช่น เห็ดกระดุม (Agaricus bisporous) เห็ดกระดุมบราซิล (Agaricus brasiliensis) เห็ดหอม (Lentinus edodes) และเห็ดฟาง (Volvariella volvacea) พบว่าเห็ดเหล่านี้มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสัมพันธ์กับสารประกอบฟีโนลิครวมที่พบอีกด้วย (Cheung et al.,2003; Gan et al.,2013) แสดงให้เห็นว่าสารประกอบฟีโนลิคเป็นสำคัญชนิดหนึ่งที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมุลอิสระในเห็ด ในประเทศไทยก็มีความนิยมในการรับประทานเห็ดหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการประกอบอาหารโดยการต้ม นึ่ง ย่าง หรือแม้แต่การทอด ซึ่งมีงานวิจัยที่พบว่าการประกอบอาหารโดยใช้ความร้อน เช่น การต้ม การให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ หรือการนึ่ง จะส่งผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีโนลิครวมในผักชนิดต่าง ๆ ได้ (Turkmen et al.,2005)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระในด้านการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมในเห็ดที่รู้จักกันแพร่หลายในกลุ่ม

ผู้บริโภคจำนวน 4 ชนิด คือ เห็ดออรินจิ (Pleurotus eryngii) เห็ดหูหนูดำ (Auricularia polytricha) เห็ดนางฟ้า (Pleurotus sajor-caju) และเห็ดหอม (Lentinus edodes) ที่ผ่านกระบวนการต้ม โดยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay (DPPH assay) และ Folin-Ciocalteu Colorimetric

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระในด้านการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีโนลิครวมในเห็ดออรินจิ (Pleurotus eryngii) เห็ดหูหนูดำ (Auricularia polytricha) เห็ดนางฟ้า (Pleurotus sajor-caju) และเห็ดหอม (Lentinus edodes) หลังจากผ่านกระบวนการต้ม

ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีโนลิครวมในเห็ด 4 ชนิดคือ เห็ดออรินจิ เห็ดหูหนูดำ เห็ดนางฟ้า และเห็ดหอม โดยแบ่งเห็ดออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มเห็ดสด และกลุ่มเห็ดที่ผ่านกระบวนการต้ม จากนั้นนำเห็ดทั้ง 2 กลุ่มไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง และนำมาสกัดด้วยสารละลายเมทานอลบริสุทธิ์ จากนั้นนำสารสกัดมาวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ใช้สารละลาย trolox เป็นสารละลายมาตรฐาน และวิเคราะห์สารประกอบฟีโนลิครวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ใช้สารละลาย gallic acid เป็นสารละลายมาตรฐาน

การทบทวนวรรณกรรม

1. เห็ด

1.1 เห็ดออรินจิ หรือเห็ดนางรมหลวง

ชื่อสามัญ : King Oyster Mushroom (สกุลนางรม)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Pleurotus eryngii (Cand.Ex.Fr.) quel. (สกุลนางรม)

ลักษณะทั่วไป : เห็ดนางรมหลวงเป็นเห็ดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดชนิดหนึ่งของสกุลเห็ดนางรม ซึ่งมีรสชาติดีเป็นที่นิยมของคนยุโรป พบมากในประเทศญี่ปุ่น และประเทศแถบยุโรป ดอกเห็ดมีสีน้ำตาลอ่อนอมเทา มีขนาด 3-12 ซม. ตรงกลางหนา และขอบหมวกบาง ลักษณะคล้ายทรงกรวย ส่วนลำต้นอวบใหญ่สีขาว สูงประมาณ 3-10 ซม. มีการทดลองเพาะเลี้ยงในประเทศไทย พบว่าสามารถปรับตัว และเจริญได้ดี นิยมรับประทานกันมาก เป็นเห็ดที่มีสีขาวสะอาด รสชาติหอมหวาน เนื้อไม่เหนียว (อุราภรณ์, 2552)

1.2 เห็ดหูหนูดำ, เห็ดหูช้าง หรือเห็ดหนูช้าง

ชื่อสามัญ : Jew's ear mushroom

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Auricularia polytricha Saac.

