อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

สัญญาเลขที่ R2556B034

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการผลของสารสกัดเปลือกมันเทศ ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติในน้ำมันทอด

คณะผู้วิจัย

ผศ.ดร. นิติพงศ์ จิตรีโภชน์
รศ. กมลวรรณ โรจน์สุนทรกิตติ
รศ.ดร. ธีรพร กงบังเกิด
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน ๓ ก.พ. ๒๕๕๘
เลขทะเบียน ๑.๖๗๑๑๕๗
เลขเรียกหนังสือ ๑ TP
๑๕๔
.A๕
น๕๗๖
๒๕๕๗

สนับสนุนโดยกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2556 จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีมาจากรายงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเผยแพร่ความรู้แก่ผู้ประกอบการและผู้สนใจที่ถูกต้อง

นิติพงศ์ จิตรีโภชน์

ชื่อเรื่อง	**ผลของสารสกัดเปลือกมันเทศในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติในน้ำมันทอด**
ผู้วิจัย	**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิติพงศ์ จิตรีโภชน์** **รองศาสตราจารย์ กมลวรรณ โรจน์สุนทรกิตติ และ** **รองศาสตราจารย์ ดร. ธีรพร กงบังเกิด**
คำสำคัญ	สภาวะการสกัด เปลือกมันเทศ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ น้ำมันทอด

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสภาวะการสกัดต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกมันเทศโดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอลร้อยละ 95.0 เมทานอลร้อยละ 95.0 และอะซีโตน ที่อุณหภูมิที่ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล เป็นระยะเวลา 30 60 และ 90 นาที การสกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95.0 ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างสูงสุด รองลงมา ได้แก่เอทานอลร้อยละ 95.0 และ อะซีโตน ตามลำดับ ($p<0.05$) โดยเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดสูงขึ้นมีผลทำให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างเพิ่มสูงขึ้น ($p<0.05$) ในตัวทำละลายเมทานอลและเอทานอลร้อยละ 95.0 การสกัดเปลือกมันเทศด้วยเอทานอล ร้อยละ 95.0 ให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แอนโทไซยานิน ฟลาโวนอยด์ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ เมทานอลร้อย 95.0 และอะซีโตน ตามลำดับ ($p<0.05$) ส่วนความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS พบว่า เมทานอล สูงที่สุด รองลงมา ได้แก่เอทานอลร้อยละ 95.0 และอะซีโตน ตามลำดับ ($p<0.05$) ส่วนระยะเวลาและอุณหภูมิในการสกัด พบว่า เมื่อใช้ระยะเวลาในการสกัดมากขึ้น และอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อผลทำให้กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระลดลง โดยจากการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95.0 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที มีผลทำให้กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีค่าสูงสุด สารสกัดจากเปลือกมันแทศที่ความเข้มข้น 1600 พีพีเอ็ม มีประสิทธิภาพในการเป็นวัตถุกันหืนในน้ำมันถั่วเหลืองได้ไม่แตกต่างจากสารสังเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญ

Title	Effect of sweet potato peels extracts as natural antioxidant on frying oil
Authors	Assistant Professor Nitipong Jittrepotch, Ph.D. Associate Professor Kamonwan Rojsuntornkitti, M.S. Associate Professor Teeraporn Kongbangkerd, Dr. nat. techn.
Keywords	extraction condition, sweet potato peel, antioxidant activities, frying oil

Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of extraction conditions on antioxidant activities of sweet potato (*Ipomoea batatas*) peels. The solvents for extraction were 95.0% ethanol 95.0 % methanol and acetone at 50, 70 and 90 ^{o}C for 30, 60 and 90 min. It was found that sweet potato peels extracted by methanol (95.0%) gave the highest yield, follow by 95% ethanol and acetone, respectively ($p<0.05$). The obtained yield is increased with increasing temperature and extraction time ($p<0.05$) when using 95.0% ethanol and 95.0% methanol. The highest total phenolic compound, anthocyanin, total flavonoid and DPPH assay obtained by extracting with 95.0% ethanol, follow by 95.0% methanol and acetone respectively ($p<0.05$). The peels extracted with 95.0% methanol gave the highest ABTS assay, follow by 95.0% ethanol and acetone, respectively. For the extracting time and temperature, it was found that the longer extraction time and higher temperature lowered the antioxidant activities. It was found that the optimal extracting conditions that provided the highest antioxidant activities were using 95.0% ethanol at 70 ^{o}C for 30 min. Data obtained from investigations on antioxidant activities showed that the antioxidant activities of sweet potato peels extracts (1600 ppm) was almost equal to synthetic antioxidants in soybean oil ($p<0.05$).

สารบัญ

หน้า

1 คำนำ 1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
มันเทศ 4
สารประกอบฟีนอลิกในมันฝรั่ง 6
อนุมูลอิสระ 7
สารต้านออกซิแดนท์ในธรรมชาติ 8
สารต้านออกซิแดนท์ในสังเคราะห์ 13

3 อุปกรณ์และวิธีการ 16
เครื่องมือ 16

4 วิธีดำเนินการ 17
การเตรียมตัวอย่าง 17
ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันเทศ 18
ทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นวัตถุกันหืนของสารที่สกัดได้จากเปลือกมันเทศ 19
ทดสอบเปรียบเทียบในผลิตภัณฑ์น้ำมันทอดอาหาร .....
5 ผลการทดลอง 20
ศึกษาสายพันธุ์มันเทศที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือก 20
มันเทศ .....
การวิเคราะห์สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิก และตรวจสอบ 21
ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกมันเทศ .....
การประยุกต์ใช้สารสกัดจากเปลือกมันเทศในน้ำมันพืช 29

6 บทสรุป 34
สรุปผลการทดลอง 34

เอกสารอ้างอิง 35
ภาคผนวก 39

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1 การวิเคราะห์สายพันธุ์ของเปลือกมันเทศที่เหมาะสมในการสกัดปริมาณฟีนอลิก 21

2 การเปลี่ยนแปลงค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty acid, % oleic acid) ของน้ำมันถั่วเหลืองที่เติมสารสกัดจากเปลือกมันเทศเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA และ BHT) และไนโตรเจน..... 33

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1	ปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที.....	22
2	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที.....	23
3	ปริมาณแอนโทไซยานินที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที.....	24
4	ปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที..	25
5	กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระวัดด้วยวิธี DPPH ที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที.....	26
6	กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระวัดด้วยวิธี ABTS โดยรายงานค่าในรูป IC_{50} ที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที.....	27
7	การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันถั่วเหลืองที่เติมสารสกัดจากเปลือกมันเทศเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA และ BHT) และไนโตรเจน.....	30
8	การเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของน้ำมันถั่วเหลืองที่เติมสารสกัดจากเปลือกมันเทศเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA และ BHT) และไนโตรเจน	31
9	การเปลี่ยนแปลงค่าพาราแอนนิซิดีน ของน้ำมันถั่วเหลืองที่เติมสารสกัดจากเปลือกมันเทศเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA และ BHT) และไนโตรเจน.....	32

ผลของสารสกัดเปลือกมันเทศในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติในน้ำมันทอด
Effect of sweet potato peels extracts as natural antioxidant on frying oil

คำนำ

การดำรงชีพของมนุษย์ไม่ว่ายุคสมัยใดก็ตาม ปัจจัยสำคัญยังคงเป็นอาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค ที่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาพัฒนา ทำให้มีความก้าวหน้าทันสมัย อำนวยความสะดวก สบายและความพอใจให้กับมนุษย์มากยิ่งขึ้น ซึ่งหนึ่งในนั้นเป็นการผลิตอาหารเพื่อการบริโภค ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านอาหาร ทำให้มีการผลิตอาหารสำเร็จรูป กึ่งสำเร็จรูป รวมทั้งอาหารพร้อมบริโภคเกิดขึ้นมากมาย โดยมีการใช้วัตถุเจือปนอาหารซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ผลิตอาหารได้ตามความต้องการ เพื่อเก็บถนอมอาหารหรือยืดอายุการเก็บอาหารไว้ รวมทั้งการบริโภคนอกฤดูกาล ประกอบกับวิถีชีวิตผู้คนที่เร่งรีบในสังคมเมือง การถนอมอาหารโดยการใช้สารเคมีที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ โซเดียมเบนโซเอต ใช้เป็นสารกันเสียในเครื่องดื่ม น้ำผลไม้ และอาหารที่เป็นกรด ส่วนกรดซอร์บิก จะใช้เพื่อยับยั้งเชื้อราในเนยแข็ง ผักและผลไม้กวน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ใช้ป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่มีสาเหตุจากเอนไซม์ในผักและผลไม้ วัตถุกันหืน ไนไทรต์และไนเทรต ใช้ป้องกันการเสื่อมเสียเนื่องจากแบคทีเรียในเนื้อสัตว์และช่วยเพิ่มสีของผลิตภัณฑ์ให้สดขึ้น เช่น กุนเชียง ไส้กรอก โดยปัจจัยที่สำคัญในการที่จะกำหนดว่าวิธีการใดเหมาะสมคงขึ้นอยู่กับคุณภาพผลิตภัณฑ์ ซึ่งนั่นก็คือ สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส ซึ่งรวม ๆ ก็คือ ความอร่อยที่ผู้บริโภคยอมรับ รวมไปถึงความปลอดภัย

การทอดเป็นการแปรรูปอาหารอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความร้อนสูง โดยน้ำมันที่ทอดอาหารจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน อาหารที่รับประทานในปัจจุบันโดยเฉพาะอาหารประเภททอด นิยมใช้น้ำมันพืช ได้แก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง เป็นส่วนใหญ่ โดยทั่วไปเมื่อน้ำมันได้รับความร้อนอุณหภูมิสูงประมาณ 170 ถึง 220 องศาเซลเซียส ใช้งานเป็นเวลานานหรือการใช้น้ำมันทอดอาหารหลายๆซ้ำ ความชื้น แสงแดด ความไม่บริสุทธิ์ของน้ำมันและออกซิเจนจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีทางเคมีของไขมันหลายชนิด ได้แก่ ปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส และปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชัน ซึ่งปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้จะส่งผลให้ไขมันนั้นมีสีดำขึ้น กลิ่นเหม็นหืน จุดเกิดควันต่ำลง มีฟองและเหนียวหนืดขึ้น หากน้ำมันนั้นมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงมากเท่าใดการเสื่อมสภาพของน้ำมันจะเร็วขึ้นเท่านั้น จากปฏิกิริยาเหล่านี้ส่งผลให้เกิดสารพิษขึ้นในอาหารหลายหลายชนิด คือ สารอนุมูลอิสระ(free radicals) สารไดออกซิน(dioxin) สารประกอบไนโตรซามีน(nitrosamines) สารประกอบไพโรไลเซส (pyrolysates) สารประกอบกลุ่มโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน(polycyclic aromatic hydrocarbon) เป็นต้น สารพิษดังกล่าวที่เกิดมากขึ้นซึ่งสามารถปะปนไปกับอาหารและเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคต่างๆได้ เช่น ท้องร่วง โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดซึ่งเป็นสิ่งที่น่าเป็นห่วงในสุขภาพของผู้บริโภคอย่างยิ่ง น้ำมันที่ทอดซ้ำจะเกิดสารพิษขึ้นมี 2 กลุ่มใหญ่ๆ ทั้งฟรีแรดิคัล (free radicals) และสารประกอบกลุ่มไดออกซิน (dioxin) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งทั้งสิ้น สารพิษตัวแรกคือ อนุมูลอิสระ อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้เมื่อทอดอาหารที่อุณหภูมิสูง โมเลกุลของไขมันไม่อิ่มตัวจะจับกับออกซิเจนในอาหารเกิดเป็นอนุมูลอิสระขึ้นแล้วตกตะกอนเป็นเขม่าในน้ำมัน ซึ่งสังเกตจากการเปลี่ยนสีไปของน้ำมันที่ผ่านการทอดซ้ำ สีของน้ำมันจะดำคล้ำ มีความหนืดสูงและมีสารปนเปื้อนอื่นๆมากขึ้น การเปลี่ยนสีของน้ำมันจากใสเป็นเหลืองและจากสีเหลืองเป็นสีดำมากขึ้น ซึ่งหมายถึงการเกิดสารพิษนี้ขึ้นแล้ว สารกลุ่มที่สองคือ ไดออกซินประกอบด้วยโมเลกุลของเบนซิน 2 วงที่เกาะเกี่ยวด้วยอะตอมของ

คลอรีนอีก 4 ตัว ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่ร้ายแรงในอาหาร ปิ้ง ย่าง ทอด เมื่อถูกความร้อนจัดๆจะเกิดเป็นโมเลกุลสารอินทรีย์ เช่น PAH (polycyclic aromatic hydrocarbon) ซึ่งเป็นสารกลุ่มเดียวกับไดออกซิน (Wetch, 2000) ตัวอย่างสารพิษอื่นๆ เช่น สารมาโลนิลดีไฮด์ (Malonedehyde) ทำให้เกิดมะเร็งผิวหนังของหนูทดลองมีการเจริญเติบโตผิดปกติ ลำไส้ทำงานผิดปกติ ตับ และไตโต โลหิตจาง วิตามินอีในเลือดและตับของหนูทดลองลดลง สารประกอบ 4-hydroxy-2-noenol มีพิษต่อเซลล์ทั้งก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ได้เช่นกัน เป็นต้น สารประกอบมีขั้วเหล่านี้ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทอดอาหาร เรียกรวมว่า สารประกอบโพลาร์ทั้งหมด (Total polar compounds) ซึ่งเป็นสารพิษที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ ถ้าสารโพลาร์เกินขีดจำกัดที่มีอันตรายต่อสุขภาพร้อยละ 25-27 ทั้งนี้ ประเทศไทย โดยกระทรวงสาธารณสุข กำหนดให้น้ำมันทอดซ้ำ ต้องมีค่าโพลาร์ ไม่เกินร้อยละ 25 ของน้ำหนัก ผู้ประกอบการอาหารที่ใช้น้ำมันทอดอาหาร ซึ่งมีค่าโพลาร์เกินร้อยละ 25 จำหน่ายแก่ผู้บริโภค ถือเป็นการจำหน่ายอาหารผิดมาตรฐาน ฝ่าฝืนมาตรา 25(3) ของพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ระวางโทษปรับไม่เกินห้าหมื่นบาท

สารเคมีที่ใช้ในการถนอมอาหารมีอยู่หลายชนิด ส่วนใหญ่ที่มนุษย์กังวลกัน คือ เรื่องของความปลอดภัย วัตถุกันหืนที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารตัวอย่างเช่น บีเอชเอ บีเอชที ทีบีเอชคิว และโพรพิลแกลแลต เป็นต้น โดยมีรายงานความเป็นพิษของวัตถุกันหืนในสัตว์ทดลองและจากการรวบรวมข้อมูลทางระบาดวิทยา พบว่าวัตถุกันหืนสังเคราะห์ที่ใช้ในสัตว์ทดลองเป็นสาเหตุให้มีการขยายตัวของเซลล์อวัยวะภายในที่ผิดปกติ ทำให้เกิดเป็นเนื้องอกและกลายเป็นเนื้อร้ายหรือมะเร็งเมื่อได้รับวัตถุกันหืนอย่างต่อเนื่องหรือในปริมาณที่มากเกินไป นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ขึ้นได้

ผักและผลไม้เป็นแหล่งที่สำคัญของวิตามิน เกลือแร่ และเส้นใยที่จำเป็นต่อร่างกาย และจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ายังประกอบไปด้วยสารต้านออกซิเดชันได้แก่ วิตามินซี อี และ เบต้าแคโรทีน และสารประกอบฟีนอลิกเป็นจำนวนมาก ซึ่งนอกจากจะเป็นสารที่ป้องกันการเสื่อมสภาพของอาหารแล้ว ยังสามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในระบบร่างกายของผู้บริโภค กากของเสียจากการผลิตมันเทศนั้น ได้แก่ เศษเหง้า เปลือกมัน และกากมัน ซึ่งทั้งหมดเป็นสารอินทรีย์ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยใช้ในการเพาะเห็ด และเป็นอาหารสัตว์ โดยรายงานว่า มันเทศเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีสารประกอบฟีนอลิกอยู่มาก โดยเฉพาะบริเวณเปลือกและเนื้อเยื่อติดกับเปลือก สารที่มีปริมาณที่สุดคือ กรดฟีนอลิกชนิดต่างๆ และวานิลลิน (vanillin) ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารวัตถุกันหืน โดยยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันในอาหารได้ อีกทั้งเปลือกมันเทศยังเป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารที่ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่า ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายในการนำเปลือกมันเทศที่เป็นของเหลือทิ้งมาศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และนำสารสกัดที่ได้มาศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นวัตถุกันหืนเปรียบเทียบกับวัตถุกันหืนสังเคราะห์ในน้ำมันทอด เพื่อเป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันเทศ
2. วิเคราะห์สารสกัดและศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดจากเปลือกมันเทศ
3. ทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นวัตถุกันหืนของสารที่สกัดได้จากเปลือกมันเทศในน้ำมันทอด

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มันเทศ

มันเทศ (sweet potato) เป็นพืชหัวที่เกิดจากราก มีถิ่นกำเนิดทางตอนใต้ของเม็กซิโกและอเมริกากลาง (Huang และคณะ, 1999) แต่การปลูกมันเทศที่ปลูกกันอยู่ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ไม่มีหลักฐานแน่นอนว่ามีวิวัฒนาการมาจากพืชป่าชนิดใด อย่างไรก็ดีมนุษย์รู้จักวิธีการปลูกมันเทศตั้งแต่ก่อนคริสตศักราชประมาณ 3,000 ปี (ณรงค์, 2538) ทางด้านเอเชีย ต้นมันเทศถูกนำมายัง อินเดีย ฟิลิปปินส์ จีน และญี่ปุ่น โดยนักสำรวจ สเปนและโปรตุเกต สำหรับประเทศไทยไม่มีหลักฐานบันทึกว่าได้มีการนำมันเทศเข้ามาปลูกในสมัยใด แต่สันนิษฐานว่านำเข้ามาสู่ประเทศไทยในราวสมัยอยุธยาเป็นราชธานี ในสมัยที่มีการติดต่อการค้ากับประเทศจีน โดยชาวจีนนำมันเทศมาปลูกไว้เพื่อบริโภค (สำนักพระราชวัง, 2537) ปัจจุบันในประเทศไทยสามารถปลูกมันเทศได้ทั่วทุกภาค และสามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิด แม้มีอากาศค่อนข้างแห้งแล้งก็สามารถปลูกได้ โดยทั่วไปนิยมปลูกในฤดูฝน และฤดูหนาว จากสถิติการปลูกมันเทศของกรมส่งเสริมการเกษตรปี 2547 พื้นที่ปลูกมันเทศทั่วประเทศ ประมาณ 45,261 ไร่ ผลผลิตรวม 108,977 ต้นผลผลิตเฉลี่ย 2,408 กิโลกรัมต่อไร่ แหล่งปลูกมันเทศเพื่อเป็นการค้าที่สำคัญในประเทศไทยมี เชียงใหม่ เชียงราย สุโขทัย พิจิตร พิษณุโลก หนองคาย อุบลราชธานี ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ อยุธยา สุพรรณบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี นครปฐม ปราจีนบุรี ระยอง ตราด นครศรีธรรมราช และพัทลุง เป็นต้น (นรินทร์ และ ชำนาญ, 2532 อ้างใน คมคาย, 2536) มันเทศจัดเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 7 ของโลก รองจากข้าวสาลี ข้าว ข้าวโพด มันฝรั่ง ข้าวบาร์เลย์ และมันสำปะหลัง สาเหตุที่มันเทศมีความสำคัญ เนื่องจากมันเทศเป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนต่อโรคระบาด ให้ผลผลิตสูงและเป็นแหล่งอาหารที่ดี (Martin, 2000)

ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ของมันเทศ

มันเทศสามารถจำแนกทางพฤกษาศาสตร์ได้ดังนี้

วงศ์ (Family) Convolvulaceae

สกุล (Genus) Ipomea

ชนิด (Species) batatas

การใช้ประโยชน์จากมันเทศ

1. ประโยชน์ที่ได้จากหัวมันเทศในระดับครัวเรือน เป็นการใช้ประโยชน์ที่พบเห็นได้ทั่วไป และนิยมนำมาใช้กันในแทบทุกภาคของประเทศไทยอาจจำแนกได้ดังนี้

1.1 ใช้ทำเป็นอาหารคาว เช่น แกงเลียง แกงคั่ว แกงกะหรี่ แกงไตปลา และแกงมัสมั่น เป็นต้น

1.2 ใช้ทำเป็นอาหารหวาน เช่น แกงบวชมัน มันรังนก มันฉาบ มันกวน มันปิ้ง มันเชื่อม เป็นต้น

1.3 ใช้เลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะ สุกร จะให้มันเทศอย่างเดียว หรือผสมกับอาหารอื่นก็ได้

2. ประโยชน์ที่ได้จากหัวมันเทศในระดับอุตสาหกรรม มันเทศมีการปลูกทั่วโลก ในพื้นที่ 12 ล้านเฮกตา มากกว่า 90 ประเทศ (FAO, 1981) โดยใช้เป็นอาหารของมนุษย์และอาหารสัตว์ ในหลายประเทศเช่น เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น และไต้หวัน มีการนำหัวมันเทศมาใช้ในการผลิตเป็นวัตถุดิบในการทำสตาร์ช อัลกอฮอล์ และเครื่องดื่มอัลกอฮอล์ เป็นต้น

มันเทศทอดกรอบ (sweet potato chip) มีวิธีการผลิตคล้ายกับมันฝรั่งทอดกรอบ โดยนำหัวมันสดมาปอกเปลือก ตัดแต่ง ล้าง หั่นเป็นชิ้นบาง แล้วนำไปทอดที่ความร้อนประมาณ 325-375 °F นาน 16-60 วินาที ซึ่งบางส่วนของน้ำมันที่ใช้ทอดจะถูกดูดซับไว้ เป็นการช่วยเพิ่มกลิ่นรสและพลังงานในอาหารด้วย (ศิริพร, 2532) ส่วน

ใหญ่ผลิตภัณฑ์นี้แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ แบบหวาน แบบเค็ม และแบบที่มีการเติมเครื่องเทศ ในประเทศจีนนิยมบริโภค มันเทศทอดกรอบแบบหวาน ในสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่นๆ นิยมรับประทานแบบเค็มในโอกาสต่างๆ ส่วนแบบเติมเครื่องเทศมักจะเติมผงพริก และกรดซิตริก เพื่อเพิ่มรสชาติ นิยมมากในประเทศเบลเกรด (Molla, 1973 อ้างใน คมคาย, 2536)

มันเทศแผ่นบางกรอบ (sweet potato flake) โดยนำมันเทศมาล้างน้ำ ปอกเปลือก ตัดแต่ง ทำให้พิวเร่โดยใช้เครื่องตีป่น ให้ความร้อนที่ 74-85°C เพื่อเร่งปฏิกิริยาขิงเอนไซม์อะมิโลไลติก ให้เกิดการไฮโดรไลซิสบางส่วน แล้วหยุดปฏิกิริยาโดยเพิ่มอุณหภูมิ 100°C ปรับความหนืดให้เหมาะสม นำไปผ่านเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dryer) ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้สามารถนำไปเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อื่นๆได้ เช่น มันบด พาย และอื่นๆ ข้อดีของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้คือ ช่วยลดน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ไม่ต้องแช่เย็นในระหว่างการเก็บ และมีการคืนตัวง่ายสะดวกในการบริโภค