ลักษณะทั่วไป : ดอกเห็ดคล้ายแผ่นวุ้นสีน้ำตาลอมม่วงรูปถ้วย ขนาดกว้าง 2-8 ซม. ยาว 2-10 ซม. หนา 2-1 มม. ผิวด้านบนเรียบ ด้านล่างมีขนหนาแน่นสีขาวหม่น เทา หรือน้ำตาลอ่อน โคนดอกมีรอยจีบ และยึดติดกับขอนไม้ เห็ดหูหนูสามารถจำแนกได้ถึง 10 ชนิด แต่ในประเทศไทยมี 6 ชนิด ที่ใช้รับประทานกันอย่างแพร่หลายมี 3 ชนิด คือ เห็ดหูหนูดำหนา เห็ดหูหนูดำบาง และเห็ดหูหนูขาว ประเทศไทยมีจำหน่ายในลักษณะเห็ดแห้งซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ แต่สามารถพบตามขอนไม้ในป่าได้เช่นกัน (ชำนาญ, 2551)

1.3 เห็ดนางฟ้า หรือเห็ดแขก

ชื่อสามัญ : Phoenix oyster mushroom, Sajor-caju

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Pleurotus sajor-caju (Fr.) Sing

ลักษณะทั่วไป : ประกอบด้วยส่วนของหมวกดอก (Cap) ก้านดอก (Ctalk) ครีบดอก (Gills) และเส้นใย (Mycelium) หมวกดอกมีสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม เป็นเห็ดที่มีก้านดอกไม่สมดุลคือเอียงไปทางใดทางหนึ่ง (Eccentric) ก้านดอกจะยาวและโค้งเข้าหาแสง(ประสาน, 2549)

1.4 เห็ดหอม

ชื่อสามัญ : Shitake, Chiang-gu, Black forest mushroom

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Lentinus edodes (Berk.) Sing.

ลักษณะทั่วไป : หมวกดอกรูปกระทะคว่ำ สีน้ำตาลไหม้ น้ำตาลแดง น้ำตาลอ่อน หรือน้ำตาลอ่อนอมเหลืองอ่อน ลักษณะกลมมีขนสีขาวรวมกันเป็นเกล็ดหยาบๆ สีขาวนวลหรือน้ำตาลอ่อนกระจายทั่วไป เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่หรือเริ่มแก่หมวกดอกจะกางออก ก้านมีสีขาวหรือสีน้ำตาล มีขนหยาบสีน้ำตาลอ่อน เมื่อสัมผัสอากาศจะมีสีเข้มขึ้น เนื้อในเห็ดสีขาว เป็นเส้นใยหยาบ ๆ สานกันแน่นและเหนียวแข็งที่โคน (ราชบัณฑิตยสถาน, 2550)

เห็ดออรินจิ เห็ดหูหนูดำ เห็ดนางฟ้า เห็ดหอม

ภาพที่ 1 แสดงเห็ดชนิดต่าง ๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในเห็ดชนิดต่าง ๆ

สารสกัดของเห็ดหอมและเห็ดนางฟ้า มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ในการต้านมะเร็งโดยยับยั้งกระบวนการการแบ่งตัวของ human tumor cell lines laryngeal carcinoma (Hep-2) และ cervical adenocarcinoma (HeLa) โดยพบว่าเห็ดหอมมีการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลโดยที่เห็ดหอมจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าเห็ดนางฟ้า(Finimundy et al., 2013)

สารสกัดเห็ดหูหนู ชนิดสามารถลดการสะสมของไขมันที่ตับ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ และมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น superoxide dismutase, glutathione reductase, glutathione peroxidase ในหนูขาวที่มีไขมันพอกตับ ในกลุ่ม Non-alcoholic fatty liver disease (Chiu et al.,2014)

สารสกัดเมทานอลของเห็ดออรินจิที่มีอายุ 10, 12 และ 15 วันนับจากมีการเจริญเป็นดอกเห็ดสมบูรณ์ พบว่าเห็ดออรินจิมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และเพื่อทำการวิเคราะห์สารประกอบต่าง ๆ จะพบสารในกลุ่ม flavanoids และ phenolic เป็นส่วนประกอบในเห็ดออรินจิ โดยที่เวลา 10 วัน

จะพบปริมาณสารประกอบในกลุ่ม flavanoids และ phenolic มากกว่าที่เวลา 12 และ 15 วัน (Lin et al., 2014)

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่าง และสารสกัดเห็ด

1. นำเห็ดออรินจิ เห็ดหอม เห็ดหูหนูดำ และเห็ดนางฟ้า มาล้างทำความสะอาด จากนั้นแบ่งเห็ดทั้ง 4 ชนิดออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 เป็นเห็ดที่ผ่านกระบวนการต้ม และกลุ่มที่ 2 เป็นเห็ดที่ไม่ผ่านกระบวนการต้ม (กลุ่มเห็ดสด)

2. นำเห็ดกลุ่มที่ 1 มาผ่านกระบวนการต้ม ณ. อุณหภูมิที่ 90 °C เป็นเวลา 5 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3. นำเห็ดกลุ่มที่ 2 มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4. นำตัวอย่างเห็ดทั้ง 2 กลุ่มมาบดให้ละเอียด

5. ใช้ตัวอย่างเห็ดที่บดละเอียดจำนวน 2 กรัม มาสกัดด้วยสารละลายเมทานอลบริสุทธิ์ปริมาตร 40 มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

6. นำสารสกัดเห็ดมากรองผ่านกระดาษกรอง จากนั้นเก็บส่วนใสมาทดสอบหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมภายใน 24 ชั่วโมง

2. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH assay (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay)

นำสารสกัดเอทานอลของเห็ด 4 ชนิดทั้ง 2 กลุ่ม ปริมาตร 100 µL ผสมกับสารละลาย DPPH ปริมาตร 900 µL ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด ณ.อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร คำนวณหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเห็ดทั้ง 4 ชนิดโดยสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน trolox ที่ความเข้มข้น 0.02, 0.04, 0.08, 0.16, 0.24, 0.36, 0.40, 0.48 mM รายงานผลเป็นค่า trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)

3. การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิครวมโดยวิธี Folin-ciocalteu

นำสารสกัดเอทานอลของเห็ดทั้ง 4 ชนิดทั้ง 2 กลุ่ม ปริมาตร 100 µLผสมกับสารละลาย 10% Folin-ciocalteu ตั้งทิ้งไว้ 8 นาที จากนั้นผสมกับ 7.5% Na2CO3 ปริมาตร 400 µL ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมของสารสกัดเห็ดทั้ง 4 ชนิดโดยสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน gallic acid ที่ความเข้มข้น 1, 5, 10, 20, 40, 60 และ 80 µg/ml รายงานผลเป็นค่า gallic acid equivalent (GAE) ในหน่วย µgGAE

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

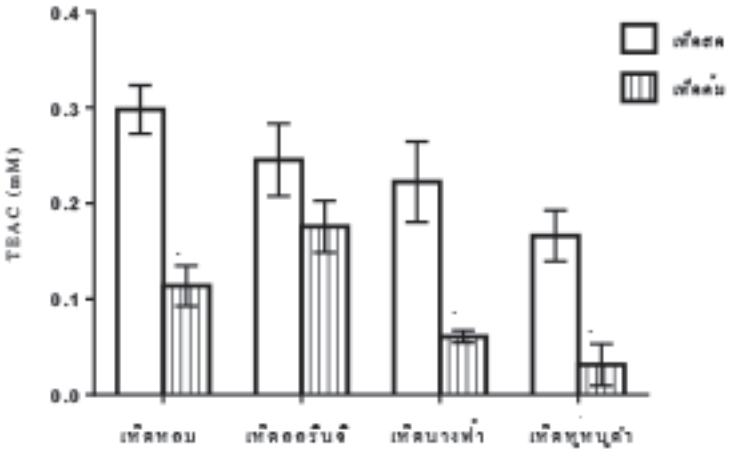
การวิเคราะห์ทำซ้ำ 3 ครั้ง แสดงผลเป็นค่า mean ± SD และวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้ one-way ANOWA แบบ Tukey's multiple comparisons test ค่า $p<0.05$ ถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิจัย

1. การเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเห็ดสดและเห็ดที่ผ่านกระบวนการต้ม

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเห็ดออรินจิ เห็ดหอม เห็ดหูหนูดำ และเห็ดนางฟ้าพบว่าเห็ดทุกชนิดเมื่อผ่านกระบวนการต้มจะมีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดสด โดยถ้าพิจารณาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเห็ดสดก่อนผ่านการต้ม พบว่าเห็ดหอมมีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด มีค่า TEAC เท่ากับ 0.25 ± 0.04 mM ตามมาด้วยเห็ดนางออรินจิ เห็ดนางฟ้า และเห็ดหูหนู ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.22 ± 0.04, 0.30 ± 0.03 และ 0.17 ± 0.03 mM แต่เมื่อนำเห็ดทั้ง 4 ชนิดมาผ่านกระบวนการต้ม พบว่าเห็ดออรินจิมีค่า TEAC มากที่สุดคือ 0.18 ± 0.03 mM ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดออรินจิก่อนการต้ม ขณะที่เห็ดหอม เห็ดนางฟ้า และเห็ดหูหนูมีค่า TEAC ลดลงคือ 0.11 ± 0.02, 0.06 ± 0.01 และ 0.03 ± 0.02 mM ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดทั้ง 3 ชนิดก่อนผ่านการต้ม

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาการลดลงของค่า TEAC ของเห็ดแต่ละชนิดเมื่อผ่านกระบวนการต้ม พบว่า เห็ดหูหนูดำมีค่าการลดลงของค่า TEAC คิดเป็น 81.33% ขณะที่เห็ดนางฟ้า เห็ดหอม และเห็ดออรินจิมีค่าการลดลงคิดเป็น 72.97, 61.74 และ 18.16% ตามลำดับ



กราฟที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเห็ดทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านกระบวนการต้ม (*$p<0.05$)

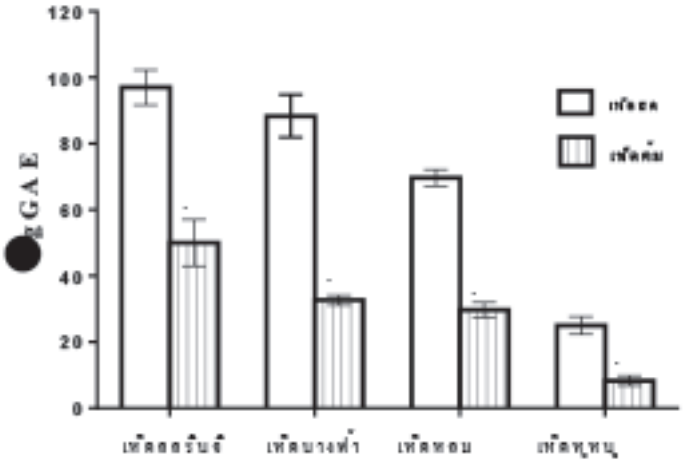
	Trolox equivalent antioxidant capacity , TEAC (mM)			
	เห็ดออรินจิ	**เห็ดนางฟ้า**	**เห็ดหอม**	**เห็ดหูหนู**
เห็ดสด	0.25 ± 0.04	0.22 ± 0.04	0.30 ± 0.03	0.17 ± 0.03
เห็ดต้ม	0.18 ± 0.03	0.06 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.03 ± 0.02
การสูญเสียค่า TEAC (%)	18.16	61.74	72.97	81.33

ตารางที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเห็ดทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านกระบวนการต้ม (Mean ± SD)

2. การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟีโนลิครวมในเห็ดสดและเห็ดที่ผ่านกระบวนการต้ม