Patties และ Formed sweet potatoes ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ทำมาจาก พิวเร่ของมันเทศ patties จะมีการเติมแป้งเพื่อให้เกิดรูปทรงผิวด้านนอกอาจเคลือบด้วยครีมแล้วนำไปแช่แข็ง ส่วน Formed sweet potatoes ทำคล้ายกัน โดยนำพิวเร่ใส่ลงในภาชนะ เติมแป้งเล็กน้อยเพื่อให้มีความคงตัว อาจมีการเติมส่วนประกอบอื่นๆ ลงไปด้วย เช่น สับปะรด ลูกเกด แฮมชิ้นเล็กๆ เนยเทียม เป็นต้น แล้วนำไปแช่แข็งเก็บไว้ที่ -25 °C (Molla, 1973 อ้างใน คมคาย, 2536)

แป้งมันเทศ (sweet potato flour) ได้จากการต้มมันเทศให้สุก ทำให้แห้งแล้วบดเป็นผง ใช้มากในเบเกอรี่และอาหารว่าง แป้งมันเทศสามารถแทนแป้งสาลีได้โดยสามารถใช้แทนได้ ในการทำคุกกี้ เค้ก 25-50 % และแทนที่ในการทำขนมปังได้ 15-20 % (Martin, 2000) ใช้แป้งมันเทศในการผลิตเค้กกาแฟได้สูงสุดไม่เกินร้อยละ 75 (อดิศักดิ์ และคณะ, 2539) แป้งมันเทศจากมันเทศพันธุ์เกษตร และพันธุ์ไข่สามารถผลิตโดนัทได้ร้อยละ 20 (สุภารัตน์ และคณะ, 2534) ใช้แป้งมันเทศในการผลิตบราวนี่ได้สูงถึงร้อยละ 80 (Montais และ Ramirez, 1995)

มันเทศแห้งที่ทำเป็นเกล็ดบางๆ (sweet potato flakes) ผลิตจากมันเทศที่บดแล้ว ทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer)

มันเทศกระป๋อง (canned sweet potatoes) มักบรรจุในรูปแบบต่างๆกัน เช่น รูปลูกบาศก์ แท่งสี่เหลี่ยมยาว โดยมีน้ำเกลือเป็นส่วนผสม

มันเทศทอดแช่เย็นแข็ง (frozen French fried sweet potatoes) ทำจากมันเทศที่ตัดเป็นแท่งสี่เหลี่ยมยาวลวกน้ำร้อนแล้วทอดในน้ำมัน นำไปแช่เย็นจนแข็ง (Blenford, 1982)

ผลิตภัณฑ์พิเศษประเภทอื่นๆ ได้มีการนำมันเทศมาผลิตอาหารเด็กอ่อน ซอส ลูกกวาด อาหารขบเคี้ยว แครกเกอร์ เส้นก๋วยเตี๋ยว และอื่นๆ (Lilia และคณะ, 1997)

การจัดการและใช้ประโยชน์จากกากของเสีย

องค์ประกอบส่วนใหญ่ของหัวมันนั้นนอกจากจะประกอบด้วยน้ำและแป้ง ซึ่งมีถึงร้อยละ 60.0 – 80.0 และร้อยละ 26.0 42.0 ตามลำดับแล้ว นอกจากนั้นยังประกอบด้วยส่วนที่เป็นเปลือกร้อยละ 4.0 – 14.0 โดยกากของเสียจากการผลิตแป้งมันนั้น ได้แก่ เศษเหง้า เปลือกมัน และกากมัน ซึ่งทั้งหมดเป็นสารอินทรีย์ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยใช้ในการเพาะเห็ด และเป็นอาหารสัตว์ รายงานของ Lisinska และ Leszczynski (1989) รายงานว่า มันฝรั่งเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีสารประกอบฟีนอลิกอยู่มาก โดยเฉพาะบริเวณเปลือกและเนื้อเยื่อติดกับเปลือก สารที่มีปริมาณที่สุดคือ กรดฟีนอลิกชนิดต่างๆ และวานิลลิน (vanillin) ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพในการเป็น

สารวัตถุกันหืน โดยยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันในอาหารได้ (Onyeneho และ Hettiaracchchy, 1993; Rodriguez de Sotillo และคณะ, 1994)

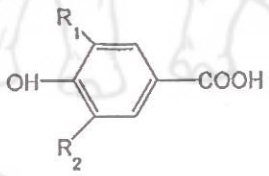
สารประกอบฟีนอลิกในมันฝรั่ง

Lisinska and Leszczynski (1989) กล่าวว่าสารประกอบฟีนอลิกที่อยู่ในหัวมันฝรั่ง ได้แก่ โพลีฟีนอล (polyphenol) โมโนไฮดริกฟีนอล (monohydricphenol) คูมารีน (coumarine) แอนโธไซยานิน (anthocyanin) ฟลาโวน (flavone) แทนนิน (tannin) และลิกนิน (lignin) สารที่มีปริมาณมากที่สุดคือ กรดฟีนอลิก ได้แก่ กรดคลอโรจินิก (chlorogenic acid) มีปริมาณถึง 4.90-46.20 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือกรดแคฟเฟอิก และกรดอื่นๆ เช่น เฟอรูลิก (ferrulic acid) และวานิลลิน (vanillin) ตามลำดับ สารประกอบฟีนอลิกดังกล่าวพบในบริเวณเปลือกและเนื้อเยื่อติดกับเปลือกมากกว่าส่วนเนื้อของมันฝรั่งถึงประมาณสิบเท่า

กรดฟีนอลิกในมันฝรั่ง (Macheix *et al.*, 1990)

กรดฟีนอลิกในมันฝรั่งมี 2 กลุ่ม ได้แก่

1. กรดไฮดรอกซีเบนโซอิกและอนุพันธ์ (hydroxybenzoic acid and derivatives) โครงสร้างพื้นฐานของสารในกลุ่มนี้ เป็น C_6-C_1 ซึ่งเป็นอนุพันธ์โดยตรงของกรดเบนโซอิก ชนิดของกรดจะขึ้นกับหมู่ไฮดรอกซิล และเมทอกซิลในโครงสร้างวงแหวนเบนซีน ตัวอย่างกรดในกลุ่มนี้ ได้แก่ กรดพารา-ไฮดรอกซีเบนโซอิก (*p*-hydroxybenzoic acid) กรดวานิลลิก (vanillic acid) กรดไซรินจิก (syringic acid) กรดแกลลิก (gallic acid) และกรดโพรโตแคทีคูอิก (protocatechuic acid) เป็นต้น



Acid	R_1	R_2
p- Hydroxybenzoic	H	H
Protocatechuic	H	OH
Vanillic	CH_3O	H
Syringic	CH_3O	CH_3O
Gallic	OH	OH

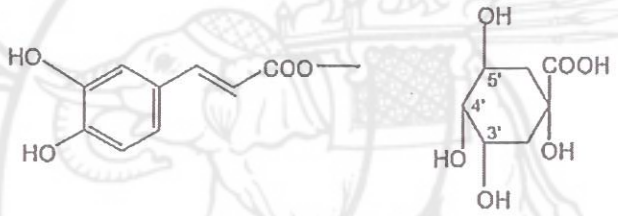
รูป โครงสร้างของกรดไฮดรอกซีเบนโซอิกและอนุพันธ์
ที่มา: Macheix *et al.*, (1990)

2. กรดไฮดรอกซีซินนามิก และอนุพันธ์ (hydroxycinnamic acid and derivatives) โครงสร้างพื้นฐานของสารในกลุ่มนี้ เป็น C_6-C_3 ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของกรดซินนามิก ชนิดของกรดจะขึ้นกับหมู่ไฮดรอกซิล และเมทอกซิลในโครงสร้างวงแหวนเบนซีนเช่นกัน ตัวอย่างกรดในกลุ่มนี้ ได้แก่ กรดพารา-คูมาริก (*p*-coumaric acid) กรดแคฟ

เฟอิก กรดเฟอรูลิก เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 5 บางชนิดมักอยู่ในรูปเอสเทอร์กับหมู่แอลกอฮอล์ของสารอื่น เช่น กรดคลอโรจินิกเป็นเอสเทอร์ของกรดแคฟเฟอิกและกรดควินนิก (quinnic acid)

Acid	R_1	R_2
p-coumaric	H	H
Caffeic	H	OH
Ferulic	CH_3O	H
Sinapic	CH_3O	CH_3O

5'- Caffeoylquinic acid = Chlorogenic acid
4'- Caffeoylquinic acid = Cryptochlorogenic acid
3'- Caffeoylquinic acid = Neochlorogenic acid



รูป สูตรโครงสร้างของกรดไฮดรอกซีซินนามิกและอนุพันธ์
ที่มา: Macheix *et al.*, (1990)

ในการทดลองของ Onyeneho and Hettiarachchy (1993) พบว่าสารสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 จากเปลือกมันฝรั่ง มีประสิทธิภาพในการเป็นวัตถุกันหืนในน้ำมันถั่วเหลืองโดยเปรียบเทียบกับการใช้ทีบีเอชคิว และวัตถุกันหืนผสมระหว่างบีเอชเอกับบีเอชที เมื่อนำมาวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยเครื่อง HPLC พบว่าสารประกอบฟีนอลิกที่มีปริมาณมากที่สุด 5 ชนิดในเปลือกมันฝรั่ง ได้แก่ กรด คลอโรจินิก กรดแคฟเฟอิก กรดแกลลิก กรดโพรโตแคทีคูอิก และกรดพารา-ไฮดรอกซีเบนโซอิก (*p*- hydroxybenzoic acid) ตามลำดับ

Rodriguez de Sotillo *et al.* (1994a) ได้ทดลองสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันฝรั่งที่เป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหาร ด้วยน้ำเดือด พบว่าองค์ประกอบหลักของสารประกอบฟีนอลิกที่สกัดได้มี 4 ชนิด ได้แก่ กรด คลอโรจินิก กรดแกลลิก กรดโพรโตแคทีคูอิก และกรดแคฟเฟอิก และได้นำมาทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นวัตถุกันหืนในน้ำมันเมล็ดทานตะวัน พบว่าสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันได้ใกล้เคียงกับบีเอชเอ (Rodriguez de Sotillo *et al.*, 1994b)

อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (Free radical) คือโมเลกุลที่ขาดอิเล็กตรอนไป 1 ตัว ทำให้ตัวของมันเองไม่เสถียร จึงทำให้เกิดการแย่งชิงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่นๆไปตลอดเวลา จนเกิดเป็นปฏิกิริยาที่เรียกกันว่าปฏิกิริยาลูกโซ่ สำหรับ

ผิวหนังของมนุษย์เมื่อถูกอนุมูลอิสระเข้ามาจับกับคอลลาเจนทำให้คอลลาเจนถูกทำลาย ส่งผลให้ผิวหนังของมนุษย์ขาดความแข็งแรง แก่ก่อนวัย ซึ่งอนุมูลอิสระสามารถพบได้รอบตัวเรา ได้แก่ แสงแดด ฝุ่นละออง ควันบุหรี่ ควันพิษ สารเคมี เป็นต้น และปัจจุบันมลพิษต่างๆมีเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากส่งผลให้กับสุขภาพผิวพรรณหรือ อนุมูลอิสระ เป็นสารที่มีอะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยว (singlet หรือ unpaired electron) เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย จำนวนอิเล็กตรอนไร้คู่นี้อาจมีหนึ่งตัวหรือหลายตัวต่อหนึ่งอนุมูลอิสระก็ได้ ปรกติอะตอมหรือโมเลกุลที่เสถียรจะต้องมีจำนวนอิเล็กตรอนอยู่เป็นคู่ๆเสมอ หากมีอิเล็กตรอนขาดหรือเกินกว่าเดิมเพียงหนึ่งตัว อะตอมหรือโมเลกุลจะว่องไวต่อปฏิกิริยามาก ต้องหาทางจับหรือทำปฏิกิริยากับอะตอมของธาตุอื่นเสมอ ตัวอย่างอนุมูลอิสระ คือ Super oxide radical (O2), hydroxyl radical (°OH), peroxyl radical (°OOH) อนุมูลอิสระเกิดขึ้นได้ทั้งภายในร่างกายและภายนอกร่างกาย เช่น เกิดที่ mitochondria, microsome, peroxisome หรือ เกิดจากสารเคมี รังสี ยาบางชนิด และความร้อน

กลไกการเกิดอนุมูลอิสระเป็นดังต่อไปนี้

1) การแตกของพันธะโควาเลนท์แบบโอโมไลซิส

$$A{:}B \longrightarrow A\bullet + B\bullet$$

2) การเพิ่มอิเล็กตรอน 1 ตัวให้แก่อะตอมที่เป็นกลาง (ทางไฟฟ้า)

$$A + e^- \longrightarrow A^-\bullet$$

3) การสูญเสียอิเล็กตรอน 1 ตัวจากอะตอมที่เป็นกลาง (ทางไฟฟ้า)

$$A \longrightarrow A^+\bullet + e^-$$

อนุมูลอิสระและสารที่เกี่ยวข้องในทางชีววิทยา สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญ (Reactive Oxygen Species, ROS) กลุ่มที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญ (Reactive Nitrogen Species, RNS) และกลุ่มที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบสำคัญ (Reactive Chlorine Species, RCS) (สุภามาศ อินทฤทธิ์, 2547)

สารที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

เป็นสารที่สามารถยับยั้งออกซิเดชันในสิ่งมีชีวิต จะมีระบบป้องกันการทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระอยู่แล้ว ซึ่งประกอบได้ด้วยแอนติออกซิแดนท์มากมายหลายชนิดที่ทำหน้าที่แตกต่างกันไป บางตัวเป็นเอนไซม์ บางตัวเป็นสารประกอบ บางตัวเป็นสารที่ละลายในน้ำได้ บางตัวละลายได้ในไขมัน แอนติออกซิแดนท์เหล่านี้ทำหน้าที่ในการเป็นตัวป้องกันและกำจัดการก่อตัวของอนุมูลอิสระ นอกนั้นยังทำหน้าที่ซ่อมแซมส่วนที่ถูกสารแอนติออกซิแดนท์ที่มีการนำมาใช้ในปัจจุบัน มีทั้งที่ได้มาจากธรรมชาติ (natural substance) และสารสังเคราะห์ (syntheric substance) (โอภา วัชระคุปต์, 2549)

สารแอนติออกซิแดนท์ในธรรมชาติ

สารธรรมชาติที่มีสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ได้ จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้ไฮโดรเจนของหมู่ OH ในสารประกอบฟีนอล ความสามารถในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของสาร (antioxidant activity, AOA) ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและจำนวนของหมู่ OH รวมทั้งโครงสร้างอื่นๆของโมเลกุล สารแอนติออกซิแดนท์ในธรรมชาติที่สำคัญมีดังนี้ (สุภามาศ อินทฤทธิ์, 2547) (โอภา วัชระคุปต์, 2549)

1. สารกลุ่ม monophenol และ phenolic acid

สารประกอบฟีนอลิกจัดเป็นสารต้านอนุมูลที่ได้รับจากภายนอกและพบมากในพืช ผักผลไม้ ชาเขียว ชาดำ และไวน์แดง มีคุณสมบัติเป็นสารอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนอะโรมาติกที่มีหมู่ไฮดรอกซีอย่างน้อยหนึ่งโมเลกุล ส่วนใหญ่จะพบว่าสารประกอบฟีนอลิกมักจะอยู่รวมกับน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ ฟีนอลิกทำหน้าที่เป็นตัวขับไล่อนุมูลอิสระที่สำคัญคือ อนุมูลเปอร์ออกซิล มีกลไก 2 แบบ คือเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความเข้มข้นต่ำ เมื่อเทียบกับสารออกซิไดซ์ สารประกอบฟีนอลิกจะหน่วงเหนี่ยวหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนี้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาจะถูกทำให้เป็นสารที่เสถียร ดังนั้นจึงสามารถป้องกันการเกิดขั้นตอน propagation ได้ นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกยังทำหน้าที่เป็น chelating agent ดักจับไอออนของโลหะเข้าไว้ในโมเลกุล ประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของหมู่ไฮดรอกซิล ที่เกาะอยู่กับโครงสร้างหลัก นอกจากนั้นฟีนอลิกจะช่วยเสริมฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับ α-Tocopherol ดังแสดงในสมการข้างล่าง(21) (โอภา วัชระคุปต์, 2549)

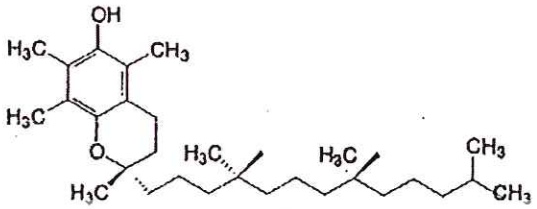
$$ArOH + R^{\circ} \longrightarrow ArO^{\circ} + RH$$

$$ArOH + LOO^{\circ} \longrightarrow Ar^{\circ} + LOOH$$

$$ArO^{\circ} + LH \longrightarrow ArOH + L$$

2. วิตามินอี (Tocopherol)

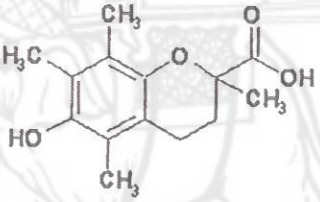
เป็นวิตามินที่ละลายในไขมัน มีลักษณะเป็นของเหลวหนืด ซึ่งปริมาณวิตามินอีในเลือดของคนปกติมีค่า 1.0 mg/90% ของวิตามินอีในเนื้อเยื่อซึ่งจะอยู่ในรูป Tocopherol สะสมในอวัยวะต่างๆ เช่น เซลล์เม็ดเลือดขาว เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์ทั่วๆไป คือ ตับ กล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อไขมัน และต่อมต่างๆ วิตามินอีมีประสิทธิภาพในการทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิแดนท์ได้ดีมาก จะป้องกันกระบวนการออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งเป็นส่วนประกอบของฟอสโฟลิปิดของผนังออร์แกนเนล เนื่องจากวิตามินอีละลายในไขมันได้ดีจะแทรกตัวอยู่ตามเมมเบรน โดยเมื่อเกิด Liquid Peroxidation จะมีการสร้าง Alkoxyl Radicals ขึ้น วิตามินอีจะเข้าจับกับสารดังกล่าวก่อนที่ Peroxyl Radicals และ Alkoxyl Radicals จะไปจับกับกับกรดไขมันอื่น ในช่วงของ Propagation อีกทั้งวิตามินอียังทำงานร่วมกับ Glutathione Peroxidase และธาตุ Selenium โดยในช่วงแรกๆ มีการตั้งชื่อวิตามินอีว่า วิตามินป้องกันการเป็นหมัน (antisterility vitamin) เนื่องจากพบว่าวิตามินอีเป็นสารที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ในหนูตัวเมีย ถ้าขาดวิตามินอีจะทำให้ลูกอ่อนตายในครรภ์และแท้งลูก นอกจากนี้ยังพบว่ามีการเรียกวิตามินอีว่า โทโคฟีรอล (tocopherol) ในธรรมชาติมีวิตามินอีอยู่หลายชนิด ปัจจุบันแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ โทโคฟีรอล และโทโคไทรอินอล (tocotrienol) แต่ละกลุ่มยังแยกเป็นวิตามินย่อยๆ อีก 4 ชนิด คือ แอลฟา เบต้า แกมมา และเดลต้า ขึ้นอยู่กับจำนวนและตำแหน่งของหมู่เมธิลที่ติดกับวงแหวนโครเมน (chromanering) โทโคฟีรอลแตกต่างจาก โทโคไทรอินอลตรงที่โครงสร้างของโทโคฟีรอลมีแขนงข้างเป็น 4′, 8′, 12′-trimethyltridecyl เรียกว่า phytol หรือ phytyl side chain ส่วนโทโคไทรอินอลมีแขนงข้างที่มีพันธะคู่ที่ตำแหน่ง 3′, 7′ และ 11′ เรียกว่า unsaturated side chain



รูป โครงสร้างวิตามินอี (Tocopherol)

3. โทรลอก (trolox)

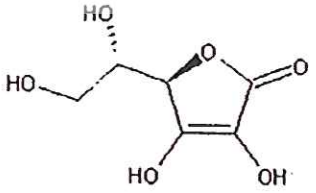
เป็นอนุพันธ์ของวิตามินอี ที่สามารถละลายได้ในน้ำ โดยมีการแทนที่ของส่วนที่ไม่ละลายน้ำด้วยหมู่คาร์บอกซิลิก (-COOH group) ที่เป็นส่วนที่ละลายน้ำได้ trolox เป็นแอนติออกซิแดนท์ที่กำจัดพวกเปอร์ออกซิลและอัลคอกซิล เรดิคัล จากนั้นจะเปลี่ยนรูปเป็น trolox radical โดยวิตามินซี เป็นตัวช่วยให้คืนรูปกลับมา (สุภามาศ อินทฤทธิ์, 2547) (โอภา วัชระคุปต์, 2549)



รูป โครงสร้างของโทรลอก (trolox)

4. วิตามินซี (Ascorbic acid)

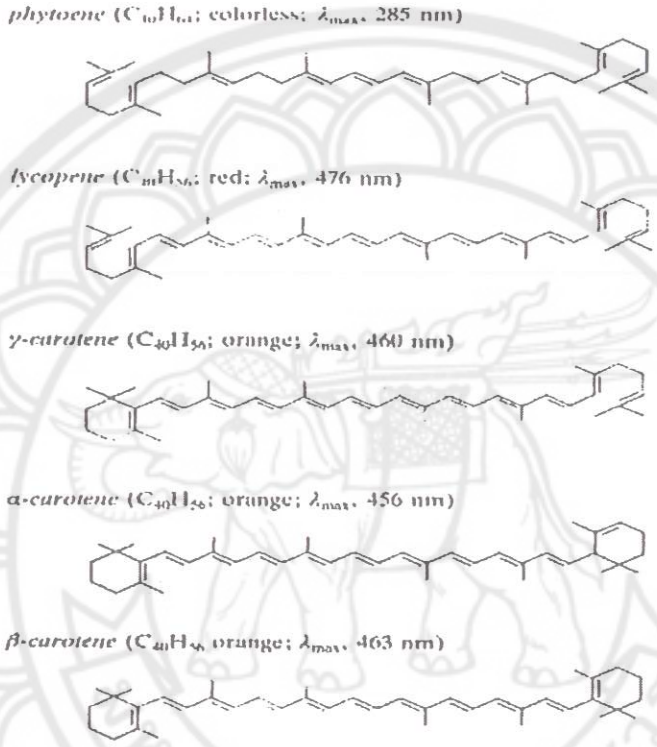
เป็นสาระสำคัญในปฏิกิริยาสายโซ่ของเอนไซม์ที่สำคัญ นอกจากนี้ยังเป็นตัวที่ทำให้วิตามินอี นั้นกลับคืนมาได้ใหม่อีกครั้ง ไวตามินซีเป็นตัวก่อให้เกิดและปกป้องคอลลาเจนเสริมสร้างหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกันให้ดีขึ้น เป็นตัวปรับน้ำตาลในเลือด ปกป้องดวงตาจากการทำลายของแสงอัลตราไวโอเลต ป้องกันการก่อตัวของคลอเรสเตอรอลในผนังเลือดแดง ป้องกันการแข็งตัวของเลือด ช่วยทำให้ปอดทำงานได้ดีขึ้น ช่วยให้มีการดูดซึมเหล็กได้ดีขึ้นที่ลำไส้เล็ก ป้องกันการเปลี่ยนรูปของสารไนไตรท์เป็นสารไนโตรซามีน ซึ่งเป็นสารก่อตัวมะเร็ง และเป็นตัวร่วมในการสร้างฮอร์โมนที่เป็นตัวลดระดับภาวะตึงเครียดและภาวะการอักเสบ (สุภามาศ อินทฤทธิ์, 2547) (โอภา วัชระคุปต์, 2549)