การวิเคราะห์ปริมาณฟีโนลิครวมในเห็ดออรินจิ เห็ดหอม เห็ดหูหนูดำ และเห็ดนางฟ้าพบว่า เมื่อยังไม่ผ่านกระบวนการต้ม ปริมาณฟีโนลิครวมในเห็ดออรินจิจะมีปริมาณมากที่สุดคือ 97 ± 5.4 μgGAE ตามมาด้วยเห็ดนางฟ้า เห็ดหอม และเห็ดหูหนูที่มีปริมาณฟีโนลิครวมเท่ากับ 88 ± 6.5, 70 ± 2.4 และ 70 ± 2.4 μgGAE และเมื่อผ่านกระบวนการต้มเห็ดทุกชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟีโนลิครวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณฟีโนลิครวมในเห็ดสด รวมทั้งปริมาณฟีโนลิครวมในเห็ดทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านกระบวนการต้มยังไปในทางเดียวกับเห็ดสด คือเห็ดออรินจิจะมีปริมาณฟีโนลิครวมมากที่สุดคือ 50 ± 6.7 μgGAE ตามมาด้วยเห็ดนางฟ้า เห็ดหอม และเห็ดหูหนู ที่มีปริมาณฟีโนลิครวมเท่ากับ 33 ± 1.8, 30 ± 2.5 และ 8 ± 1.9 μgGAE

เมื่อพิจารณาการลดลงของปริมาณฟีโนลิครวมของเห็ดแต่ละชนิดเมื่อผ่านกระบวนการต้ม พบว่า เห็ดหูหนูมีการสูญเสียปริมาณฟีโนลิครวมมากที่สุด 68% ขณะที่เห็ดนางฟ้า เห็ดหอม และเห็ดออรินจิจะมีการสูญเสียปริมาณฟีโนลิครวมคิดเป็น 62.50, 57.14 และ 48.45%



กราฟที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟีโนลิคในเห็ดทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านกระบวนการต้ม (*$p<0.05$)

	Total phenolic content, μgGAE			
	เห็ดออรินจิ	**เห็ดนางฟ้า**	**เห็ดหอม**	**เห็ดหูหนู**
เห็ดสด	97 ± 5.4	88 ± 6.5	70 ± 2.4	25 ± 2.5
เห็ดต้ม	50 ± 6.7	33 ± 1.8	30 ± 2.5	8 ± 1.9
การสูญเสียค่า total phenolic content (%)	48.45	62.50	57.14	68.00

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณฟีโนลิคทั้งหมดในเห็ดทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านกระบวนการต้ม (Mean ± SD)

อภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์คุณสมบัติการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีโนลิครวมในเห็ดออรินจิ เห็ดนางฟ้า เห็ดหอม และเห็ดหูหนูที่ผ่านกระบวนการต้ม พบว่าเห็ดทุกชนิดจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมที่ลดลง แสดงให้เห็นว่าความร้อนมีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวม ซึ่งการประกอบอาหารโดยการใช้ความร้อน เช่น การต้ม การนึ่ง หรือการทอด ล้วนแต่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมไม่ใช่แต่ในเห็ดเท่านั้น แต่จะมีผลต่อผักชนิดอื่น ๆ เช่นเดียวกัน ซึ่งพบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์ ฟีโนลิค และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในแครอท กะหล่ำปลี และผักขมจะลดลงหลังผ่านกระบวนการต้มเช่นเดียวกัน (Mazzeo et al., 2011) เมื่อวิเคราะห์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีโนลิครวมในเห็ดแต่ละชนิด จะพบว่าการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเห็ดหอมก่อนผ่านกระบวนการต้มมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด แต่หลังจากผ่านกระบวนการต้ม เห็ดออรินจิกลับมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไปน้อยกว่าเห็ดชนิดอื่น ๆ เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมในเห็ดออรินจิเปรียบเทียบกับเห็ดชนิดอื่น ๆ ทั้งก่อน และหลังผ่านการต้ม พบว่าเห็ดออรินจิมีปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมมากกว่าเห็ดชนิดอื่น ๆ ดังนั้นสารประกอบฟีโนลิคที่พบในเห็ดออรินจิจึงน่าจะทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระนอกจากนี้เห็ดนางฟ้าซึ่งเป็นเห็ดในสกุลเห็ดนางรมเช่นเดียวกับเห็ดออรินจิ ก็พบว่ามีปริมาณของสารประกอบฟีโนลิครวมมากกว่าเห็ดหอม และเห็ดหูหนู ซึ่งมีการศึกษาพบว่าเห็ดในสกุลนางรม จะมีปริมาณฟีโนลิคมากกว่าเห็ดหอม (Ferreira et al., 2009) แต่เมื่อพิจารณาการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหอมพบว่า เห็ดหอมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าเห็ดนางฟ้า นั่นแสดงให้เห็นว่าในเห็ดหอมมีสารประกอบอื่น ๆ ที่สามารถออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ โดยที่ในเห็ดนอกจากจะมีสารประกอบประเภท ฟีโนลิคทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระแล้ว ยังมีสารประกอบประเภทอื่น ๆ เช่น tocopherols, flavonoids และ polysaccharides (Li et al., 2010) ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่าเห็ดหูหนูเป็นเห็ดที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีโนลิครวมน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดชนิดอื่น ๆ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากระบวนการต้มมีผลทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบโพลีฟีนอลรวมในเห็ดออรินจิ เห็ดนางฟ้า เห็ดหอม และเห็ดหูหนูมีค่าลดลง และในเห็ดแต่ละชนิดก็มีสารที่ทำหน้าที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้ใช้ตัวอย่างเห็ด 4 ชนิด และสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในเห็ดยังมีสารประกอบอื่น ๆ อีกนอกจากสารประกอบฟีโนลิค ดังนั้นจึงควรศึกษาผลกระทบของการต้มต่อสารประกอบอื่นที่อยู่ในเห็ด และเพิ่มชนิดของตัวอย่างเห็ดที่ศึกษาด้วยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

B., H. (2007). **Biochemistry of oxidative stress.** Biochem. Soc. Trans, 35, 1147-1150.

Cheung, L. M., Cheung, P. C. K., & Ooi, V. E. C. (2003). **Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts.** Food Chemistry, 81(2), 249-255.

Chiu, W. C., Yang, H. H., Chiang, S. C., Chou, Y. X., & Yang, H. T. (2014). **Auricularia polytricha aqueous extract supplementation decreases hepatic lipid accumulation and improves antioxidative status in animal model of nonalcoholic fatty liver.** Biomedicine (Taipei), 4(12).29-38.

Ferreira, I.C.F.R., Barros, L., Abreu, R.M.V. (2009). **Antioxidant in wild mushrooms.** Curr. Med. Chem., 16, 1543-1560.

Finimundy, T. C., Gambato, G., Fontana, R., Camassola, M., Salvador, M., Moura, S., Roesch-Ely, M. (2013). **Aqueous extracts of Lentinula edodes and Pleurotus sajor-caju exhibit high antioxidant capability and promising in vitro antitumor activity.** Nutr Res, 33(1), 76-84.

Li, B., Lu, F., Suo, X., & Nan, H. (2010). **Antioxidant properties of cap and stipe from Coprinus comatus.** Molecules, 15(3), 1473-1486.

Lin, J.-T., Liu, C.-W., Chen, Y.-C., Hu, C.-C., Juang, L.-D., Shiesh, C.-C., & Yang, D.-J. (2014). **Chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory properties for ethanolic extracts from Pleurotus eryngii fruiting bodies harvested at different time.** LWT - Food Science and Technology, 55(1), 374-382.

Mazzeo, T., N'Dri, D., Chiavaro, E., Visconti, A., Fogliano, V., & Pellegrini, N. (2011). **Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables.** Food Chemistry, 128(3), 627-633.

Turkmen, N., Sari, F., & Velioglu, Y. S. (2005). **The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables.** Food Chemistry, 93(4), 713-718.

ประสาน ยิ้มอ่อน. (2549). **การเพาะเห็ด.** ปทุมธานี : คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์.

ชำนาญ พิทักษ์ทอง. (2551). **เห็ดเศรษฐกิจ.** กรุงเทพฯ: เกษตรสยามบุ๊คส์.

อุราภรณ์ สอาดสุด. (2552). **การควบคุมคุณภาพและยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวเห็ดสกุลนางรม.** รายงานวิจัย.ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2550). **เห็ดในประเทศไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน** (พิมพ์ครั้งที่2). กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.