รูป โครงสร้างของวิตามินซี (Ascorbic acid)

5. สารกลุ่มคาร์โรทีนอยด์ (carotenoids)

เป็นสารที่มีกลุ่มพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยวหรือระบบคอนจูเกต (conjugated system) ในโครงสร้าง เป็นสารที่สามารถยับยั้งการเกิดออกซิดชันของไขมันได้ดี โดยจับกับเปอร์ออกซิลเรดิคอลของกรดไขมัน ทำให้ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาต่อไปได้อีก คาร์โรทีนอยด์มีทั้ง α-, β-, γ- และ §- คาร์โรทีน ละลายในไขมัน เป็นตัวที่มี conjugated ¶-electron มากที่สุด (สุภามาศ อินทฤทธิ์, 2547) (โอภา วัชระคุปต์, 2549)



รูป โครงสร้างของกลุ่มคาร์โรทีนอยด์ (carotenoids)

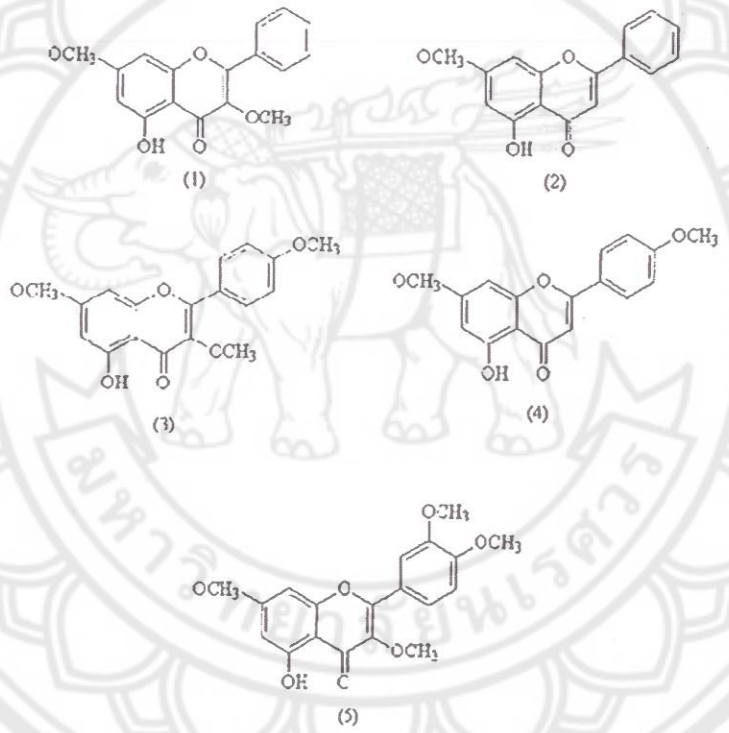
6. สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids)

เป็นสารที่พบมากที่สุดในธรรมชาติ พบได้ในแทบทุกส่วนของพืช เช่น ราก ลำต้น ใบ ดอกและผล เป็นสารที่ให้สี (pigments) ฟลาโวนอยด์แบ่งออกตามโครงสร้างได้มากกว่า 10 กลุ่ม และในแต่ละกลุ่มยังแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆได้อีก จากการศึกษาตั้งแต่ ค.ศ. 1962 ทำให้ทราบถึงบทบาทของฟลาโวนอยด์ในแง่ต่างๆของพืชและสิ่งแวดล้อมอันรวมถึงมนุษย์และสัตว์ ที่เห็นได้ชัด เช่น การล่อแมลงและนกให้มาช่วยขยายพันธุ์พืชด้วยการผสมเกสร ฟลาโวนอยด์ยังช่วยป้องกันพืชจากการรุกรานของราและแบคทีเรียได้อีกด้วย ในอดีตฟลาโวนอยด์ยังได้รับการนิยามว่ามีคุณค่าทางอาหารเรียกว่า ไวตามิน พี (permeability) แต่เมื่อไม่มีการพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารนี้จึงเปลี่ยนมาใช้ชื่อว่า bio-flavonoid เชื่อกันว่าสารนี้มีฤทธิ์ต่อหลอดเลือดฝอย

ฟลาโวนอยด์ที่สำคัญทางเภสัชกรรมและการแพทย์แผนปัจจุบันในขณะนี้ ได้แก่ รูทิน (rutin) ช่วยเพิ่มความต้านทานของหลอดเลือดฝอย และสารสกัดจากใบแป๊ะก๊วยช่วยเพิ่มการไหลเวียนของโลหิตไปสมอง และช่วย

ทำลายอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดความเสื่อมของเนื้อเยื่อในร่างกายมนุษย์ ฟลาโวนอยด์ เป็นสารที่มีสมบัติในการยับยั้งในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ดีมากในอาหารประเภทไขมันและไขมันผสมน้ำ

ในพืชฟลาโวนอยด์เป็นสารอินทรีย์ประเภทโพลิฟีนอล (polyphenol) มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นไดฟีนิลโพรเพน เป็นกลุ่มของสารที่มีคาร์บอน 15 ตัว จัดเรียงตัวแบบ C6-C3-C6 ในระบบ 3 วง เรียก วง A วง B และวง C โดยที่วง A และวง B เป็นหมู่ฟีนิล และวง C เป็นแลคโทน (lactone ring) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของวง C ทำให้แยกฟลาโวนอยด์ ออกเป็นชนิดต่างๆ และการแทนที่ด้วยหมู่ไฮดรอกซิลที่วง A และวง B ตามตำแหน่งต่างๆ ทำให้เกิดอนุพันธ์ของฟลาโวนอยด์ชนิดต่างๆมากมาย (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ, 2543) (สุภามาศ อินทฤทธิ์, 2547) (โอภา วัชระคุปต์, 2549) (Javanmard J, Stushnoff C, Locke E and Vivanco JM, 2003) (Scartezzini P and Speroin E, 2000)



รูป โครงสร้างของกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids)

7. สารกลุ่มแทนนิน (tannins)

แทนนิน คือ กลุ่มของสารประกอบที่ได้มาจากส่วนต่างๆของพืช เช่น เปลือก ใบ ผล เปลือกผล ซึ่งมีคุณสมบัติละลายได้ดีในน้ำ สามารถรวมตัวกับโปรตีนในหนังสัตว์ ในปัจจุบันได้มีการนิยามว่า “แทนนิน” คือ สารประกอบฟีนอลิคที่ได้จากธรรมชาติที่มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 500 และ 3,000 ทั้งยังมีหมู่ฟีนอลิคไฮดรอกซี (phenolic hydroxyl) อิสระอยู่จำนวนหนึ่ง (1-2 ต่อ 100 หน่วย น้ำหนักโมเลกุล) ที่สามารถเกิดการเชื่อมโยงได้

กับโปรตีนและสารไบโอโพลิเมอร์ (biopolymer) เช่น เซลลูโลส (cellulose) และเพคติน (pectin) ได้สารใหม่ที่มีคุณสมบัติคงตัว

ธรรมชาติของแทนนินนั้น พบว่ามีการกระจายตัวอยู่ในอาณาจักรของพืชเกือบทุกวงศ์และเกิดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่เด่นมากในพืชใบเลี้ยงคู่จำนวนมากมาย แต่ในพืชชั้นต่ำ เช่น เชื้อรา สาหร่าย มอสส์ (moss) ลิฟเวอร์เวิร์ท (liverworts) ตลอดจนพวกหญ้าทั้งหลายพบว่ามีแทนนินเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยมาก บทบาททางนิเวศวิทยาของแทนนิน ที่พบอยู่ในพืชยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด โดยทั่วไปแล้วพืชทั้งหลายมักจะมีแทนนินเป็นองค์ประกอบ

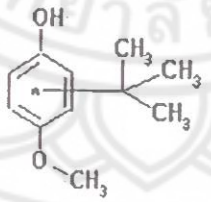
แทนนินเป็นสารประกอบเชิงซ้อนฟีนอลิค (complex phenolic compound) ที่ซับซ้อนเป็นส่วนมาก ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน มีรูปผลึกไม่แน่นอน (amorphous) และไม่สามารถตกผลึกได้ (uncrystallization) เป็นการยากที่จะสกัดออกมาได้อย่างบริสุทธิ์ ดังนั้นจึงไม่ค่อยเข้าใจในเรื่องของโครงสร้างแทนนิน เป็นสาเหตุที่ทำให้การแบ่งชนิดของแทนนินขึ้นอยู่กับส่วนประกอบโครงสร้างของโมเลกุลการแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) ด้วยความร้อน กรด ด่าง เอนไซม์ และเชื้อราต่างๆ ดังนั้นเราจึงสามารถแบ่งแทนนินออกเป็น 2 ประเภท คือ แทนนินที่สามารถไฮโดรไลซ์ได้ กับแทนนินที่เกิดการควบแน่น (condended tannin) หรือ catechin หรือ phlobatannin (สุภามาศ อินทฤทธิ์, 2547)

สารแอนติออกซิแดนท์สังเคราะห์

สารแอนติออกซิแดนท์ที่ได้จากการสังเคราะห์มีโครงสร้างได้หลายแบบ และยับยั้งการเกิดออกซิเดชันด้วยกลไกที่แตกต่างกัน (สุภามาศ อินทฤทธิ์, 2547) (โอภา วัชระคุปต์, 2549) สารแอนติออกซิแดนท์สังเคราะห์ชนิด proper antioxidants คือสารที่สมบัติเป็นตัวยับยั้งที่มีกลไกการป้องกันการเกิดออกซิเดชันด้วยตัวของมันเอง เป็นสารที่เติมลงไปเพื่อรับเอาอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นหลังจากสารอินทรีย์เสียไฮโดรเจนไปแล้ว เพื่อให้เกิดเป็นสารใหม่ที่เสถียรกว่าจึงสามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ได้ ซึ่งมีด้วยกัน 4 ชนิด คือ

Butylated Hydroxyanisole (BHA)

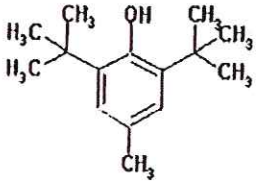
เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่นิยมใช้กันมากชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทที่มีไขมันและน้ำมันเป็นส่วนประกอบ มีลักษณะเป็นของแข็งมันวาวสีขาวละลายได้ในไขมันแต่ไม่ละลายในน้ำ



รูป โครงสร้าง Butylated Hydroxyanisole

Butylated Hydroxytoluene (BHT)

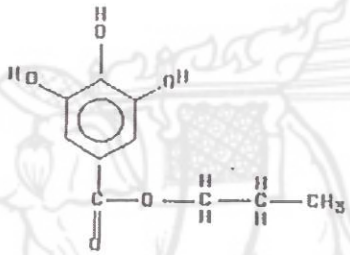
มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว เป็นสารต้านอนุมูลอิสระอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กัน เช่นเดียวกับ BHA แต่มีประสิทธิภาพดีกว่าเล็กน้อย



รูป โครงสร้าง Butylated Hydroxytoluene

Propyl Gallate (PG)

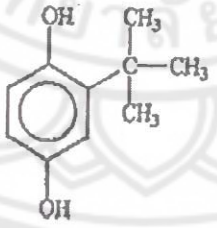
เป็นเอสเทอร์ของกรดแกลลิค มีลักษณะเป็นผงสีขาวละลายน้ำ เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพดีมาก ช่วยป้องกันการเกิดเพอร์ออกไซด์ได้ดี



รูป โครงสร้าง Propyl Gallate

Tertiary Butylhydroquinone (TBHQ)

มีลักษณะเป็นผงสีขาวคล้ำ เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่สุดสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารประเภททอด ช่วยป้องกันเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสีและการเกิดออกซิเดชัน นอกจากนี้ยังละลายได้ดีในน้ำมันและไขมัน



รูป โครงสร้าง Tertiary Butylhydroquinone

นอกจากนี้สารแอนติออกซิแดนท์บางชนิด ต้องทำงานร่วมกับสารแอนติออกซิแดนท์ชนิดอื่นๆ จึงจะมีสมบัติในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันได้ เช่น กรดซิทริก กรดทาร์ทาริก และกรดแอสคอร์บิก (สุภามาศ อินทฤทธิ์, 2547) (โอภา วัชระคุปต์, 2549)

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

1. วิธี DPPH

อนุมูล DPPH• เป็นอนุมูลไนโตรเจนที่คงตัวให้สีม่วง โดยวัดความสามารถในการรีดิวซ์อนุมูล DPPH• จากสีม่วงเป็นไม่มีสี ด้วยเครื่องสเปกโตรสโคปีโดยการดูดกลืนแสงของสีที่ลดลงและความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร การรายงานจะรายงานผลเป็นค่าร้อยละของความสามารถในการดักจับอนุมูลดังสมการข้างล่าง

$$\text{Radical scavenging (\%)} = \frac{A_{control} - A_{sample}}{A_{control}} \times 100$$

ข้อดีของวิธีนี้คือใช้ง่าย เครื่องมือไม่ยุ่งยาก นิยมใช้ในการทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดธรรมชาติรวมทั้งเครื่องดื่มจากสมุนไพร(โอภา วัชระคุปต์, 2549) (Javanmard J, Stushnoff C, Locke E and Vivanco JM, 2003) (Scartezzini P and Speroin E, 2000) (Wu X, Gu L, Holden J, Haytowitz DB, Gebhardt SE, Beecher G and Prior RL, 2004) (Gorinstein S, Huang D, Leontowicz M, Yamamnoto K and Soliva-Fortuny R, 2006) (Milardovi´C S, Ivekovic D and Grabari´C BS, 2006) (Chandrasekar D, Madhusdhana K, Ramakrishna S and Diwan PV, 2006) (Tachakittirungrod S, Okonogi S and Chowwanapoonphon S, 2007)

จุดอ่อนของวิธีนี้คืออนุมูล DPPH• มีความคงตัวดี ไม่ว่องไวเหมือนอนุมูลอิสระในร่างกาย และโครงสร้างของ DPPH• จะถูกบังด้วยวงเบนซีนถึง 3 หมู่ ทำให้สารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีโครงสร้างเกะกะไม่สามารถเข้าไปขจัดอนุมูลอิสระได้ ทำให้บางครั้งสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีไม่สามารถเข้าทำปฏิกิริยาได้ หรือปฏิกิริยาอาจช้า (โอภา วัชระคุปต์, 2549)

2.วิธี Trolox

วิธีนี้เป็นการวัดความสามารถในการขจัดอนุมูล ABTS•+ ที่มีความคงตัว ABTS จะถูกออกซิไดซ์เป็น ABTS•+ เมื่อเติมสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลงไปสีจะลดลง ผลจะคำนวณออกมาในรูปของความสัมพันธ์กับสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน Trolox จึงเรียกว่า Trolox Equivalent Antioxidant Capacity; TEAC ปัจจุบันการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระนิยมทดสอบด้วยวิธี DPPH และวิธี TEAC ควบคู่กัน (Apak R, Güclü K, Demirata B, Özyürek M, Celik SE, Bektasoglu B, Berker KI and Özyürt D, 2007) (Re R, Pellegrini P, Proteggente A, Pannala A, Yang M and Rice-Evens C, 1999) (Ozgen M, Reese RN, Tulio JR AZ, Scheerens JC and Miller AR, 2006) (Collins PJ, Dobson ADW and Field JA,1998) (Alzoreky N and Nakahara K, 2001)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. เครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร Instron
2. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
3. เครื่องปั่นเหวี่ยงอุณหภูมิต่ำ (Refrigerated centrifuge)
4. เครื่องวัดสี Hunter lab (DP 9000)
5. เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl method
6. เครื่องมือวิเคราะห์ไขมันด้วยวิธี Soxhlet
7. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ความชื้น ได้แก่ ถ้วยวิเคราะห์ความชื้น (Moisture can) และโถดูดความชื้น (Desiccator)
8. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์
9. อุปกรณ์และห้องปฏิบัติการการทดสอบทางประสาทสัมผัส
10. ชุดคอมพิวเตอร์ พร้อมเครื่องพิมพ์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันเทศ

1.1 การเตรียมตัวอย่าง

วัตถุดิบ

มันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 และสายพันธุ์สีส้ม (T101) หัวรูปทรงแบบยาวรี หัวมีผิวสีแดง เนื้อสีม่วง ขนาดของหัวเฉลี่ย กว้าง 3.5 เซนติเมตร ยาว 13.6 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยว 90-110 วัน เพาะปลูกจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร สำนักวิจัยและพัฒนาเขตที่ 2

วิธีการเตรียมวัตถุดิบ

ล้างทำความสะอาดมันเทศ จากนั้นปอกเปลือกมันเทศ นำเปลือกมันเทศเข้าหม้อนึ่งอัดความดัน ที่อุณหภูมิ 121°c นาน 15 นาที ทำแห้งเปลือกมันเทศด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นประมาณร้อยละ 7 นำเปลือกมันเทศมาบดให้ละเอียด ให้มีขนาดประมาณ 0.02 เซนติเมตร สกัดไขมันออกโดยใช้ตัวทำละลายปิโตรเลียมอิเทอร์โดยวิธี (Bligh and Dryer, 1959)และนำไปอบแห้งอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างเปลือกมันเทศที่สกัดไขมันแล้วนำวิเคราะห์

เปลือกมันเทศ พันธุ์สีม่วง (พจ. 65-3) สายพันธุ์สีส้ม (T101)

↓

ล้างทำความสะอาด

↓

นำเข้าหม้อนึ่งอัดความดัน

↓

อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นประมาณร้อยละ 7

↓

บดจนมีความละเอียดประมาณ 0.02 เซนติเมตร

↓

สกัดไขมันด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์

↓

ระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์

↓

เปลือกมันเทศแห้งที่สกัดไขมันแล้ว

2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันเทศ

ชั่งเปลือกมันเทศ จำนวน 10 กรัม สกัดโดยการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระด้วยตัวทำละลายได้แก่ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน (อัตราส่วนเปลือกมันเทศต่อตัวทำละลาย 1:10 w/v) อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที นำตัวอย่างมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 จากนั้นทำการสกัดตัวอย่างซ้ำด้วยวิธีเดิมจำนวน 3 ซ้ำ นำตัวทำละลายมารวมกัน วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD และ ทำการระเหยตัวทำละลายออกให้แห้งด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 45°c เก็บตัวอย่างเพื่อนำไป แสดงดังแผนภาพ

- วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (AOAC, 2000)
- วิเคราะห์แอนโทไซยานิน (AOAC, 2000)
- วิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ (AOAC, 2000)
- วัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ตามวิธีของ Turkmen (2005)
- วัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ตามวิธีของ Re el et al. (1999)

3. ทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นวัตถุกันหืนของสารที่สกัดได้จากเปลือกมันเทศ ทดสอบเปรียบเทียบในผลิตภัณฑ์น้ำมันทอดอาหาร

- **นำวิธีการสกัดที่ให้ประสิทธิภาพในการสกัดดีที่สุดในแต่ละตัวทำละลายมาทดสอบ**

โดยพิจารณาจากค่าเปอร์ออกไซด์ ค่าทีบีวี ค่าพาราแอนนิซิดีน ค่ากรดไขมันอิสระ

น้ำมันชนิดต่างๆที่ไม่เติมวัตถุกันหืน

↓

เติมสารสกัดแห้งจากข้อ 13.1.2 บีเอชที บีเอชคิว โพรพิลแกลแลต ที่ระดับความเข้มข้น 0.02

↓

ผสม

↓

ใส่หลอดฝาเกลียว

↓

เก็บที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส

↓

วิเคราะห์

4. วิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบการยอมรับ โดยการนำข้อมูลที่ได้มาประเมินผลความแตกต่างด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.00

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

ตอนที่ 1 ศึกษาสายพันธุ์มันเทศที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันเทศ

ศึกษาสายพันธุ์มันเทศที่ใช้ในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจำนวน / สายพันธุ์ ได้แก่ มันเทศสายพันธุ์พิจิตร 65-3 และสายพันธุ์ T101 โดยใช้ตัวทำละลาย อุณหภูมิ และระยะเวลาในการสกัดเดียวกัน

จากการศึกษาผลของสายพันธุ์ของเปลือกมันเทศต่อปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่าง ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแอนไทไซยานิน ปริมาณฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS โดยใช้เปลือกมันเทศ 2 พันธุ์คือ พันธุ์สีม่วง (พจ. 65-3) และพันธุ์สีส้ม (T101) ตัวละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการสกัด 30 นาที พบว่า สายพันธุ์ของเปลือกมันเทศทั้ง 2 ชนิดมีผลต่อค่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แอนไทไซยานิน ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ($p<0.05$) โดยเปลือกมันเทศสายพันธุ์สีม่วง (พจ.65-3) จะให้ค่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แอนไทไซยานิน ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด โดยมีค่า 1,578.46±19.83 mg GAE/100ml extract, 1,152.42±11.07 mg/100ml extract, ร้อยละ 51.45±1.52 ตามลำดับและพบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS รายงานในค่า IC_{50} จะให้ค่าต่ำกว่าเปลือกมันเทศสายพันธุ์สีส้ม(T101) โดยมีค่า 3.15±0.52 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่พบว่า เปลือกมันเทศทั้งสองชนิดมีปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างและปริมาณฟลาโวนอยด์ ไม่ต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ 6.57±0.41 และ 6.32±0.78 และปริมาณฟลาโวนอยด์ 4,252.50±236.88 และ 4,020.00±190.91mg/100ml extract ในพันธุ์สีม่วงและสีส้มตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

การสร้างสารประกอบฟีนอลิกของพืชจะมีปัจจัยทางด้านพันธุ์กรรมและสภาพแวดล้อมในการปลูกเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งจะทำให้มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของมันเทศ (Howd L. R. et al., 2002; Islam M. S. et al., 2003) ซึ่งสอดคล้องการศึกษาของ (Choong C. T. et al., 2007) ศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิก และแคโรทีนของมันเทศหลายสายพันธุ์ที่มีสีเนื้อต่างกัน พบว่า มันเทศสายพันธุ์ที่มีสีม่วงพบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิก และแคโรทีนสูงที่สุด รองลงมา พันธุ์สีส้ม พันธุ์สีเหลือง และพันธุ์สีขาว ตามลำดับ

สรุปผล

จากการศึกษาสายพันธุ์มันเทศที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันเทศ พบว่า มันเทศสายพันธุ์สีม่วง (พจ.65-3) ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด และพบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS รายงานในค่า IC_{50} จะให้ค่าต่ำกว่าเปลือกมันเทศสายพันธุ์สีส้ม(T101) ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเลือกเปลือกมันเทศสายพันธุ์สีม่วง (พจ. 65-3) ทำการทดลองต่อในตอนที่ 2

ตาราง 1 การวิเคราะห์สายพันธุ์ของเปลือกมันเทศที่เหมาะสมในการสกัดปริมาณฟีนอลิก

	สายพันธุ์เปลือกมันเทศ	
	พันธุ์สีม่วง (พจ. 65-3)	พันธุ์สีส้ม (T101)
ปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่าง	6.57±0.41a	6.32±0.78a
ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/100ml extract)	1,578.46±19.83a	1,207.46±8.16b
ปริมาณแอนไทไซยานิน (mg/100ml extract)	1,152.42±11.07a	884.81±9.01b
ปริมาณฟลาโวนอยด์ (mg/100ml extract)	4,252.50±236.88^{ns}	4,020.00±190.91 ^{ns}
ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH (%)	51.45±1.52a	39.47±0.75b
ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS (IC_{50} ,มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	3.15±0.52a	4.27±0.35b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวนอนหมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

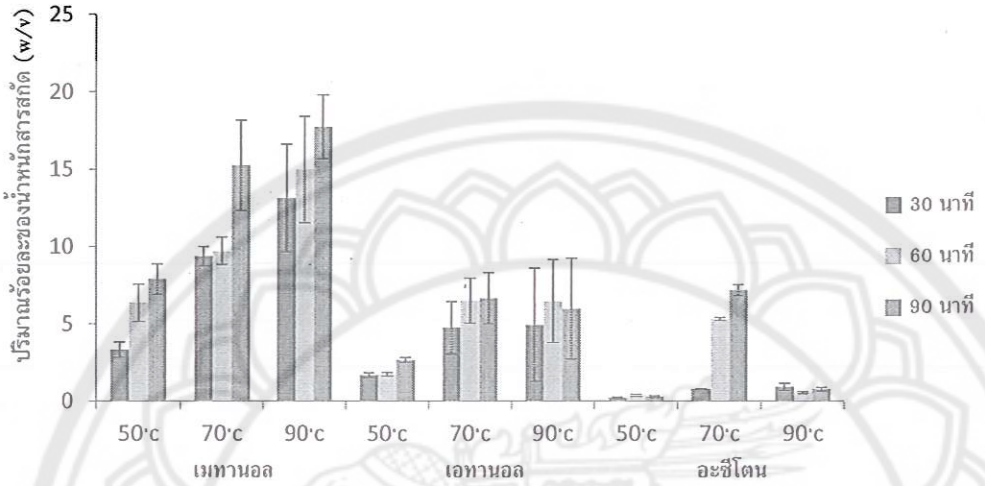
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิก และตรวจสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกมันเทศ

1. วิเคราะห์ปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างที่สกัดได้

จากการศึกษาปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ. 65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที พบว่า ชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดด้วยเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ให้ค่าปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างสูงที่สุด รองลงมาคือเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 และอะซีโตนตามลำดับ (รูปที่ 1).

สำหรับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างที่สกัดได้เช่นเดียวกัน พบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และระยะเวลาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดด้วยอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างสูงที่สุด รองลงมาคืออุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และที่ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที ปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างที่สกัดได้มีปริมาณสูงที่สุด รองลงมาคือระยะเวลาการสกัด 60 และ 30 นาที ตามลำดับ ($p<0.05$) โดยค่าปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง (0.31±0.05 - 17.72±2.07 w/v) โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างสูงที่สุดคือ การสกัดด้วยตัว

ทำลายเมทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที และสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างน้อยที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที ดังแสดงในรูปที่ 1

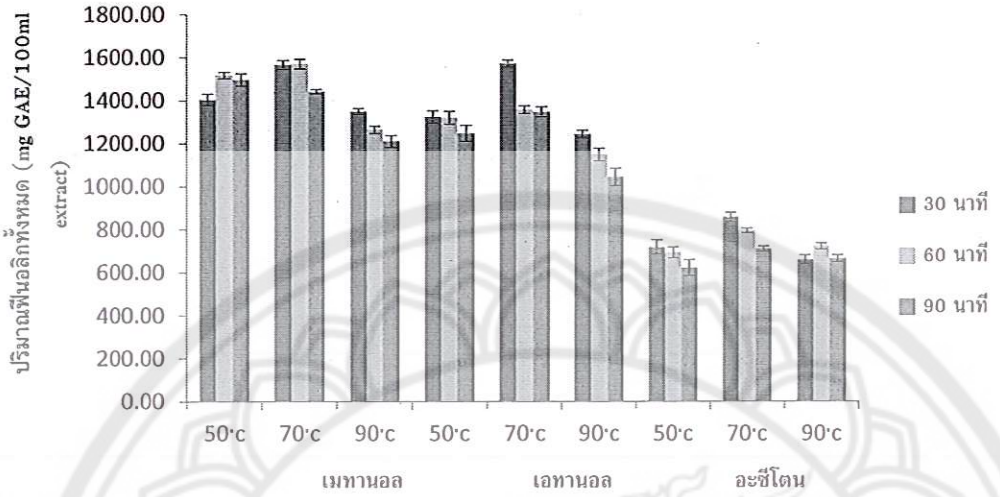


รูปที่ 1 ปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที

2. วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

จากการศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่สกัดจากเปลือกมันเทศ โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที พบว่าชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการสกัดเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 และเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ให้ค่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด ($p>0.05$) ในขณะที่ตัวทำละลายอะซีโตนให้ค่าปริมาณฟีนอลิกน้อยที่สุด ($p<0.05$) โดยปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดคือการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีค่า 1,570±16.10 mg GAE/100ml extract และ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดน้อยที่สุดคือการสกัดด้วยอะซีโตนมีค่า 621.35±37.38 mg GAE/100ml extract

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการสกัดที่อุณหภูมิสูงและระยะเวลานาน มีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกลดลง โดยค่าปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง (621.35±37.38 - 1,570.84±16.10 mg GAE/100ml extract) โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างมากที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำลายเอทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที และสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างน้อยที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที ดังแสดงในรูปที่ 2

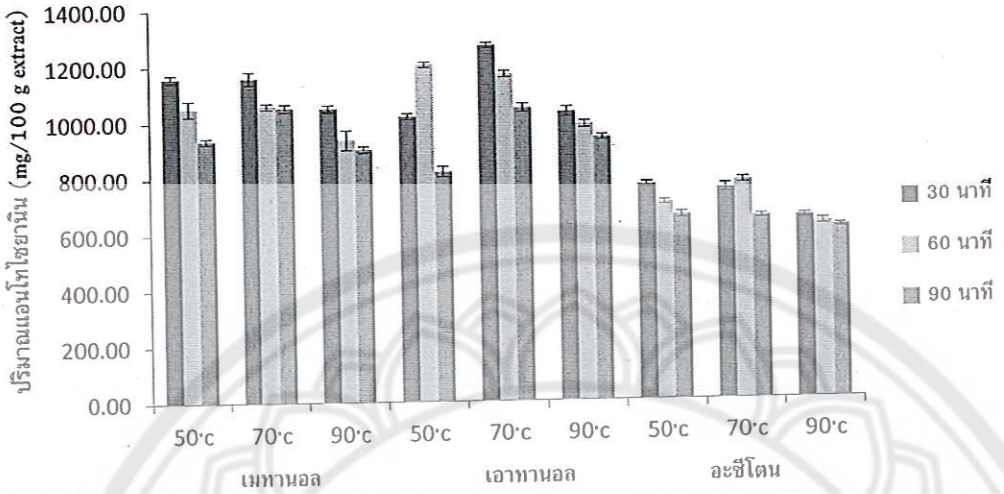


รูปที่ 2 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที

3. วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน

จากการศึกษาปริมาณแอนโทไซยานิน พบว่าชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการสกัดเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 และเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ให้ค่าปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด ($p>0.05$) ในขณะที่ตัวทำละลายอะซีโตนให้ค่าปริมาณฟีนอลิกน้อยที่สุด ($p<0.05$) โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล ให้ค่าปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด รองลงมา เมทานอล และอะซีโตนน้อยที่สุด ตามลำดับ

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดต่อปริมาณแอนโทไซยานินพบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดโดยใช้อุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลานานขึ้นมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินลดลงด้วยเช่นกัน โดยค่าปริมาณที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง (613.36±5.87 - 1,268.41±9.31 mg/100ml extract) โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างมากที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำลายเอทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที และสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างน้อยที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ปริมาณแอนโทไซยานินที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที

4. วิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์

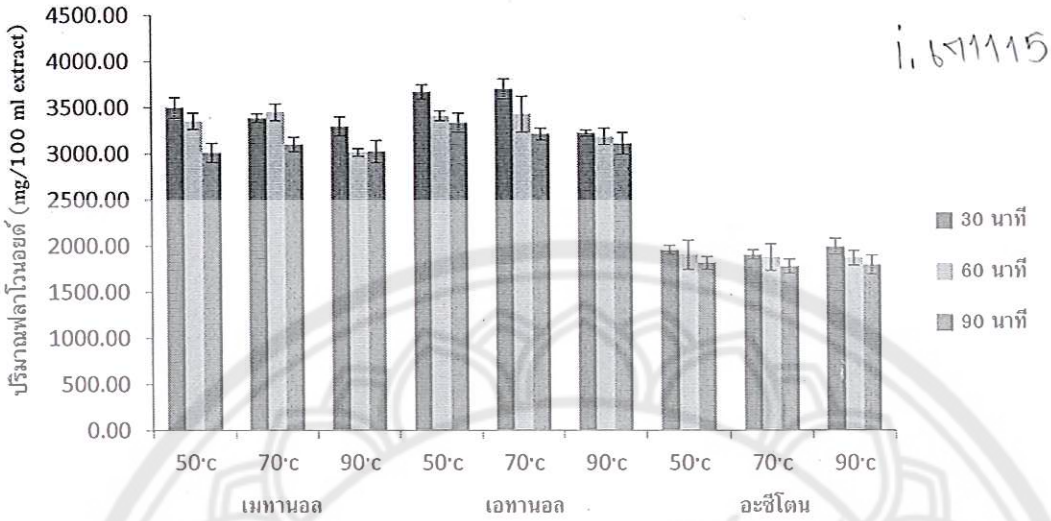
จากการศึกษาปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สกัดจากเปลือกมันเทศ พบว่าชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณฟลาโวนอยด์มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ให้ค่าปริมาณฟลาโวนอยด์สูงที่สุด รองลงมาคือ เมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 และอะซีโตนให้ปริมาณฟลาโวนอยด์น้อยที่สุด ตามลำดับ

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดปริมาณฟลาโวนอยด์พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณฟลาโวนอยด์มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดโดยใช้อุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลานานขึ้นมีผลทำให้ปริมาณฟลาโวนอยด์ลดลงด้วยเช่นกันโดยค่าปริมาณที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง (1,781.69±78.40 - 3,701±46.67 mg/100ml extract) โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างมากที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำลายเอทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที และสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างน้อยที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที ดังแสดงในรูปที่ 4

ว TP
159
.A5
ม58ร5
2557

สำนักหอสมุด
๓ - ก.พ. ๒๕๕๘

i. ๓๗๗๑๕๗

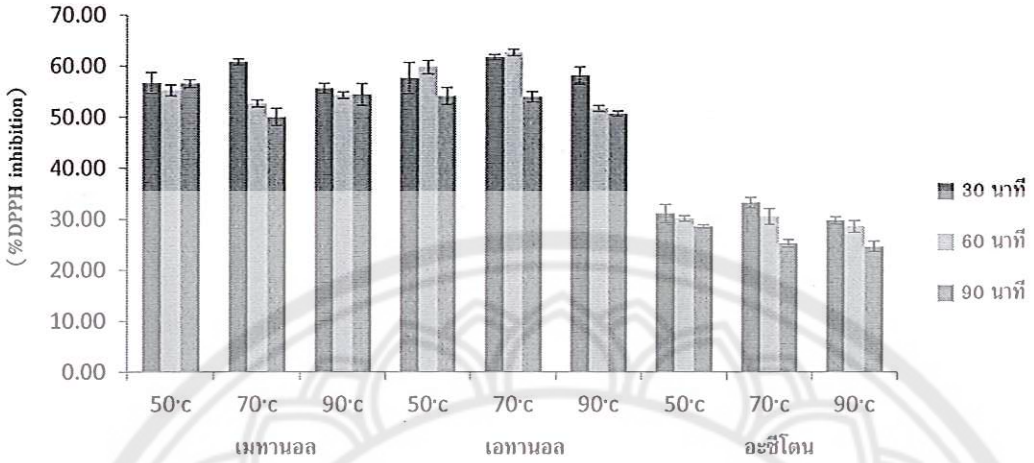


รูปที่ 4 ปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที

5. การวัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

การศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ที่สกัดจากเปลือกมันเทศ โดยผลการทดลอง พบว่าชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด คือมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% Inhibition) เท่ากับ 61.72% เมื่อเทียบกับตัวทำละลายเมทานอลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที เช่นกัน และตัวทำละลายที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดคือ อะซีโตนพบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 24.68%

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดโดยใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลานานมีผลทำให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระลดลง โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีค่าอยู่ในช่วง (61.72±0.55 – 24.68±1.02%) สภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำลายเอทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที และสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที ดังแสดงในรูปที่ 5

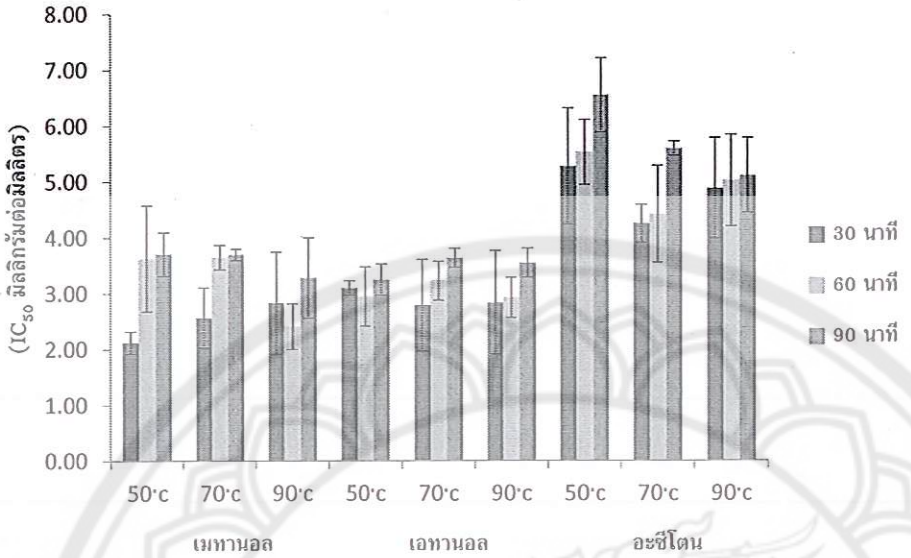


รูปที่ 5 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระวัดด้วยวิธี DPPH ที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที

6. การวัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

การศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ที่สกัดจากเปลือกมันเทศ โดยรายงานค่าในรูป IC_{50} (Inhibition concentration , ความเข้มข้นของสารที่มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50%) โดยค่าตัวเลขต่ำแสดงถึงว่ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูง โดยผลการทดลอง พบว่าชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล ให้ค่า IC_{50} น้อยที่สุด เท่ากับ 2.12 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อเทียบกับตัวทำละลายเอทานอล พบว่าให้ค่า IC_{50} ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ที่อุณหภูมิและระยะเวลาเดียวกันเช่นกัน เช่นกัน ในขณะที่ตัวทำละลายอะซีโตน ให้ค่า IC_{50} สูงที่สุด เท่ากับ 6.55 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัด พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ค่า IC_{50} มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดโดยใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลานานมีผลทำให้ค่า IC_{50} สูงมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระวัดด้วยวิธี ABTS และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีค่าอยู่ในช่วง (2.12±0.20 – 6.55±.66%) สภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่า IC_{50} น้อยที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำลายเมทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที และสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่า IC_{50} สูงที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที



รูปที่ 6 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระวัดด้วยวิธี ABTS โดยรายงานค่าในรูป IC_{50} ที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัดคือ 30 60 และ 90 นาที

อภิปรายผลการศึกษา

1. วิเคราะห์ปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างที่สกัดได้

จากการวิเคราะห์ปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่าง แสดงเห็นได้ว่าปริมาณร้อยละของน้ำหนักที่สกัดได้มีความสัมพันธ์กับสภาพขั้วของตัวทำละลาย คือ เมทานอลมีความมีขั้วสูงที่สุด รองลงมาคือเอทานอล และอะซีโตน ตามลำดับเช่นกัน ดังเช่นการทดลองของ (Zia-ur-Rehman et al., 2004) ที่พบว่าการสกัดปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างจากเปลือกมันฝรั่งด้วยตัวทำละลายที่ต่างกันได้แก่ เอทานอล เมทานอล อะซีโตน ปิโตรเลียมอีเทอร์ และอีเทอร์ แสดงให้เห็นว่า ปิโตรเลียมอีเทอร์สามารถสกัดได้มากที่สุด รองลองมาคือเมทานอล เอทานอล และอะซีโตน ตามลำดับ เช่นเดียวกับ (ศิวาพร และณัฏฐินี, 2546) ศึกษาการสกัดเปลือกมันฝรั่งด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน พบว่าปริมาณการสกัดด้วยเมทานอลให้ปริมาณร้อยละของน้ำหนักตังอย่างสูงที่สุด รองลงมาคือเอทานอล อะซีโตน และน้ำ ตามลำดับ

2. วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีความแตกต่าง ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิกเป็นกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ต่ออยู่กับหมู่แอริล (R) ซึ่งสามารถถูกสกัดได้ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ในสภาพที่มีขั้วที่ใกล้เคียงกัน โดยส่วนใหญ่สารประกอบฟีนอลิกจะละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีสภาพขั้วสูง ซึ่งสัมพันธ์กับสภาพขั้วของตัวทำละลาย คือ เมทานอลมีความมีขั้วสูงที่สุด รองลงมาคือเอทานอล และอะซีโตน ตามลำดับเช่นกัน ดังนั้นจึงทำให้การสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลและเอทานอลมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน ดังเช่นการทดลองของ (Jung et al., 2006) พบว่า เอาทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการ

สกัดปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดจากใบของโสมป่า และจากการศึกษาของ (Zhao and Hall, 2008) พบว่า การสกัดลูกเกดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล

การสกัดโดยใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลานาน มีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกลดลง เนื่องมาจากการความร้อนหรือระยะเวลาในการสกัดที่เพียงพอในสภาวะการสกัดที่เหมาะสมมีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกสูงขึ้น แต่การให้ความร้อนหรือระยะเวลาในการสกัดที่มากเกินมีผลอาจทำให้สารประกอบฟีนอลิกบางส่วนถูกออกซิไดซ์ด้วยแสง และอนุมูลโลหะที่มีอยู่ในพืช (Rajalakshmi and Narasimhan, 1998) จึงทำให้เมื่อสกัดเป็นเวลานานกลับทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Wang et al., 1996) พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในส้มเริ่มลดลงเมื่อทำการสกัดนานขึ้น

3. วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานิน เป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ เป็นสารให้สีตามธรรมชาติโดยสีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่าง แอนโทไซนายนินจึงมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเนื่องจากโครงสร้างของสารแอนโทไซยานินจัดเป็นสารประกอบไซยานิดิน 3 กลูโคไซด์ (cyaniding 3-glucoside) และ พีโอนิดิน 3 กลูโคไซด์ (peonidin 3-glucoside) ที่สามารถละได้ได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้ว ความมีขั้วดังกล่าวได้ส่งผลต่อการสกัดและการแยกแอนไซยานินในตัวอย่าง โดยตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีขั้วสามารถกัดแอนโทไซยานินได้ดีกว่าตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว (Finocchiaro et al., 2010) ซึ่งผลงานวิจัยได้สอดคล้องกับ การวิจัยที่ว่าการสกัดในช่วยอุณหภูมิสูงจะเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด แต่ถ้าสูงเกินไปจะทำให้แอนโทไซยานินเกิดการสลายตัวได้ เมื่ออุณหภูมิในการสกัดสูงขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเวลาในการสกัดนานขึ้นมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินลดลง (ดวงกมล และคณะ, 2551)

4. วิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์

ฟลาโวนอยด์เป็นสารประกอบในกลุ่มของฟีนอลิก ซึ่งมีสมบัติในการต้านออกซิเดชันที่ดี เนื่องจากโครงสร้างทางเคมีของฟลาโวนอยด์สามารถให้อิเล็กตรอน หรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ จึงทำให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระที่มีความคงตัวมากขึ้น จึงมีความสามารถในการยับยั้งหรือชะลอ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ (Cook & Samman, 1996) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาของ (Pinelo et al., 2004) ซึ่งได้ทำการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ คือ quercetin โดยใช้ตัวทำละลายต่างกันได้แก่ เอทานอล เมทานอล และน้ำ พบว่า quercetin ในตัวทำลายเอทานอลมีคุณสมบัติในการต่านอนุมูลอิสระดีที่สุด รองลงมาคือ เมทานอล และน้ำ ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนจะทำให้ความสามารถในการให้อะตอมไฮโดรเจนของสารประกอบฟีนอลิกเปลี่ยนแปลงไป และนอกจากนนี้จากนี้ (Pedrielli et al., 2001) พบว่าสมบัติในการต้านออกซิเดชันของ quercetin ในตัวละลายที่มีคุณสมบัติเป็น non-hydrogen bonding มีค่ามากกว่าตัวทำละลายที่มีคุณสมบัติเป็น water-like

5. การวัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

จากการวัดค่า % Inhibition พบว่า เมื่อพิจารณาจากปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าการสกัดเปลือกมันเทศด้วยตัวทำละลายที่มีปริมาณฟินอลิกมากก็จะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า เอทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพ

ที่สุดในการสกัดสารที่มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในใบมะกอกโอลีฟ (นันทิชา และศศิธร, 2554)

6. การวัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

จากการศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ที่สกัดจากเปลือกมันเทศ โดยรายงานค่าในรูป IC_{50} (Inhibition concentration , ความเข้มข้นของสารที่มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50%) โดยค่าตัวเลขต่ำแสดงถึงว่ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูง เมื่อพิจารณาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS พบว่ามีความสอดคล้องกัน การสกัดเปลือกมันเทศด้วยตัวทำละลายที่มีปริมาณฟีนอลิกมากก็จะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากตามไปด้วย

สรุปผล

เปลือกมันเทศที่สกัดด้วยตัวทำละลาย อุณหภูมิ และระยะเวลาในการสกัดต่างๆ มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ที่ต่างกัน พบว่าการสกัดที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดคือการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% เมทานอล 95 % และอะซีโตนตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดพบว่าการสกัดที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดคือการสกัดด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัดนาน 30 นาที ดังนั้นการทดลองนี้ เอทานอลจึงเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกมันเทศมากที่สุด แต่การที่จะเลือกตัวทำละลาย อุณหภูมิ และระยะเวลาในการสกัดใดๆ ควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆด้วย เช่น ความปลอดภัย และ ราคา เป็นต้น

ตอนที่ 3 การประยุกต์ใช้สารสกัดจากเปลือกมันเทศในน้ำมันพืช

นำสารสกัดจากเปลือกมันเทศโดยเลือกใช้วิธีการสกัดที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด คือการสกัดด้วยตัวละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการสกัด 30 นาที มาทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นวัตถุกันหืนโดยเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA และ BHT) และไนโตรเจนในน้ำมันถั่วเหลืองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 14 วัน

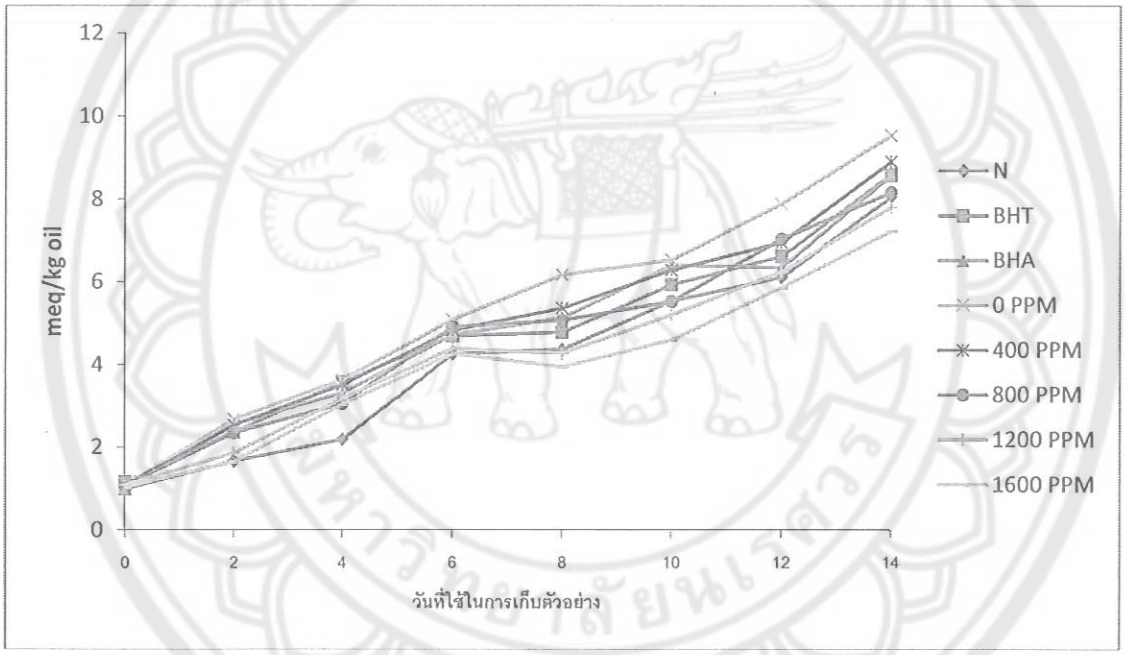
3.1 ตรวจวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide)

ค่าเปอร์ออกไซด์เป็นการวัด degree of lipid oxidation โดยการหาปริมาณออกไซด์ที่มีอยู่ในน้ำมันหรือไขมัน สารเปอร์ออกไซด์จะเกิดขึ้นในน้ำมันหรือไขมันที่ถูกเก็บไว้สัมผัสกับอากาศ (นิธิยา, 2529) ถ้าค่า peroxide value สูง แสดงว่าไขมัน หรือน้ำมันเกิด lipid oxidation มาก มีกลิ่นหืนมาก เกิดปฏิกิริยา oxidative rancidity มาก

จากการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันพืชที่ผ่านการเติม ไนโตรเจน วัตถุกันหืน ได้แก่ BHA และ BHT และสารสกัดจากเปลือกมันเทศความเข้มข้น 0 400 800 1,600 และ 1,800 ppm พบว่า ตัวอย่างน้ำมันพืชที่ผ่านการเติมวัตถุหืนและระยะเวลาในการเก็บที่ต่างกันมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยพบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างนานขึ้นมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์สูงขึ้นในทุกๆตัวอย่างน้ำมันพืช โดยในช่วงเวลาการเก็บวันที่ 0 พบว่า ตัวอย่างน้ำมันพืชทั้งหมดให้ค่าเปอร์ออกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเปอร์ออกไซด์เริ่มสูงขึ้นเรื่อยๆในแต่ละวันของการเก็บรักษา จนถึงวันที่ 14 พบว่า น้ำมันพืชที่ให้ค่าเปอร์ไซด์ต่ำที่สุดคือ น้ำมันพืชที่ผ่านการเติมสารสกัดจากเปลือกมันเทศ 1,600 ppm รองลงมา สารสกัดจาก

เปลือกมันเทศ1,200 ppm ไนโตรเจน สารสกัดจากเปลือกมันเทศ 800 pmm สารสกัดจากเปลือกมันเทศ 400 ppm BHA BHT และสารสกัดจากเปลือกมันเทศ 0 ppm ตามลำดับโดยค่าเปอร์ออกไซด์มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 7.22±0.12 มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง (meq/kg oil) ในตัวอย่างน้ำมันที่ผ่านการเติมสารสกัดจากเปลือกมันเทศ 1,600 ppm และค่าเปอร์ออกไซด์มีค่าสูงสุดเท่ากับ 9.53±0.31 meq/kg oil ในตัวอย่างน้ำมันที่ผ่านการเติมสารสกัดจากเปลือกมันเทศ 0 ppm

ซึ่งระยะเวลาในการเก็บนานขึ้นมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์สูงขึ้นในทุกๆตัวอย่างน้ำมัน สารเปอร์ออกไซด์จะเกิดขึ้นในไขมันหรือน้ำมันอย่างช้าๆ ในระหว่างที่ไขมันหรือน้ำมันถูกเก็บไว้ให้สัมผัสกับอากาศ เรียกว่าเกิด oxidative rancidity เป็นการเกิดออโตออกซิเดชันขึ้นที่พันธะคู่ของของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ดังนั้นไขมันหรือน้ำมันที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบ อยู่ในโมเลกุลมากจะเกิด oxidative rancidity ได้ง่าย จึงทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ที่วิเคราะห์สูงมากขึ้น (ไพจิตร,2530)

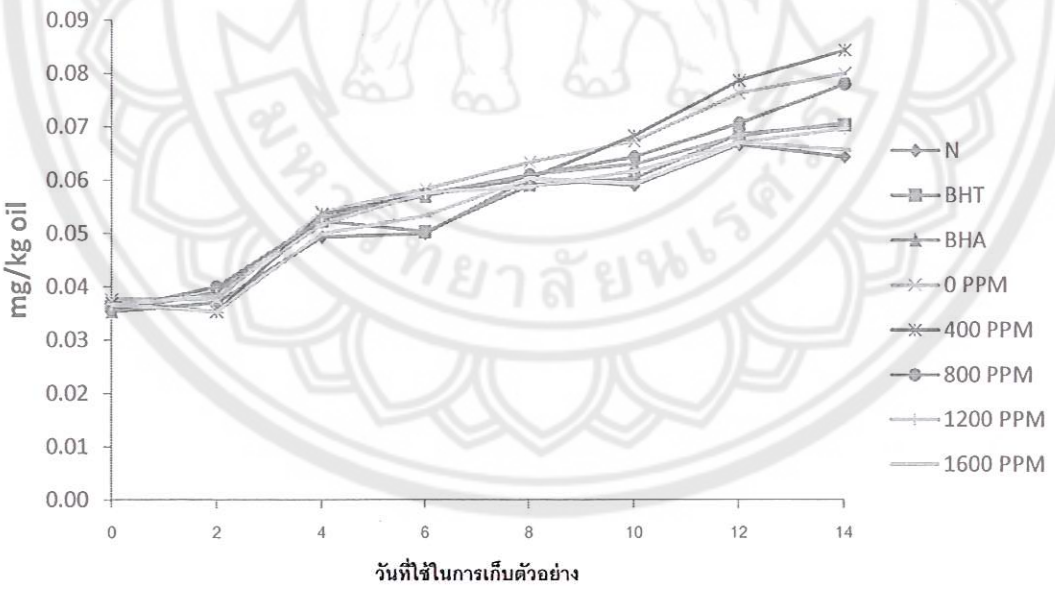


รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันถั่วเหลืองที่เติมสารสกัดจากเปลือกมันเทศเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA และ BHT) และไนโตรเจน

3.2 ตรวจวิเคราห์ค่ากรดไทโอบาร์บิทิวริก (TBA)

ค่า 2-Thiobarbituric Acid Value เป็นสารที่เกิดจากการออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation) โดยการวัด ปริมาณ aldehyde ที่มีอยู่ในน้ำมันจัดเป็นอันตรายทางเคมี (chemical hazard) ในอาหาร (นิธิยา, 2529) จากการวิเคราะห์ค่ากรดไทโอบาร์บิทิวริกของน้ำมันพืชที่ผ่านการเติมวัตถุกันหืนต่างชนิดกัน พบว่าชนิดของวัตถุกันหืนมีผลต่อค่า TBA แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่าตัวอย่างน้ำมันถั่วเหลืองที่มีไม่มีการเติมวัตถุกันหืน และเติมสาสกัดจากเปลือกมันเทศความเข้มข้น 400 ppm จะมีค่า TBA สูงกว่าตัวอย่างอื่น ($P<0.05$) และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาน้ำมันถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ค่า TBA สูงขึ้นเช่นเดียวกันในทุกตัวอย่าง ($P<0.05$) โดยตัวอย่างที่การเติมไนโตรเจน BHT BHA สารสกัดจากเปลือกมันเทศความเข้มข้น 1200 และ 1600 ppm จะให้ค่า TBA ต่ำที่สุดเมื่อเก็นตัวอย่างน้ำมันเป็นเวลา 14 วัน (รูปที่ 8)

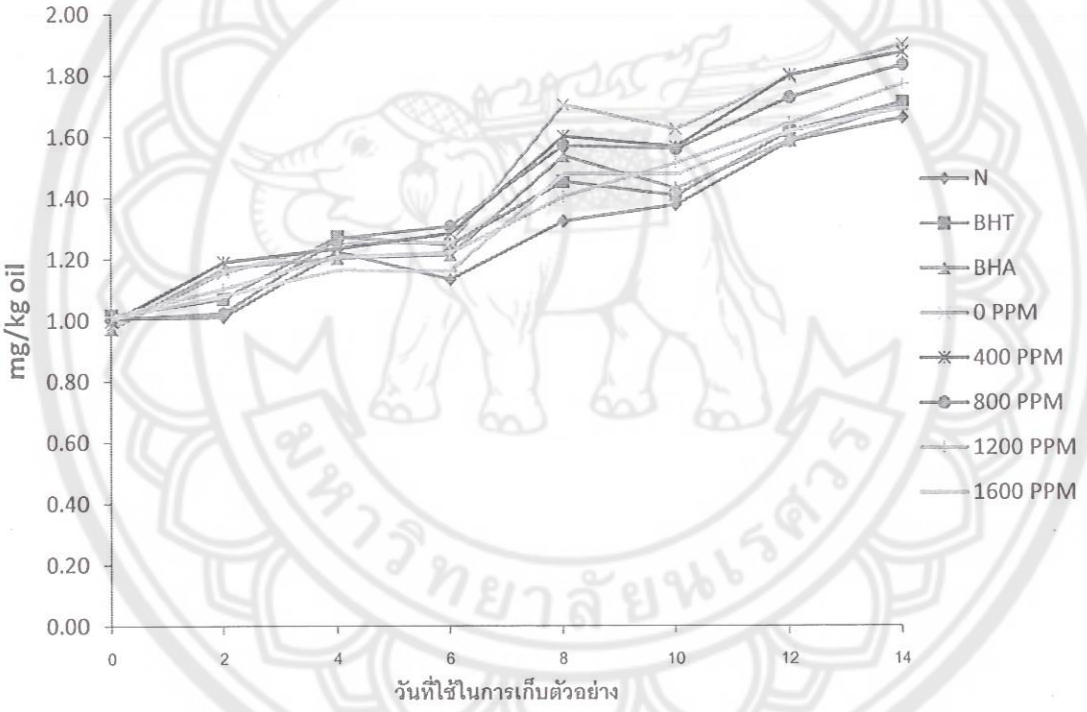
ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพิจารณาการตรวจวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide) จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกัน นั้นคือ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า PV สูงขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ สารที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่นในสารสกัดจากเปลือกมันเทศคือ สารประกอบฟีนอลิก โดยสารสกัดที่ได้จากการทดลองเป็นสารผสม ซึ่งสารผสมที่มีมากและพบในเปลือกมันเทศคือ กรดฟีนอลิก ซึ่งเป็นสารที่มีความสามารถในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่นได้ดี กรดฟีนอลิกและเอสเทอร์จะทำหน้าที่เป็นวัตถุกันหืนปฐมภูมิ โดยให้อิเล็คตรอนกัยอนุมูลอิสระของกรดขัมน อนุมูลเปอร์ออกซี อนุมูลของไฮโดรเปอร์ออกไซด์ และอนุมูลของออกซิเจนที่ไวต่อปปฏิกิริยา ซึ่งเป็นการยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ โดยให้อิเล็คตรอนแล้วจะกลายเป็นอนุมูลของสารประกอบฟีนอลิกที่มีความคงตัว (Shahidi และ Naczk, 1995)



รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของน้ำมันถั่วเหลืองที่เติมสารสกัดจากเปลือกมันเทศเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA และ BHT) และไนโตรเจน

3.3 ตรวจวิเคราะห์ค่าพาราแอนนิซิดีน (p-AV)

การวิเคราะห์ค่าพาราแอนนิซิดีน เป็นการวัดผลิตภัณฑ์ ขั้นที่สอง (secondary product) ที่เกิดจากปฏิกิริยาการออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidationซึ่งค่านี้เป็นดัชนีที่ใช้วัดคุณภาพของไขมัน และน้ำมัน โดยหลักการ Aldehydes จากการเกิด Oxidation ขั้นที่ 2 ของไขมันทำปฏิกิริยากับ p-anisidine ซึ่งสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ โดยที่ p-anisidine value จะแสดงเป็น AV จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าพาราแอนนิซิดีนในน้ำมันถั่วเหลืองที่มีการเติมสารสกัดจากเปลือกมันเทศเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA และ BHT) และไนโตรเจนระหว่างการเก็บรักษา พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อค่าพาราแอนนิซิดีน โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกตัวอย่าง ($P<0.05$) โดยตัวอย่างที่มีการเติมไนโตรเจนและสารสกัดจากเปลือกมันเทศจะมีค่าพาราแอนนีซีดีนต่ำที่สุดเมื่อเก็บรักษาน้ำมันถั่วเหลืองเป็นระยะเวลา 14 วัน (รูปที่ 9)



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าพาราแอนนิซิดีน ของน้ำมันถั่วเหลืองที่เติมสารสกัดจากเปลือกมันเทศเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA และ BHT) และไนโตรเจน

3.4 ตรวจวิเคราะห์ค่ากรดไขมันอิสระ (FFA)

ค่ากรดไขมันอิสระ (FFA) เป็นค่าที่บ่งชี้คุณภาพของน้ำมันและไขมัน โดยเป็นค่าที่บ่งชี้ว่าไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ที่เป็นส่วนประกอบหลักในไขมันและน้ำมัน ถูกย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) โดยมีเอนไซม์ไลเปส (lipase) และความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้ผลิตผล คือกลีเซอรอล และกรดไขมันอิสระ ซึ่งทำให้

น้ำมันและไขมันมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น จากการศึกษา พบว่า ค่า FFA มีค่าอยู่ในช่วง 0.056 – 0.112 % oleic acid โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น ค่า FFA เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัตถุกันหืนที่เติมลงในน้ำมันถั่งเหลือง พบว่า ชนิดของสารกันหืนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า FFA ในน้ำมันถั่วเหลือง ($P>0.05$) (ตาราง 2)

ตาราง 2 การเปลี่ยนแปลงค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty acid, % oleic acid) ของน้ำมันถั่วเหลืองที่เติมสารสกัดจากเปลือกมันเทศเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA และ BHT) และไนโตรเจน

วัตถุกันหืน	วันที่เก็บตัวอย่าง							
	0	2	4	6	8	10	12	14
N	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.112a,B
BHT	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.112a,B
BHA	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.112a,B
0 PPM	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.112b,B	0.112a,B
400 PPM	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.112b,B	0.112a,B
800 PPM	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.112a,B
1200 PPM	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.112a,B
1600 PPM	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.056a,A	0.112a,B

หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b, c ที่แตกต่างกันตามแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษร A, B, C ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผล

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้สารสกัดจากเปลือกมันเทศในน้ำมันพืช โดยนำสารสกัดจากเปลือกมันเทศโดยที่สกัดด้วยตัวละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการสกัด 30 นาที มาทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นวัตถุกันหืนโดยเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA และ BHT) และไนโตรเจนในน้ำมันถั่วเหลืองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่าสารสกัดจากเปลือกมันเทศที่ความเข้มข้น 1600 ppm จะให้ประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในน้ำมันถั่วเหลืองได้ดีเทียบเท่ากับการเติมสารกันหืนสังเคราะห์คือ BHA และ BHT และดีเทียบเท่ากับการเติมไนโตรเจนในน้ำมันถั่วเหลือง

บทสรุป

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาสายพันธุ์มันเทศที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันเทศ พบว่า มันเทศสายพันธุ์สีม่วง (พจ.65-3) ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด และพบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS รายงานในค่า IC_{50} จะให้ค่าต่ำกว่าเปลือกมันเทศสายพันธุ์สีส้ม (T101) ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเลือกเปลือกมันเทศสายพันธุ์สีม่วง (พจ. 65-3)

เปลือกมันเทศที่สกัดด้วยตัวทำละลาย อุณหภูมิ และระยะเวลาในการสกัดต่างๆ มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ที่ต่างกัน พบว่าการสกัดที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดคือการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% เมทานอล 95 % และอะซีโตนตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดพบว่าการสกัดที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดคือการสกัดด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัดนาน 30 นาที ดังนั้นการทดลองนี้ เอทานอลจึงเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกมันเทศมากที่สุด แต่การที่จะเลือกตัวทำละลาย อุณหภูมิ และระยะเวลาในการสกัดใดๆ ควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆด้วย เช่น ความปลอดภัย และ ราคา เป็นต้น

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้สารสกัดจากเปลือกมันเทศในน้ำมันพืช โดยนำสารสกัดจากเปลือกมันเทศโดยที่สกัดด้วยตัวละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการสกัด 30 นาที มาทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นวัตถุกันหืนโดยเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (BHA และ BHT) และไนโตรเจนในน้ำมันถั่วเหลืองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่าสารสกัดจากเปลือกมันเทศที่ความเข้มข้น 1600 ppm จะให้ประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในน้ำมันถั่วเหลืองได้ดีเทียบเท่ากับการเติมสารกันหืนสังเคราะห์คือ BHA และ BHT และดีเทียบเท่ากับการเติมไนโตรเจนในน้ำมันถั่วเหลือง

เอกสารอ้างอิง

คมคาย ศรีสถาพร. 2536. การผลิตมันเทศกรอบที่ได้คุณภาพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. ธัญพืชและพืชหัว. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 235 น.

ดวงกมล ลีมจันทร์, วิษฐิดา จันทราพรชัย และวิชัย หฤทัยธนาสันติ์. 2551. การสกัดแอนโทไซยานินจากข้าวเหนียวดำ. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ธนศักดิ์ แซ่เลี่ยว, ศศิธร จันทรนวรางกูร และวรรณี จิรภาคย์กุล. 2551. ผลของตัวทำละลายต่อปริมาณสารฟีนอลิกและความสามารถต้านออกซิเดชันของกรชายเหลือง. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

นันทิชา สายสุทธิ์ และ ศศิธร ตรงจิตภักดี. 2554. ผลของสายพันธุ์และตัวทำละลายต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้ง และความสามารถต้านออกซิเดชันในใบมะกอกโอลีฟ *(Olea europaea L.)*. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2543. เครื่องสำอางธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์สำหรับผิวหนัง. เชียงใหม่: คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม 5. พิมพ์ขึ้นในปี 2523. พืชหัว. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2554, จาก http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK5/chapter5/t5-5-l1.htm

สำนักพระราชวัง. 2537. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่ม 5. พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักกลางหอรัษฎากรพิพัฒน์, กรุงเทพฯ. 306 น.

สุภามาศ อินทฤทธิ์. 2547. สารแอนติออกซิแดนท์. วิทยาศาสตร์. 58(3): 156-63.

สุภารัตน์ เรืองมณีไพฑูรย์ สมจิต นิยมไทย สมโภชน์ ใหญ่เอี่ยม และชุมสาย สีลวานิช. 2534. การวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อการตรวจสอบคุณภาพและการสกัดแป้งมันเทศพันธุ์ต่างๆที่ปลูกในประเทศไทย. รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2531-2534. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 37-61 น.

ศิวาพร ศิวเวช และ ณัฏฐินี. 2546. การสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันเทศ. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

โอภา วัชระคุปต์. 2549. สารต้านอนุมูลอิสระ. พี. เอส. พริ้นท์. กรุงเทพ.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ ปริชาติ จรุงจิตตานุสนธิ์ และศิวพร ศุภธาดาพงศ์. 2539. การใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในการทำเค้ก. วารสาร มกค. 16(1) : 65-70.

Adel, A.A.M., Mohamed, A.S., Awad M., Mohamed, F.R. and Iryna, S. 2010. Antioxidant efficacy of potato peel and sugar beat pulp extracts in vegetable oil protection. Food chemistry. 123:1099-1026

Alzoreky N, Nakahara K. 2001. Antioxidant activity of some edibelyemeni plants evaluated by ferrylmyoglobin/ $ABTS^{\bullet+}$ assay. Food Science and Technology Research. 7(2): 141-4.

A.O.A.C. 2000. Official Methods of Official Analytical Chemists. 15 th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

A.O.C.S. 2009. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. 6 th ed., Editor of Analytical Methods

Apak R, Güclü K, Demirata B, Özyürek M, Celik SE, Bektasoglu B, Berker KI, Özyürt D. 2007. Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. Molecules. 12: 1496-547.

Blenford, D.E. 1982. What is a snack? Food Flavourings Ingredients, Processing and Packegings 4 (11) : 30-37.

Chandrasekar D, Madhusdhana K, Ramakrishna S, Diwan P.V. 2006. Determination of DPPH free radical scavenging activity by reverse-phase HPLC: A sensitive screening method for polyherbal formulations. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 40: 460-4.

Collins PJ, Dobson A.D.W and Field J.A. 1998. Reduction of the 2, 2-azinobis (3-ethylenzothi-azoline-6-sulfonate) action radical by physiological organic acids in the absence and presence of manganese. Applied and Environmental microbiology June. 2026-31.

Cook, N.C. and S. Samman. 1996. Flavonoids-Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. J. Nutr. Biochem. 7: 66-76.

Gorinstein S, Huang D, Leontowicz M, Yamamnoto K, Soliva-Fortuny R, et al. Acta Chromatographica. 2006; 17: 108-24.

Huang, A.S., L. Tanudjaja and D. Lum. 1999. Content of Bata - carotene and dietary Fiber in 18 sweet potato varieties grown in Hawii. J. of Food Composition and Analysis 12 : 147-151.

Javanmard J, Stushnoff C, Locke E, Vivanco JM. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian Ocimum accessions. Food Chemistry. 2003; 83: 547-50.

Jung B.K., B.K. Jong, J.C. Kang, M.K. Gabriele and D.W. Anthony. 2006. Antioxidant Activity of 3,4,5-Trihydroxy benzaldehyde Isolated from *Geum japonicum*. Journal of Food & Drung Anal 14(2):190-193.

Leszczynski, w. 1989. Potato tubers as raw material for processing and nutrition, pp. 11-113. *In* G. Lisinska and W. leszczynski (eds.). Potato Science and Technology.

Lilia, S.C., B.M. Linda and H. Corke. 1997. Genetic variation in color of sweet patato flour related

to its use in wheat - based composition flour products. Cereal Chem. 75 (5) : 681-686.

Lisinska, G. and W. Leszczynski. 1989. Potato Science and Technology. Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York. 349 p.

Macheix, J-J., A. Fleuriet and J. Billot. 1990. Fruit Phenolics. CRC Press, Inc., Florida. 378 p.

Martin, F. 2000. "Sweet potato". Root and Tuber Crops. Available :http://www.xc.org/echo/azillus/azch3roo. htm, January 19, 2000.

Molla, M.R.I. 1973. Sweet Potato Chip a Possible Product for Urban Consumers in Bangladesh. อ้างใน

Montais, E.B. and T. Ramirez. 1995. Utilization of sweet potato (Impomoae batatas linn. poir) flour for other food purposes. Philippine. Journal of plant Ind. 60: 19-40.

Milardovi´C S, Ivekovic D, Grabari´C BS. A novel amperometric method for antioxidant activity determination using DPPH free radical. Bioelectrochemistry. 2006; 68: 175-80.

Onyeneho, S.N. and N.S. Hettiarachchy. 1993. Antioxidant activity, fatty acids and phenolic acids composition of potato peels. J. Sci. Food Agric. 62 : 345-350.

Ozgen M, Reese RN, Tulio JR AZ, Scheerens JC, Miller AR. Modified 2, 2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 2006; 54: 1151-7.

Pedrielli, P., G. F. Pedulli and L. H. Skibsted. 2001. Antioxidant mechanism of flavonoids. Solvent effect on rate constant for chain breaking reaction of quercetin and epicatechin in utoxidation of methyl linoleate. Journal Agric. Food Chem. 6 : 3034-3040.

Pinelo, M., M. Lara, J. S. Maria and C. N. Maria. 2004. Solvent effect on quercetin antioxidant capacity. Food Chem. 88 : 201-207.

Rajalakshmi, D., and Narasimhan, S. 1998. Food Antioxidant. New York : Marcel Dekker, INC.

Re R, Pellegrini P, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evens C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical action decolorization assay. Free Radical Biology & Medicine. 1999; 26(9/10): 1231-7.

Rodriguez de Sotillo, D., M. Hadley, and E.T. Holm. 1994. Phenolics in aqueous potato peel extract : extraction identification and degradation. J. Food Sci. 59 : 649-651.

Scartezzini P, Speroin E. Review on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity. Journal of Ethnopharmacology. 2000; 71: 23-43.

Shahidi, F. and Naczk. M. 1995. Food Phenolics : Sources, Chemistry, Effects and Applications.

Technomic Pub. Co., Inc., Pensylvania. 321 p.

Tachakittirungrod S, Okonogi S, Chowwanapoonphon S. Study on antioxidant activity of certain plants in Thailand: Mechanism of antioxidant action of guava leaf extract. Food Chemistry. 2007; 103: 381-8.

Wang, H., Cao, G., and Prior, R.L. 1996. Total antioxidant capacity of fruits. Journal Agri. Food Chem. 44 : 701-705

Wu X, Gu L, Holden J, Haytowitz DB, Gebhardt SE, Beecher G, Prior RL. Development of database for total antioxidant capacity in food: a preliminary study. Journal of Food Composition and Analysis. 2004; 17: 407-22.

Zia-ur-,R., Farzana, H. and W.H.Shah. (2004). Utilization of potato peels extract as a natural antioxidant in soy bean oil. Food Chemistry. 85:215-220.

Zhao, B. and C.A. Hall. (2008). Composition and antioxidant activity of raisin extracts obtained from various solvents. Food Chemistry 108: 511-518.

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (Turkmen, Sari and Velioglu, 2005)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 0.30 กรัม ปั่นผสมด้วยเครื่องสับผสม (blender) ในเมทานอล 50 มิลลิลิตร
2. นำมากรองด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 4 นำส่วนใสที่ได้ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติม DPPH ในเมทานอล 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร
3. นำไปเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 60 นาที นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ คำนวณหาร้อยละของฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ จากสูตรดังนี้

$$\% \text{ Antioxidant} = [(Ac - As)/Ac] \times 100$$

เมื่อ Ac คือ absorbance ชุดควบคุม
As คือ absorbance ตัวอย่าง

การวิเคราะห์กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS (Re el al., 1999)

วิธีการ

1. ชั่งสาร ABTS [2,2 –anznobis-(3-ethlbenzothaiazoline-6-sulphonic acid)] 0.0192 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย ABTS ที่มีความเข้มข้น 7 mM.
2. ชั่งสาร Potassium persulfate ($K_2S_2O_8$) ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย Potassium persulfate ที่มีความเข้มข้น 140 mM.
3. ผสมสารละลาย 7 mM. ABTS 2 มิลลิลิตร กับสารละลาย 140 mM. $K_2S_2O_8$ 35.5 ไมโครลิตร ในขวดสีชา ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้องก่อนนำมาใช้งาน จะได้ stock ABTS radical cation
4. เจือจาง stock ABTS radical cation ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 นาโนเมตร เท่ากับ 0.700 ± 0.02 (ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งก่อนการใช้งาน)
5. เตรียมตัวอย่างสารสกัดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายคือ 0.1-8.0 ml/mg ปิเปตสารละลายสกัดปริมาตร 0.01 ml ในหลอดทดลองและใช้น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม
6. เติม ABTS 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 6 นาที และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร
7. นำค่าที่ได้ไปคำนวณหา % inhibition และหาค่า IC_{50} จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % Inhibition กับความเข้มของสารสกัดตามสมการดังนี้

$$\% \text{ Antioxidant} = [(Ac - As)/Ac] \times 100$$

เมื่อ Ac คือ absorbance ชุดควบคุม

As คือ absorbance ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Shahidi and Naczk., 1995)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 20 กรัม ปั่นผสมกับสารละลายเอธิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 80 ด้วยเครื่อง blender นาน 1 นาที
2. นำตัวอย่างที่ปั่นผสมแล้วมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เจือจางตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น โดยใช้อัตราส่วน 1:10 ส่วน ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม Vortex mixer
3. ดูดตัวอย่างที่เจือจางแล้วมา 2 มิลลิลิตร ใส่สารละลาย Folin-Ciocaltue phenol reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ลงไป 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
4. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 ลงไป 4 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 15 นาที ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร คำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยเทียบจากกราฟมาตรฐานของ gallic acid (50-250 มิลลิกรัม/ลิตร)

การวิเคราะห์ปริมาณกรดไธโอบาบิทูริก (TBA) (Kirk and Sawyer, 1991)

สารเคมี

1. Thiobarbituric acid reagent (TBA reagent) เตรียมโดยการละลายกรด Thiobarbituric 2.883 กรัม ในสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น ร้อยละ 90 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วยกรดอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 90
2. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 4 โมลาร์

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 97.5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดก้นกลม
2. เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 4 โมล่าร์ จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปกลั่นจนได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปิเปตตัวอย่างมา 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีฝาปิด
3. เติมสารละลายกรด 2-ไทโอบาร์บิทูริก (กรด 2-ไทโอ-บาร์บิทูริก (2-thiobarbituric Acid) 0.2883 กรัม ในกรดอะซิติกเข้มข้น (Glacial Acetic Acid) 90 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร) จำนวน 5 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดแล้วเขย่าให้เข้ากัน
4. นำไปต้มในน้ำเดือด 35 นาที ทำให้เย็น วัดค่าการดูดกลืนแสง (D) ที่ความยาวคลื่น 538 nm เทียบกับสารละลายน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายกรด 2-ไทโอบาร์บิทูริก คำนวณหาค่า TBA (มิลลิกรัมของ malonadehyde / กิโลกรัมของตัวอย่าง) = 7.8. D

วิธีวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันและไขมัน (AOAC, 1990)

สารเคมี

1. สารละลายกรดอะซิติก-คลอโรฟอร์ม ผสมกรดอะซิติกกับคลอโรฟอร์มในอัตราส่วน 3:1โดยปริมาตร

2. สารละลายอิ่มตัวของโปแตสเซียมไอโอไดด์ ละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ในน้ำต้มเดือดใหม่ ๆ จนไม่ละลาย เก็บในที่มืด

3. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล

3.1 วิธีเตรียม ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่มีน้ำหนักแน่นอนจำ นวน 25 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำ ไปต้มประมาณ 5 นาที จากนั้นถ่ายใส่ขวดเก็บสาร (ที่ทำ ความสะอาดด้วยสารทำ ความสะอาดกรดโครมิกร้อน กลั้วด้วยน้ำกลั่น) ขณะยังร้อน เก็บในที่มืดและเย็น ไม่ควรเทสารที่เหลือจากการวิเคราะห์คืนขวดเก็บสาร ถ้าต้องการสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.1นอร์มัล ให้เตรียมโดยการเจือจางจากความเข้มข้น 0.1 นอร์มัลด้วยน้ำกลั่นต้มเดือด (สารละลายที่เจือจางจะมีความคงตัวต่ำ ควรเตรียมใหม่เมื่อใช้)

3.2 วิธีทดสอบเทียบมาตรฐานความเข้มข้น (standardization) ชั่งโปแตสเซียมไดโครเมตที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ประมาณ 0.20-0.23กรัม ในขวดแก้วทดสอบไอโอดีนที่มีฝาปิด ละลายด้วยน้ำปราศจากคลอรีนที่มีโปแตสเซียม-ไอโอไดด์ 2 กรัม ปริมาตร 80 มิลลิลิตร เขย่า จากนั้นเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 นอร์มัลปริมาตร 20 มิลลิลิตร ตั้งในที่มืดทันที 10 นาที นำ ไปไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้จากข้อ 3.1 เติมน้ำแป้งหลังจากที่สีของไอโอดีนจางหายไปเกือบหมด คำ นวณความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตามสูตร

$$\text{ความเข้มข้นเป็นนอร์มัล} = \frac{\text{ปริมาณโปแตสเซียมไดโครเมต (กรัม)} \times 1000}{\text{ปริมาตรของโซเดียมไธโอซัลเฟต} \times 49.032}$$

วิธีการวัดค่าเปอร์ออกไซด์

ชั่งน้ำหนักน้ำมัน 5.00±0.05 กรัม ในขวดรูปชมพู่มีฝาปิดเติมสารละลายข้อ 1 ปริมาตร30 มิลลิลิตรเขย่าให้น้ำมันละลายจากนั้นเติมสารในข้อ 2 ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตรด้วยปิเปต เขย่าเป็นระยะเวลา 1 นาที เติมน้ำกลั่นปริมาตร 30 มิลลิลิตร เขย่าแล้วไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล เขย่าแรง ๆ จนกระทั่งสีเหลืองของไอโอดีนจางหายไปเกือบหมด จึงเติมน้ำแป้ง 1 % ลงไป 0.5 มิลลิลิตร ไทเทรตต่อไปพร้อมเขย่าแรงๆเพื่อใช้ไอโดดีนออกมาจากชั้นของคลอโรฟอร์มจนกระทั่งสีหายไป ถ้าใช้ 0.1 นอร์มัลโซเดียมไทโอซัลเฟตน้อยกว่า0.5 มิลลิลิตร ไทเทรตซ้ำอีกครั้งด้วย 0.01 นอร์มัล ทำ ชุดควบคุมเทียบด้วยทุกครั้ง (ในแต่ละครั้งต้องใช้ 0.1 นอร์มัล โซเดียมไทโอซัลเฟตไม่เกิน 0.1 มิลลิลิตร ค่าเปอร์ออกไซด์จะมีหน่วยเป็นมิลลิอีควิวาเลนท์ของเปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง คำ นวณค่า PV ตามสูตร

$$\text{ค่าเปอร์ออกไซด์} = \frac{S \times N \times 1000}{\text{กรัมตัวอย่าง}}$$

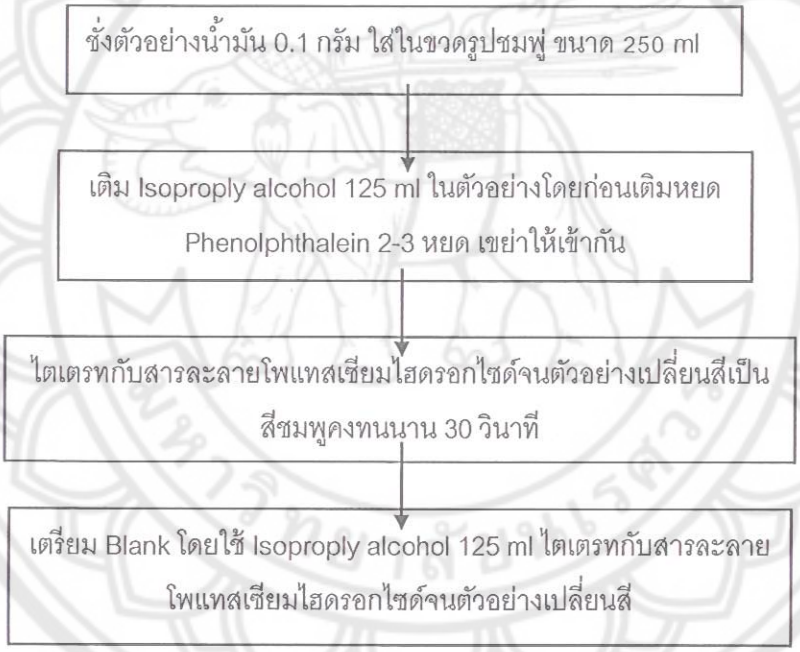
S = ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของโซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มัล)

กรดไขมันอิสระ Free Fatty Acid (AOCS official Method Cd 3d-63 Reapproved 2009)

ตารางแสดงน้ำหนักของสารตัวอย่างในช่วง Acid value ต่างๆ

Acid value	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนัก ± กรัม
0-1	20	0.05
1-4	10	0.02
4-15	2.5	0.01
15-75	0.5	0.001
75 และ อื่นๆ	0.1	0.0002



การคำนวณ

$$\text{Free fatty acid} = \frac{(A-B)\text{xM X } 56.1}{\text{W}}$$

เมื่อ A = ปริมาณสารละลายที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

B = ปริมาณสารละลายที่ใช้ไตเตรท blank

M = molarity ของสารละลายมาตรฐาน (0.1 M)

W = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

ภาคผนวก ข

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันถั่วเหลืองสำหรับบริโภค

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันถั่วเหลืองสำหรับบริโภค (มอก. 176-2519)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำ หนด คุณลักษณะที่ต้องการวัตถุเจือปนในอาหาร สุขลักษณะ การชั่งตวงวัด ภาชนะบรรจุ การทำ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่าง และวิธีวิเคราะห์ ของน้ำมันถั่วเหลือง

2. บทนิยาม

ความหมายของคำ ที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 น้ำมันถั่วเหลือง หมายถึง น้ำมันที่ได้จากเมล็ดถั่วเหลือง Glycine max (L. Merr.)

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 สี

ต้องเป็นไปตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันถั่วเหลือง

3.2 กลิ่นและรส

ต้องมีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันถั่วเหลือง และไม่มีกลิ่นหืน

3.3 คุณลักษณะอื่นของน้ำมันถั่วเหลือง

ต้องเป็นไปตามตารางที่ 1.

ตารางที่ 1 คุณลักษณะที่ต้องการ (ข้อ 3.3)

รายการ	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด
1	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative denslfy) ที่ 25/25 องศาเซลเซียส	0.919 ถึง 0.925
2	ดัชนีหักเห (refractive Index) ที่ nD 40 องศาเซลเซียส	1.466 ถึง 1.470
3	ค่าสะปอนิฟิเกชั่น (saponification value) มิลลิกรัมโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันหนึ่งกรัม	189 ถึง 195
4	ค่าไอโอดีน แบบวิจส์ (Iodine value wijs)	120 ถึง 143
5	สารที่สะปอนิฟายไม่ได้ (unsaponifiable matter) ไม่เกินกรัมต่อน้ำมันหนึ่งกิโลกรัม	15
6	ค่าของกรด (acid value) ไม่เกินมิลลิกรัมโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันหนึ่งกรัม	0.6
7	ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) ไม่เกินมิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมันหนึ่งกิโลกรัม	10
8	น้ำและสิ่งที่ระเหยได้ (water and volatile matter) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสไม่เกินร้อยละของน้ำหนัก	0.2
9	ปริมาณสบู่ (soap content) ไม่เกินร้อยละของน้ำหนัก	0.05
10	สารที่ไม่ละลายในน้ำมัน (insoluble impurities) ไม่เกินร้อยละของน้ำหนัก	0.005
11	เหล็ก ไม่เกินมิลลิกรัมต่อน้ำมันหนึ่งกิโลกรัม	2.5
12	อาร์เซนิก ไม่เกินมิลลิกรัมต่อน้ำมันหนึ่งกิโลกรัม	0.1
13	ทองแดง ไม่เกินมิลลิกรัมต่อน้ำมันหนึ่งกิโลกรัม	0.1
14	ตะกั่ว ไม่เกินมิลลิกรัมต่อน้ำมันหนึ่งกิโลกรัม	0.1

4. วัตถุเจือปนในอาหาร

ถ้ามีการใช้วัตถุเจือปนในอาหารในน้ำมันถั่วเหลือง ให้ใช้ได้เฉพาะชนิดและปริมาณที่กำ หนดต่อไปนี้

4.1 สี

สีตามรายชื่อต่อไปนี้ อนุญาตให้ใช้ได้ไม่จำ กัดปริมาร เพื่อความมุ่งหมายที่จะทำ ให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหมือนธรรมชาติ หรือปรับสีเข้ามาตรฐาน แต่ในการเติมสีจะต้องไม่ใช้เพื่อเป็นการหลอกลวงหรือทำ ให้ผู้บริโภคเข้าใจผิด โดยปิดบังส่วนเสียหรือความด้อยคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น หรือทำ ให้ผลิตภัณฑ์นั้นดูเหมือนมีคุณค่ามากกว่าที่เป็นจริง

(1) เบตา แคโรตีน (beta carotene)

(2) อันนัตโต (annatto) (*)

(3) เคอร์คิวมิน (curcumin) (*)

(4) แคนทาแซนทีน (canthaxanthine)

(5) เบตาอะโป-8'-แคโรตีนัล (beta-spo8'-carotenal)

(6) เมทิลและเอทิลเอสเตอร์ของกรดเบตาอะโป-8'-แคโรตีโนอิก (methyl and ethyl ester of beta aop-8'-carotenoic acid)

4.2 สารแต่งกลิ่นและรส

การแต่งกลิ่นและรส จะต้องไม่เป็นการหลอกลวง ปิดบัง ซ่อนเร้น ข้อเสียหายของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ดูเหมือนมีคุณค่ามากกว่าที่เป็นจริง สารแต่งกลิ่นและรสที่อนุญาตให้ใช้มีดังต่อไปนี้

(1) สารแต่งกลิ่นและรสตามธรรมชาติหรือสังเคราะห์ให้เสมือนธรรมชาติ ที่ไม่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค

(2) สารแต่งกลิ่นและรสที่ได้จากการสังเคราะห์อื่น ๆ ได้รับอนุญาตจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

4.3 สารกันหืน (antioxidants) ให้ใช้ตามข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

(1) โพรพิล ออกทิล และโดเดซิลแกลเลต (propyl, octyl and dodacyl gallate) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันต้องไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC (1979) ข้อ 2.621

(2) บิวทิเลเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene) หรือที่เรียกกันว่า บีเอชที (BHT) บิวทิเลเตดไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole) หรือที่เรียกกันว่าบีเอชเอ (BHA) และเทอร์เชียรีบิวทิลไฮโดรควิโนน (tertiary butyl hydroquinone)หรือที่เรียกกันว่า ทีบีเอชคิว (TBHQ) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันต้องไม่เกิน 200มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC (1979) ข้อ 2.622 ยกเว้นทีบีเอชคิวให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันและไขมันสำ หรับบริโภค มาตรฐานเลขที่มอก.47

(3) สารพวกแกลเลตรวมกับบีเอชเอ หรือบีเอชที หรือบีทีเอชคิว หรือทั้ง 3 อย่าง ต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่สารพวกแกลแลตต้องไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมการทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC (1979) ข้อ 2.621 และข้อ 2.622 ยกเว้นทีบีเอชคิวให้ปฏิบัติตาม มอก.47

(4) อัสคอร์บิลพาล์มิเทต (ascorbyl palmitate) และอัสคอร์บิลสเตียเรต (ascorbyl stearate)อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมการทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.47

(5) โทโคฟีรอล (tocopherol) ให้ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

4.4 สารเสริมสารกันหืน (antioxidant - synergists)

(1) กรดซิตริกและโซเดียมซิเตรต ไม่จำ กัดปริมาณ(citric acid and its sodium salt)

(2) ไอโซโปรปิลซิเตรต (isopropyl citrate mixture) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือ

(3) กรดฟอสฟอริก (*) รวมกันต้องไม่เกิน 100 (phosphoric acid) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(4) โมโนกลีเซอร์ไรด์ซิเตรต (monoglyceride citrate)

4.5 สารกันการเกิดฟอง (anti-foaming agent)

(1) ไดเมทิลโพลีไซลอกเซน ต้องไม่เกิน 10 มิลลิกรัม (ไดเมทิลซิลิโคน) ต่อกิโลกรัม (dimethyl polysiloxane (dimethyl silicone) อย่างเดียวหรือผสมกับ ซิลิกอนไดออกไซด์ (silicon dioxide)

4.6 สารกันตกผลึก

(1) ออกซีสเตียริน (*) ต้องไม่เกิน 1 250 มิลิกรัมต่อกิโลกรัม (oxystearin)

หมายเหตุ (*) อนุญาตจนกว่าจะประกาศเปลี่ยนแปลง

5. สุขลักษณะ

5.1 ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำ หนดสุขลักษณะของอาหาร มาตรฐานเลขที่ มอก.34-2516

6. การชั่ง ตวง วัด

6.1 น้ำหนักสุทธิหรือปริมาตรที่บรรจุในแต่ละหน่วยต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

7. ภาชนะบรรจุ

7.1 ภาชนะที่ใช้บรรจุต้องสะอาด มีจุกหรือฝาปิดสนิท และต้องไม่รั่วซึม ฝาภายในของภาชนะต้องปราศจากสีหรือสารอื่นใดที่ละลายได้ในน้ำมัน

7.2 ภาชนะบรรจุที่เป็นพลาสติกต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมภาชนะทำด้วยพลาสติกสำ หรับบรรจุอาหาร ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

8. ฉลาก

8.1 ฉลากต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคำ แนะนำ ทั่วไปเกี่ยวกับฉลากสำ หรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานเลขที่ มอก.31-2516

8.2 ฉลากที่ภาชนะบรรจุต้องมีข้อความเป็นภาษาไทย มีขนาดตัวอักษร ที่อ่านได้ชัดเจนอยู่ในที่ซึ่งเห็นได้ง่าย และอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแสดงข้อความต่อไปนี้ให้ชัดเจน

(1) คำ ว่า "น้ำมันถั่วเหลืองสำ หรับบริโภค"

(2) ชื่อโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนแล้ว หรือชื่อผู้บรรจุ หรือผู้จัดจำ หน่าย

(3) น้ำหนักสุทธิหรือปริมาตรสุทธิ

(4) วัน เดือน ปี ที่ทำ หรือรหัสที่ได้แจ้งไว้

(5) ถ้าเติมสารเจือปนให้ระบุชื่อทางเคมีของสารที่ใช้ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำ หนดไว้

8.3 ผู้ทำ ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

มหาวิทยาลัยนเรศวร

เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ

10th นเรศวรวิจัย

Naresuan University National Research Conference

เครือข่ายวิจัย สร้างความรู้สู่อาเซียน

Research Networking towards ASEAN Knowledge Development

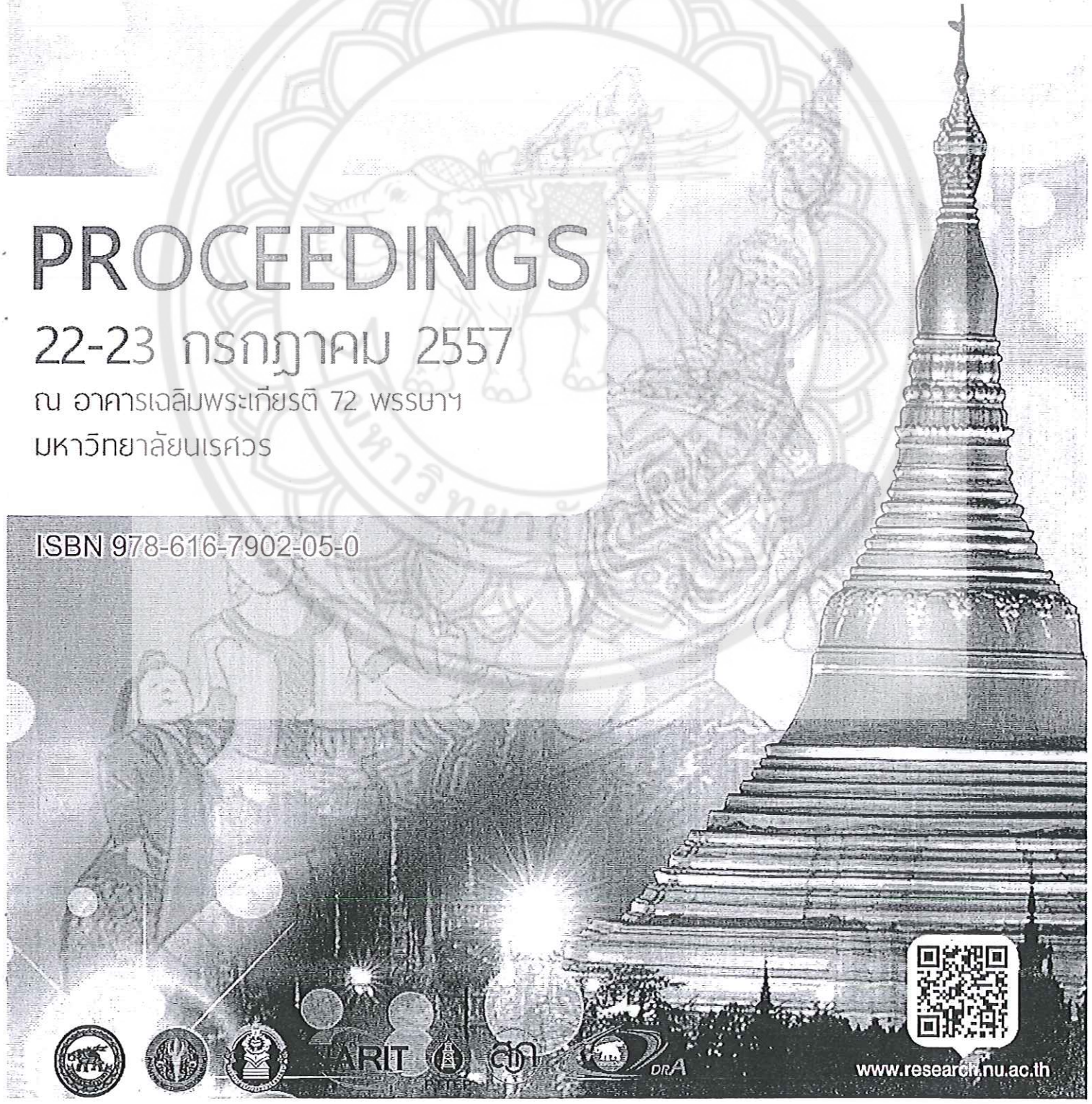
PROCEEDINGS

22-23 กรกฎาคม 2557

ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษาฯ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ISBN 978-616-7902-05-0



www.research.nu.ac.th

งานประชุมวิชาการระดับชาติ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 10:
เครือข่ายวิจัย สร้างความรู้สู่อาเซียน (Research Networking towards ASEAN Knowledge Development)
วันที่ 22 – 23 กรกฎาคม 2557
ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษาฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

การวิจัยเพื่อสร้างความรู้เป็นรากฐานสำคัญในการเสริมสร้างความเจริญรุ่งเรืองทางด้านเศรษฐกิจ การเมืองและความมั่นคง ตลอดจนสังคมและวัฒนธรรมของประเทศ แต่เนื่องด้วยปัจจุบัน รัฐบาลได้สนับสนุนให้องค์กรหน่วยงานต่าง ๆ และประชาชนได้ตระหนักถึงการเตรียมความพร้อมเข้าสู่สังคมอาเซียนภายในปี 2558 ดังนั้น การสร้างเครือข่ายวิจัยระหว่างประเทศต่าง ๆ ในประชาคมอาเซียน เป็นอีกหนึ่งกลไกในการขับเคลื่อนการพัฒนา เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งพัฒนาศักยภาพในด้านต่าง ๆ ของประเทศให้พร้อมต่อการแข่งขัน

ภายใต้บริบทของประชาคมอาเซียน มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้กำหนดจัดการประชุมทางวิชาการระดับชาติ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 10 ภายใต้หัวข้อ "เครือข่ายวิจัย สร้างความรู้สู่อาเซียน" ขึ้นในระหว่างวันที่ 22 – 23 กรกฎาคม 2557 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 10 นี้ จะมีกิจกรรมประกอบด้วยการนำเสนอผลงานวิจัยและผลงานวิทยานิพนธ์ โดยบุคลากรจากสถาบันอุดมศึกษาทั้งในและต่างประเทศ การแสดงนิทรรศการผลงานวิจัยของมหาวิทยาลัยและหน่วยงานต่าง ๆ อีกทั้งยังกำหนดให้มีการบรรยายจากผู้ทรงคุณวุฒิ ในประเด็นที่เกี่ยวข้องและน่าสนใจ เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเพื่อก้าวเข้าสู่ประชาคมอาเซียนอีกด้วย

กลุ่มสาขาการนำเสนอผลงาน
แบ่งผลงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ เป็น 13 กลุ่มสาขา (12 กลุ่มสาขาตามสภาวิจัยแห่งชาติ และอีก 1 สาขา สำหรับงานวิจัยสถาบัน) ดังนี้

1. สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพและคณิตศาสตร์
2. สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์
3. สาขาวิทยาศาสตร์เคมีและเภสัช
4. สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา
5. สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย
6. สาขาปรัชญา
7. สาขานิติศาสตร์
8. สาขารัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์
9. สาขาเศรษฐศาสตร์
10. สาขาสังคมวิทยา
11. สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์
12. สาขาการศึกษา
13. กลุ่มการนำเสนอผลงานวิจัยสถาบัน

นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานร่วมจัดกิจกรรมในการประชุมวิชาการนเรศวรวิจัย ดังนี้

1. วิทยาลัยเพื่อการค้นคว้าระดับรากฐาน (The 5th Siam GR + HEP + Cosmo and Theoretical Physics)
2. สถานสัตว์ทดลองเพื่อการวิจัย (สัตว์ทดลองกับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์)
3. คณะวิทยาศาสตร์ (โครงการประชุมวิชาการและเสวนากล้วยไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 2)
4. สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านปิโตรเลียม ปิโตรเคมีและวัสดุขั้นสูง (Symposium: Advanced Material Knowledge for Asian Networking)
5. สถานภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศภาคเหนือตอนล่าง (การแข่งขันทักษะวิชาการเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ระดับเยาวชน)
6. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ (นำเสนองานในรูปแบบกลุ่มงานสร้างสรรค์ทางด้านศิลปกรรมและสถาปัตยกรรม)

สารบัญ

Oral Presentation			
กลุ่มวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี			
สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพและคณิตศาสตร์			**หน้า**
1	แบบจำลองการถ่ายทอดของเชื้อไวรัสไข้หวัดนก H5N1 กับการฟักตัวของเชื้อ	จิราพร ล้ำวงษ์* และ พันธนี พงศ์สัมพันธ์	1
2	ตัวตรวจหาความบกพร่องแบบกระแสไหลวนอย่างง่ายโดยใช้เทคนิคการรับส่งสัญญาณ	ฐิตินันต์ กาศโอสถ และ อนุชา แก้วพูลสุข*	10
3	ศักยภาพการก่อสร้างระบบเก็บกักน้ำใต้ผิวดิน บริเวณพื้นที่เกษตรกรรมนอกเขตชลประทาน ลุ่มน้ำปราณบุรี	ราชันย์ พัฒนศักดิ์*, อุทิศ กุฎอินทร์ และ นิพนธ์ ตั้งธรรม	21
4	การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบถดถอยโลจิสติกเมื่อตัวแปรอิสระมีค่าสูญหาย	สุกัญญา ศิริโยธา และ เกตุจันทร์ จำปาไชยศรี*	29
สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา			
1	Mudslide and Flood Risk Considering in Northern Pasak River Basin, Thailand	Anujit Vansarochanaa	36
2	มูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการใช้ที่ดินพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอ	จตุพร เทียรมา*, ปิติ กันตังกุล และ เดชรัต สุขกำเนิด	48
3	ผลของแอคติโนแบคทีเรียจากดินรอบรากในการเป็นตัวควบคุมทางชีวภาพของ *Cylindricladium* สาเหตุโรคใบไหม้ในยูคาลิปตัสคามาลดูเลนสีท ในระดับห้องปฏิบัติการ	ชนิดาภา อินกัน* และ สายสมร ลำยอง	59
4	ประเมินการกร่อนดินจากการปลูกยางพาราบนพื้นที่ลาดชันในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย	ฐนชนก คำขจร, วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์*, วิภา หอมหวล และ นัทฐา ทักษ์รัตนศรัณย์	66
5	ผลของสภาวะการสกัดต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกมันเทศ	ณรงค์ฤทธิ์ ใหญ่แก้ว, ธีรพร กงบังเกิด, กมลวรรณ โรจน์สุนทรกิตติ และ นิติพงศ์ จิตรีโภชน์*	75
6	การใช้ต้นถั่วบราซิลฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนด้วยโลหะในพื้นที่ทิ้งเถ้าถ่านหิน	ณัฐญาภรณ์ ศรีบุญปวน*, พัฒนา อนุรักษ์พงศธร และ สรัญญา วัชโรทัย	86
7	แคดเมียมและสังกะสีในดินปนเปื้อนที่มีต่อการเจริญเติบโตของโหระพา (*Ocimum basilicum* L.)	นุชนาฏ ศิริรัตน์, พัฒนา อนุรักษ์พงศธร* และ พรรณี พักคง	96
9	การกระจายตัวของสารหนูใน ผักกาดขาว (*Brassica pekinensis* L.) และผักกวางตุ้ง (*Brassica chinensis* L.) ที่ปลูกในดินปนเปื้อนสารหนู	ปิณิตา แก้วภราดัย*, พัฒนา อนุรักษ์พงศธร และ อาภรณ์ บุษยมงคล	104
10	การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพสำหรับอาหารพร้อมบริโภคแช่แข็ง	พิรยา กมลานนท์* และ ชุติมา ไวศรายุทธ์	112
11	ผลของการเสริมบัวบกในอาหารต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะ และองค์ประกอบของเลือดสุกรระยะการเจริญเติบโต-ขุน	วรพงศ์ ธรรมมิโกมินทร์*, อภิชัย เมฆบังวัน, บัวเรียม มณีวรรณ์ และ วศิน เจริญตัณธนกุล	119

12	การใช้ประโยชน์จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของเห็ดโคนน้อย (*Coprinopsis cinerea*) ในการเพาะเห็ดฟาง (*Volvariella volvacea*) ที่เจริญบนวัสดุเพาะฟางข้าว	วาสนา สิงห์ดวง*, คชรัตน์ ทองฟัก, เจตวัฒน์ เต็งโล่ง, ไกรสิทธิ์ คำเกษ และ ธวัชชัย อินทร์พรม	126
13	การประเมินช่วงชั้นโอกาสด้านนันทนาการแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ บริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา ในอุทยานแห่งชาติเขาสก จังหวัดสุราษฎร์ธานี	วิโรจน์ นาคแท้*, อุทิศ กุฎอินทร์, ดรรชนี เอมพันธุ์ และ สากล สถิตวิทยานันท์	139
14	ผลของสารประกอบช่วยส่งเสริมการเจริญที่ผลิตจากแบคทีเรียกลุ่ม Pink Pigmented Facultative Methylotrophs ต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อระย่อม (*Rauvolfia serpentina* (L.) Benth. ex Kurz)	ศิรภัสสร บัวเทศ*, นารีลักษณ์ นาแก้ว, อภิชาติ ชิดบุรี และ ศิริพรรณ สารินทร์	150
สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย			
1	Simulation Program for Solar Driven Double-Stage Ejector Refrigeration System	Anan Pongtornkulpanich* and Sukruedee Sukchai	158
2	การพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการบริหารจัดการระบบประปาหมู่บ้าน องค์การบริหารส่วนตำบลโรงช้าง จังหวัดพิจิตร	กฤษดา ฟักเงิน* และ กำพล ทรัพย์สมบูรณ์	166
3	การลดเวลาและขั้นตอนในกระบวนการผลิต ที.เอ็น.ที. แท่งขนาด 1/2 ปอนด์: กรณีศึกษา กองโรงงานวัตถุระเบิด กรมสรรพาวุธทหารบก	การุณย์ ชัยวณิชย์	175
4	การพัฒนารายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณจุดตัดทางรถไฟในประเทศไทย	ดลยฤทธิ์ เสฏฐสุวจะ* และ สุรเชษฐ์ วรรณา	186
5	การประยุกต์ใช้ระบบกล้องวงจรปิดในการควบคุมและบริหารงานก่อสร้างอาคารยกกรรมสิทธิ์ให้กระทรวงการคลัง	ธนวัฒน์ สุขสวัสดิ์* และ กำพล ทรัพย์สมบูรณ์	196
6	การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุณหภูมิตู้อบแสงอาทิตย์	บุญเลิศ โพธิ์ขำ, ธราธิป ภู่ระหงษ์* และ สิริวัฒน์ นิลวัฒน์	203
7	การพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการบริหารจัดการงานสาธารณูปโภค สำหรับเทศบาลเมืองตะพานหิน จังหวัดพิจิตร	ธีรพล เหมือนอินทร์* และ กำพล ทรัพย์สมบูรณ์	210
8	การประเมินผลกระทบของกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากสบู่ดำที่มีต่อ การใช้ที่ดิน น้ำ และพลังงานของประเทศไทย	บัญชา วัฒนะ*, ยงยุทธ ชนบดีเฉลิมรุ่ง, ประพิธาริ์ ธนารักษ์ และ นินนาท ราชประดิษฐ์	221
9	การพัฒนาระบบประเมินประสิทธิภาพเพื่อคัดเลือกผู้รับเหมาช่วงสำหรับงานก่อสร้าง ในธุรกิจปิโตรเลียมและปิโตรเคมี กรณีศึกษาส่วนงานวิศวกรรมโยธา	ปริญญาวรรณ เจือกโว้น* และ เพ็ญสุดา พันฤทธิ์ดำ	230
10	การเสริมกำลังต้านทานแผ่นดินไหวของอาคารพาณิชย์โดยเหล็กประกอบ	ไพบูลย์ ปัญญาคะโป และ ทนงศักดิ์ พรหมบุญแก้ว*	242
11	การศึกษาความสามารถต้านทานแผ่นดินไหวของอาคารพาณิชย์ที่ออกแบบตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง	ไพบูลย์ ปัญญาคะโป* และ วีระพันธ์ นครพุ่ม	253

12	ความสามารถต้านทานแผ่นดินไหวของอาคารเรียนคอนกรีตเสริมเหล็กที่ออกแบบตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง	ไพบูลย์ ปัญญาคะโป และ องอาจ สนั่นเสียง*	264
13	การศึกษากระบวนการขึ้นรูปแผ่นฉนวนอัดจากข้าวโพด	พีรวัตร ลือสัก* และ วรพจน์ ศิริรักษ์	274
14	ผลของระยะเวลาการกวนผสมและความเข้มข้นของของแข็งทั้งหมดต่อประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 โดยถังปฏิกรณ์แบบกวนสมบูรณ์	ภัทรวดี สุขสุวรรณ์* และ ปฏิรูป ผลจันทร์	282
15	การจัดการการใช้พลังงานโรงงานอุตสาหกรรมอาหารสัตว์	มนตรี พิพัฒน์ไพบูลย์* และ กิติกานต์ บุญตาม	291
16	การออกแบบและจำลองการปรับปรุงตัวประกอบกำลังสำหรับวงจรเซปิคคอนเวอร์เตอร์โดยใช้เทคนิคการมอดูเลตแบบเดลต้า	วทัญญู มีศรีสุข* และ อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ	303
17	การวิเคราะห์ความเสี่ยงกรณีไฮโดรคาร์บอนก๊าซรั่วไหลบนแท่นผลิตก๊าซธรรมชาติด้วยวิธีวิเคราะห์แบบโบว์ไท	วรรณพธิดา เที่ยงตรง	312
18	การวางแผนการตัดเหล็กเสริมและเหล็กรูปพรรณสำหรับก่อสร้างบ้านลอยน้ำด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็ม	ศรายุทธ มาลัย*, หฤทัย ไทยสุชาติ และ ชัย ชัยนันตา	323
19	สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของอิฐก่อสร้างที่มีส่วนผสมของขี้เถ้าไม้และดินเชื้อ	สรวิศ มูลอินต๊ะ	331
20	สมรรถนะทางด้านเทคนิคของระบบเซลล์เชื้อเพลิงแบบอิสระ	สุขฤดี สุขใจ*, ฉัตรชัย ศิริสัมพันธ์วงษ์, รัฐพร เงินมีศรี และ คงฤทธิ์ แม้นศิริ	341
21	การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับแหล่งพลังงานทดแทนในพื้นที่เป้าหมาย	สุขฤดี สุขใจ*, ยอดธง เม่นสิน, ธวัช สุริวงษ์ และ ไพฑูรย์ เหล่าดี	350
22	การศึกษาอุณหภูมิไพโรไลซิสที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะและ องค์ประกอบทางเคมีของถ่านชีวภาพที่ผลิตจากซังข้าวโพด	สุรีย์รัตน์ อย่าเก่ง, สุวรรณณี ขจรจิตร์ และ วีระ พันอินทร์*	360
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์			
1	การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบโพลิโนเมียลเพื่อการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อราคาข้าวหอมมะลิในประเทศไทย	เกียรติศักดิ์ จันทร์แก้ว*, เฉลิมพล ศรีทอง และ พิจักษณ์ พิริยะพรสิริ	373
2	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID สำหรับระบบแนะนำเส้นทางภายในห้างสรรพสินค้าผ่านสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	ธีรพงษ์ ยิ้มพวัน และ จักรกฤษณ์ เสน่ห์นมะหุต*	385
3	การจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยด้วยเทคนิค Latent Semantic Indexing	นฤพนธ์ พนาวงศ์ และ จักรกฤษณ์ เสน่ห์นมะหุต*	395
4	การปรับปรุงต้นไม้ตัดสินใจแบบสมดุลโดยใช้วิธีการสลับลำดับตัวแปร	ปัญชร ตั้งตราตระกูล, Won Don Lee, Desmond Lobo และ พรรณี สิทธิเดช*	405
5	โทรทัศน์ดิจิทัล	ภาสกร เรืองรอง, พิชญา พรมประไพ, วีรวัชร์ ทองสุข, ศิรดล ศรีดาเดช, ศุภสิทธิ์ เต็งคิว* และ ศุภักษร ฟองจางวาง	414
6	ระบบฐานข้อมูลขั้นตอนการดำเนินงาน มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา	วิรัช กาฬภักดี	424

7	อัลกอริทึมสำหรับจัดหมวดหมู่เว็บไซต์ท่องเที่ยวประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เว็บไซต์	สิรินันท์ กาบบัว* และ จักรกฤษณ์ เสน่ห์นมะหุต	435
8	การพัฒนาโปรแกรมระบบฐานข้อมูล และส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยมะเร็ง เครือข่ายสถานพยาบาล จังหวัดอุตรดิตถ์	สุรเชษฐ์ กานต์ประชา* และ สมหมาย พิมพ์อูบ	445
9	การนับจำนวนผู้ขับขี่และนั่งซ้อนท้ายรถจักรยานยนต์ด้วยภาพโดยใช้คุณลักษณะคล้ายฮาร์	อิศรา เปรมเกิด, นที เรืองเจริญ, เมธาพร เหรียญทอง และ รัฐภูมิ วรานุสาสน์*	456
กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ			
สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์			
1	การเปรียบเทียบวิธีการตรวจคัดกรองและการตรวจหาชนิดแอนติบอดีต่อแอนติเจนของเม็ดเลือดแดง	ทาริกา พวงจันทร์ และ วัชนันท์ วงศ์เสนา*	467
2	การพัฒนาและประเมินผลแนวปฏิบัติทางการพยาบาลในการป้องกันการเกิดแผลกดทับในผู้ป่วยสูงอายุในหออภิบาลผู้ป่วยหนัก โรงพยาบาลวารินชำราบ	รินณารา สายเมฆ*, เนตรนภา คู่พันธวี และ วิภา แซ่เซี้ย	473
3	ทัศนคติต่อวิชาชีพเภสัชกรรมของเภสัชกรไทย	วราวรรณ ยืนฐานะกุล และ ภิญญุภา เปลี่ยนบางช้าง*	486
4	ผลการจัดกิจกรรมพัฒนาความประหยัดโดยใช้กระบวนการกระจ่างค่านิยมและการกำกับตนเองที่มีต่อพฤติกรรมการประหยัดของนักศึกษาพยาบาลวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุตรดิตถ์	ศศิธร ชิดนายี*, อลิษา ทรัพย์สังข์, อรุณรัตน์ พรมมา, นัยนา อินธิโชติ และ อนัญญา คูอาริยะกุล	495
5	วิธีการตรวจหาเชื้อแอซิด ฟาสต์ บาซิลไล ในรอยเปื้อนเสมหะที่ย้อมสีวิธี Zeihl-Neelsen ด้วยเทคนิคประมวลผลรูปภาพ	สาธิต เทศสมบูรณ์*, เชิดชาย แซ่ฮ่วน และ นันทวัฒน์ อู่ดี	505
6	ความไวต่อยาปฏิชีวนะและอินทิกรอนของเชื้อเอนเทอโรแบคทีเรียซีอีดื้อยาในแหล่งน้ำ	อรรถพล ตันไสว, ทยาวีร์ ร่มแก้ว, ภัทรพร คงไทย และ พรรณนิกา ฤตวิรุฬห์*	513
สาขาวิทยาศาสตร์เคมีและเภสัช			
1	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากว่านค้างคาวดำ และบัวบก	เมธวี ศรีคำมูล*, ดามรัศมน สุรางกูร และ จารุภัค แสนสมชัย	522
2	อิทธิพลของไตรแคลเซียมฟอสเฟต ดินขาวลำปางและโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ที่มีต่อสมบัติของเนื้อดินโบนไชน่า	สรวิศ มูลอินต๊ะ* และ สมพร แปงอุด	531
กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์			
สาขารัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์			
1	พฤติกรรมทางการเมืองของชาวกะเหรี่ยงในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น: กรณีศึกษา ชุมชนชาวกะเหรี่ยง ตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก	เฉลิมพล อุตะมะ	542
2	ทุนทางสังคมกับการมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำ ของสมาชิกกลุ่มสูบน้ำพลังไฟฟ้า ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหัวดง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร	นฤมล แก้วเปี้ย*, วัลลภัช สุขสวัสดิ์ และ อุดมพร ธีระวิริยะกุล	552

3	ความพร้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการรองรับการถ่ายโอนอำนาจการศึกษาขั้นพื้นฐาน: กรณีศึกษาองค์การบริหารส่วนตำบลในเขตจังหวัดนครสวรรค์	ศราวุธ ศรีแสงใส	561
4	ศักยภาพความพร้อมและแนวทางการพัฒนาพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษชายแดนในจังหวัดตาก	อดิเรก ฟั่นเขียว	570
สาขาเศรษฐศาสตร์			
1	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจออมเงินผ่านกองทุนสำรองเลี้ยงชีพ และประสิทธิภาพในการบริหารจัดการกองทุนสำรองเลี้ยงชีพของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง	ชัญฐิกา สุวรรณิน	580
2	ภูมิปัญญาสร้างสรรค์พลิกผันกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสู่ความยั่งยืน: กรณีผู้ประกอบการกลุ่มชาติพันธุ์ จังหวัดแม่ฮ่องสอน	ชุติมันต์ สะสอง* และ บุญฑวรรณ วิงวอน	587
3	ความสำเร็จของการพัฒนาองค์กรการเงินชุมชนและความเชื่อมโยงกับเศรษฐกิจชุมชน กรณีศึกษา ชุมชนบ้านคลองหลวงและชุมชนบ้านคลองปีกนก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร	นพพร จันทรนำชู* และ พรรณ์ธิดา เหล่าพวงศักดิ์	598
4	สภาพการดำเนินงานและแนวทางการยกระดับภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เชิงสร้างสรรค์ เพื่อเพิ่มมูลค่ากิจการวิสาหกิจขนาดย่อม อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง	บุญฑวรรณ วิงวอน*, มยุรี พรหมเทพ และ อัจฉรา เมฆสุวรรณ	608
5	ส่วนประสมทางการตลาดและแรงจูงใจที่มีต่อการยอมรับซื้อผลิตภัณฑ์เสริมอาหารของผู้บริโภคในจังหวัดลำปาง	พัชรี เครือนาชิด* และ ธนกร น้อยทองเล็ก	619
6	การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของการศึกษาพิเศษเพื่อเด็กพิการ: กรณีการจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้แม่สะเรียง	พุดตาน พันธุเณร*, ศุภนารี โพธิ์อ่อง และ ศุภสิทธิ์ พรรณนารุโณทัย	629
7	การวัดประสิทธิภาพกองทุนรวมในประเทศไทย	วัชรพงษ์ สุขวนิช	636
8	ประสิทธิภาพของปัจจัยการผลิตทางการศึกษาของกลุ่มประเทศที่ใช้คะแนน PISA วัดผลการศึกษา 34 ประเทศ	ศิลา โทนบุตร* และ ศุภสิทธิ์ พรรณารุโณทัย	648
สาขาสังคมวิทยา			
1	กระบวนการขายของตัวแทนประกันชีวิตเพื่อทำให้การสื่อสารสัมฤทธิ์ผล กรณีศึกษา: บริษัท เอไอเอ (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดลำปาง	นุชจรี ปุกคำ* และ กิตติมา ชาญวิชัย	656
2	ภาพลักษณ์มหาวิทยาลัยนเรศวรในทัศนคติของประชาชนในพื้นที่ให้บริการภาคเหนือตอนล่าง	พงศ์ภัทร์ ฟักฟูม* และ วนาวัลย์ ดาตี้	667
3	การสื่อสารเพื่อการผลิตซ้ำสื่อพื้นบ้านมังคละจังหวัดพิษณุโลก	พนิดา จงสุขสมสกุล* และ สุรารักษ์ วัยฉิมพลี	674
4	การวิเคราะห์อรรถลักษณ์และการศึกษาความเข้าใจของนิสิตเอกภาษาอังกฤษมหาวิทยาลัยนเรศวรเกี่ยวกับอุปลักษณ์ของตัวละครในนวนิยายเรื่อง Twilight	พิทักษ์ เมืองพรวน	683
5	ผลกระทบสังคมจากความเสื่อมสภาพของแม่น้ำลี้ จังหวัดลำพูน	สามารถ ใจเตี้ย*, ชวลิต วโรดมรังสิมันต์, ถาวร มาต้น และ พีรญา อึ้งอุดรภักดี	692
6	การดำรงอยู่ของสังคม วัฒนธรรมไทดำ แขวงหลวงน้ำทา สปป.ลาว	สรินทร คุ้มเขต*, เฉลิมศักดิ์ พิกุลศรี และ ธีรารัตน์ ลีลาเลิศสุระกุล	697

สาขาการศึกษา			
1	**การส่งเสริมทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบ Big Six Skills ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์**	**กรรณิกา จันทร์วงค์*, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และ เอกสิทธิ์ เทียมแก้ว**	**704**
2	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกข้อสอบ	เกศจริณพร ชัยยา	714
3	ยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาตามมาตรฐานการดำเนินงานศูนย์พัฒนาเด็กเล็กขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่น สังกัดเทศบาลตำบลหินกอง อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด	เกษร ธรรมชาพร*, อุรสา พรหมทา และ สุทัศน์ แก้วคำ	724
4	การพัฒนาความสามารถในการอ่านอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การสอนด้วยกลวิธีสืบสอบ	ขวัญชนก นัยจรัญ	734
5	ยุทธศาสตร์เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมยางสีสุราช สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26	คำดี สารจันทร์*, สมชาย วงศ์เกษม และ จำเนียร พลหาญ	743
6	การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยใช้ข่าวเป็นสื่อการเรียนรู้เรื่องโมเมนตัม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ชนิฐฆ์ศรา เทพจันตา*, ธิติยา บงกชเพชร และ ศิรินุช จินดารักษ์	754
7	การพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคชั่นนิสซึ่ม ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ดวงพร มูลป้อม*, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และ เอกสิทธิ์ เทียมแก้ว	763
8	การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้งานระบบสารสนเทศสำหรับการประกัน คุณภาพการศึกษาภายใน ของคณะกรรมการดำเนินงานด้านการประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร	ธนวุฒิ พูลเขตนคร	773
9	ผลการเปลี่ยนแปลงมโนมติ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปมาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	นนทวัฒน์ ศรีชัยวรรณ	787
10	การพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แบบร่วมมือเรียนรู้ โรงเรียนอนุบาลแกดำ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1	นำเพชร ทับชา*, วรวรรณ อุบลเลิศ และ สุทัศน์ แก้วคำ	797
11	ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษาตามความคิดเห็นของครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26	ปฏิภาณ ปะติเก*, จำเนียร พลหาญ และ สมชาย วงศ์เกษม	807
12	การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องการแบ่งเซลล์และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	มะลิวัลย์ ประทุมทอง*, จีระวรรณ เกษสิงห์ และ ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ	817
13	**การพัฒนาเว็บเควสท์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแบบการคิดต่างกัน**	**มัตติกา โลกคำลือ*, Muttika Lokkamlue, ทิพรัตน์ สิทธิวงศ์, Tipparat Sittiwong และ วิวัฒน์ มีสุวรรณ์**	**827**
14	**ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการสร้างผังมโนทัศน์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**	**สวนีย์ เพ็ชรพงศ์*, วนินทร สุภาพ และ สมชาย กฤตพลวิวัฒน์**	**836**

กลุ่มวิจัยสถาบัน			
1	ความเสี่ยงและผลกระทบที่เกิดกับระบบเทคโนโลยีสารสนเทศของสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยนเรศวร	เกดิษฐ เกิดโภคา	846
2	การพัฒนาระบบการเรียนการสอนออนไลน์ของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ด้วย Moodle Program	จีราวรรณ ทองลิ้ม	854
3	ประสิทธิผลของโปรแกรมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรที่มีภาวะอ้วน ปีการศึกษา 2555	โชติกา วงศ์เจริญ*, รัชดาภรณ์ แม้นศิริ และ เบญจพร อรุณประภารัตน์	860
Poster Presentation			
กลุ่มวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี			
สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพและคณิตศาสตร์			
1	โคมไฟทางเท้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีระบบการควบคุมความสว่างอัตโนมัติ	กฤษดา คำมาบุตร*, ศิรินุช จินดารักษ์ และ อนุชา แก้วพูลสุข	869
2	เกณฑ์คัดเลือกทำเลเมืองหลวงใหม่จากกรุงเทพมหานครไปยังพื้นที่ปลอดน้ำท่วมใหญ่	กิจการ พรหมมา*, กฤษฎา ภาณุมนต์วาที ,กิตติ แก้วฟ้า และ อรรถพร ปิ่นปิติ	877
3	จะเกิดอะไรขึ้นต่อชาวนาถ้ารัฐควบคุมน้ำบาดาลทั้งหมด	อรรถพร ปิ่นปิติ, กิจการ พรหมมา* และ นิรุต ไผ่เรือง	888
สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา			
1	ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อ Staphylococcus aureus	เกศินี พันธ์ภูมิ และ สุวิชญา รอดกำเหนิด*	897
2	ผลของโคลชิซินต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา และสรีรวิทยาของดาวเรือง	กิตติศักดิ์ โชติกเดชาณรงค์*, วิมลรัตน์ พจน์ไตรทิพย์ และ ดาราลักษณ์ เยาวภาคย์โสภณ	904
3	สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงระหาร จ. สุพรรณบุรี	จามรี กลางคาร*, วันปิติ ธรรมศรี และ สกนธ์ชัย ชะนูนันท์	910
4	การใช้ระบบ Electro-Coagulation-Flotation ในการกำจัดสาหร่ายขนาดเล็ก	จุฬาลักษณ์ แก้วศรีสุข* และ มุจลินทร์ ผลจันทร์	917
5	การเลี้ยงปลาดุกพันธุ์ผสม (Clarias macrocephalus X Clarias gariepinus)	ชลิดา ช้างแก้ว*, ปฏิภาณ ชูสุริแสง และ สมประสงค์ ดินแดง	923
6	ผลของอาหารผสมเสร็จ (TMR) ต่อสมรรถภาพการผลิตโคเนื้อพื้นเมืองในเขตจังหวัดนครสวรรค์	ธันวา ไวยบท	930
7	การศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของอาหารไทยโดยการประเมินวัฏจักรชีวิต: กะเพราหมู	นเรศ รัตนวงษ์	934
8	การผลิตไวน์กล้วยไข่โดยกระบวนการหมักแบบกึ่งกะ	นิภัชราพร สภาพพร* และ น้ำฝน ประพัฒน์โพธิ์	941
9	การศึกษาการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกในหญ้าสกัด	รุ้งตะวัน ปันทะวงค์*, ฐปน ชื่นบาล, ศิราภรณ์ ชื่นบาล และ ศรีกาญจนา คล้ายเรือง	950
10	องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ในการต้านจุลชีพของพืชสกุลพนมสวรรค์ (Clerodendrum L.)	วราภรณ์ ไฝ่ใจดี*, อรุณรัตน์ ฉวีราช และ รุ่งลาวัลย์ สุดมูล	956

11	การศึกษาพันธุกรรมของตาลโตนด สายพันธุ์ที่พบในเขตพื้นที่คาบสมุทรสทิงพระ โดยใช้ RAPD PCR	วาสนา มู่สา และ สุพัตรา นราวัฒน*	963
12	อิทธิพลของปุ๋ยคอกร่วมกับการคลุมดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแครอท	ศรัณย์ เผือกจันทร์, สุวิชัย ใจสะอาด, ชมดาว ขำจริง* และ วรรณา กอวัฒนาวรานนท์	973
13	ผลของสารประกอบช่วยส่งเสริมการเจริญที่ผลิตจากแบคทีเรียกลุ่ม pink pigmented facultative methylotrophs ต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเชียงดา (Gymnema inodorum (Lour.) Decne.)	ศิริพร ศาสตร์อำนวย*, นารีลักษณ์ นาแก้ว, อภิชาติ ชิดบุรี และ ศิริพรรณ สารินทร์	978
14	ความสามารถในการอยู่รอดของแบคทีเรียโพรไบโอติกในอาหารทะเลแห้ง	สุบัณฑิต นิ่มรัตน์*, เทวินทร์ แสนเสนยา, น้ำผึ้ง บุตรโคตร, พีรพัฒน์ สุพรรณพันธุ์ และ วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย	988
15	ชนิดของสารละลายบัฟเฟอร์ในการเก็บรักษาน้ำเชื้อปลาสวายแบบแช่เย็น	สุบัณฑิต นิ่มรัตน์*, ตรีรัตน์ สุขสวัสดิ์ และ วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย	996
16	ผลของการใช้น้ำตาลและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่ใช้ในการเตรียมน้ำเชื่อมต่อคุณภาพของฝอยทอง	อาภัสรา แสงนาค*, ดาริกา นิ่มอนงค์, วรรณิตา ตั้งศิริทรัพย์, วิจิตรา หนูเผือก และ ศิรินทร หมื่นศรี	1003
สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย			
1	Effect of different sewage treatment systems on bacterial-community changes	Mujalin K. Pholchan* and Sakunnee Bovonsombu	1011
2	การใช้คอนกรีตหล่อสำเร็จเพื่อการป้องกันน้ำท่วมในบ้าน	จักรพงษ์ บุญมา และ สสิกรณณ์ เหลืองวิชชเจริญ*	1020
3	การศึกษามาตรการส่งเสริมด้านการเงินตามนโยบายส่งเสริมด้านพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน	ธนภัทร เอี่ยมตาล*, สุพรรณนิกา วัฒนะ, ธนิต มาลากร และ ประพิธาริ์ ธนารักษ์	1028
4	การหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมในการหมักแก๊สชีวภาพจากมูลสุกร	นิวัฒน์ชัย ใจคำ	1036
5	การประยุกต์ใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานเครื่องผสมน้ำยาล้างจานกึ่งอัตโนมัติ	บุญเลิศ โพธิ์ขำ	1047
6	ผลของการเติมมูลไก่และมูลวัวต่อประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 โดยถังปฏิกรณ์แบบกวนสมบูรณ์	ปวันรัตน์ บุญอ่อน* และ ปฏิรูป ผลจันทร์	1054
7	การออกแบบและสร้างเครื่องปั๊มเจาะกะลามะพร้าวอ่อน	พีรวัตร ลือสัก* และ ชัชชัย สีตา	1063
8	เครื่องบดปลายเดือยเพื่อผลิตวัตถุดิบอาหารสัตว์สำหรับเกษตรกรรายย่อย	ยุทธศิลป์ ชัยสิทธิ์	1067
9	การออกแบบอย่างเหมาะสมของกังหันน้ำขนาดเล็กผลิตไฟฟ้า	วีระยุทธ หล้าอมรชัยกุล*, กิตติพงษ์ จันทร์ชูศรี, ชนะวรรณ ปานเกิด, ชูชีพ แก้วประเสริฐ และ วีรวิทย์ การุญบริรักษ์	1079
10	ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์	สหัถยา ทองสาร และ บงกช ประสิทธิ์*	1088

11	**การทำนายความต้องการน้ำและการประเมินขีดความสามารถระบบโครงข่ายท่อส่งน้ำประปาของเทศบาลนครนครราชสีมา**	**เอกราช แลวฤทธิ์* และ ฉัตรเพชร ยศพล**	1099
12	**การพัฒนาเตาแก๊สชีวมวลโดยใช้อิฐทนไฟ IF-145 กรุห้องเผาไหม้**	**อนุพล อัคพิน, วิกานต์ วันสูงเนิน, ประพิธาร์ ธนารักษ์ และ พิสิษฏ์ มณีโชติ***	1108
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์			
1	ระบบแจ้งซ่อมคอมพิวเตอร์ออนไลน์ มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา	จักรพันธ์ จันทร์เขียว	1116
2	การพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบผลการศึกษาของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา	เยาวเรศ กาฬภักดี	1125
3	การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการเงินกองทุนสวัสดิการชุมชน	สุเมธ พิลึก* และ จักรพันธ์ จันทร์เขียว	1136
กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ			
สาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์			
1	ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการป้องกันการติดเชื้อของผู้ดูแลผู้ป่วยวัณโรคปอดในจังหวัดสุโขทัย	กนกทิพย์ กิ้กสันเทียะ*, ชมนาด วรรณพรศิริ, สุภาพร แนวบุตร และ ศุภาณ์นาฏ สุวรรณกิจ	1145
2	การศึกษาในห้องปฏิบัติการถึงผลของกรดอะซิติกต่อตะกอนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมไฮโปคลอไรต์และคลอเฮกซิดีนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน แบบส่องกราด	ชยวรรธก์ อนันต์สุชาติกุล	1157
3	การคัดกรองยาที่ไม่เหมาะสมโดยใช้เกณฑ์เบียร์2012 และเกณฑ์สต๊อป และยาที่ควรได้รับโดยใช้เกณฑ์สตาร์ทในผู้สูงอายุ: กรณีศึกษาศูนย์บริการสาธารณสุขแห่งหนึ่ง สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร	ชาลิณี วงศ์วานิช	1167
4	ผลของการแจ้งเตือนอันตรกิริยาระหว่างยากับยาโดยคอมพิวเตอร์ร่วมกับการให้คำปรึกษาโดยเภสัชกร ณ โรงพยาบาลรัฐแห่งหนึ่ง	ดาราณี ศรีทองสุข	1177
5	ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนไหวร่างกายกับคุณภาพชีวิตเกี่ยวกับสุขภาพของผู้รับบริการในร้านบู๊ทส์ รีเทล กรุงเทพมหานคร	ธิดา สถิตธรรมสุธี และ ภิญญุภา เปลี่ยนบางช้าง*	1190
6	การสำรวจรายการเครื่องมือแพทย์ในร้านยา ในจังหวัดชลบุรี	นวลพรรณ เมืองแสน และ ภิญญุภา เปลี่ยนบางช้าง*	1201
7	การสร้างเครื่องตรวจสอบระดับเลือดในปอดเทียมระหว่างการทำระบบไหลเวียนโลหิต	ปฏิวัติ โชติมล* และ สุชาติ แย้มเม่น	1213
8	**ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีนอินเตอร์เฟอรอน-แกมมากับผลลัพธ์ของการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี**	**ปัญญา ถุนนอก, นพดล ช้างน้อย, ประภาศรี วิญญารักษ์, อัจฉราวี แก้วเพ็ญพันธุ์ และ วัชนันท์ วงศ์เสนา***	1222
9	**ความชุกของการติดเชื้อปรสิตในลำไส้ในเขตเทศบาลตำบลบ้านถ้ำ จังหวัดพะเยา**	**ปัณณวิชญ์ สิริเวชวิริยะ*, จิตรกุล สุวรรณเจรุญ, สรวิชญ์ อุปคุตต์, เกษกนก วรินทร์รักษ์ และ วาสนา เมืองวงศ์**	1229

10	ประสบการณ์การปรับตัวของคนพิการทางการมองเห็นที่สามารถพึ่งพาตนเองได้	พิมใจ รุ่งเรือง*, ชมนาด วรรณพรศิริ, รสสุคนธ์ คชรัตน์, และ ประทุมา ฤทธิ์โพธิ์	1236
11	การประดิษฐ์อุปกรณ์จำลองสำหรับฝึกปฏิบัติในการจัดท่าถ่ายภาพรังสีเต้านม	ภัสสุรีย์ ชีพสุมนต์*, วรรณี วงศ์ราษฎร์, สันต์ฤทัย ปัทมอัศรินทร์ และ สุชาติ แย้มเม่น	1244
12	ปริมาณเกล็ดเลือดในผู้ป่วยมาลาเรีย	มานพ ศรีคง*, สุรพล ตั้งวรสิทธิชัย และ อรทัย ตั้งวรสิทธิชัย	1249
13	ฤทธิ์ยับยั้งของสาร genistein ต่อการเกิดโปรตีนไกลเคชั่นและออกซิเดชั่นจากน้ำตาลฟลุคโตส	วชิราวดี มาลากุล* และ ภาณุมาศ ดีเอี่ยม	1256
14	การศึกษาปัญหาสุขภาพ ค่าดัชนีมวลกาย และเส้นรอบเอวในผู้สูงอายุ	วสุนธรา รตโนภาส	1265
15	การเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของกล้ามเนื้อหัวใจจากภาพคลื่นเสียงสะท้อนความถี่สูง 2 มิติด้วยวิธีสเป็กเกิลแทรกกิง ในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะอ้วนลงพุงกับกลุ่มคนสุขภาพดี	สมฤทัย วัฒนชัย, อรรณพ เลขะกุล และ สราวุธ คำปวน*	1271
16	การประเมินคุณภาพเครื่องมือสำหรับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ยาแผนโบราณของผู้สูงอายุ ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลแห่งหนึ่งโดยใช้ทฤษฎีแรงจูงใจเพื่อป้องกันโรค	สินีนุช ไกรสิงห์เดชา* และ จันทรรัตน์ สิทธิวรนันท์	1281
17	การสร้างโพลีโคลนอลแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเซลล์เพาะเลี้ยงมะเร็งท่อน้ำดี KKU-M213L5	อรัญญา จิระวิริยะกุล*, สราวุธ คำปวน, กนกพร สุจริตจันทร์, เบญจรัตน์ พูลลักษณ์ และ ลัญชนา ตาคำ	1293
สาขาวิทยาศาสตร์เคมีและเภสัช			
1	การกำจัดแคดเมียมโดยใช้ขี้เลื่อยจามจุรี	ดวงดาว แพงคำฮัก และ ศิริรัตน์ ชาญไววิทย์*	1298
2	ผลของตัวทำละลายและน้ำหนักโมเลกุลต่อพฤติกรรมการเกิดเจลของคอนจูเกตพอลิเมอร์	นิภาภัทร เจริญไทย และ รักชาติ ไตรผล*	1304
3	การพัฒนาวิธีการตรึงตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อใช้ในการผลิตไบโอดีเซล	วิภารัตน์ เชื้อชวด, ฉันทนา พันธุ์เหล็ก, เอกวิทย์ ใจดี, สมชาย มณีวรรณ์ และ อนุสรณ์ วรสิงห์*	1313
กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์			
สาขาปรัชญา			
1	การออกแบบการจัดการเรียนรู้อิงกรอบมาตรฐานคุณวุฒิรายวิชาภาษาฝรั่งเศสเพื่ออุตสาหกรรมการโรงแรม	ปิยจิตร สังข์พานิช	1325
2	การศึกษาการใช้กรอบอาคารที่เหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานสำหรับอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	ภีสเดช ยุติบรรพ์*, ชนิกานต์ ยิ้มประยูร และ นวลวรรณ ทวยเจริญ	1336
สาขารัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์			
1	ความคิดเห็นของคนพิการต่อการเพิ่มสวัสดิการของคนพิการจากภาครัฐ กรณีศึกษาเทศบาลตำบลเนินปอ อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร	ชัยสิทธิ์ จิตพัฒนชัย* และ วงศกร เจียมเผ่า	1347

2	ความต้องการฝึกอบรมของนักวิเคราะห์นโยบายและแผน สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี : ภายใต้บริบทของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน	อัชณัฐ หมวกน่วม	1356
สาขาเศรษฐศาสตร์			
1	การรับรู้การสื่อสารและการมีส่วนร่วมที่มีต่อการปฏิบัติงานของพนักงานบริษัทบิ๊กซีซูเปอร์เซ็นเตอร์ จำกัด (มหาชน) สาขาลำปาง	ดวงทิวรรณ เก่งการทำ* และ ธนกร น้อยทองเล็ก	1369
2	การจัดเก็บข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวทางเกษตรด้วยระบบ GPS จำนวน 9 ฐานข้อมูล	นงค์นุช บุญกล่ำ	1379
3	การรับรู้ตราสินค้าและความพึงพอใจที่มีอิทธิพลต่อความภักดีของผู้บริโภคผักปลอดสารพิษ ในอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง	นภาวรรณ ทิดไชย* และชัยยุทธ เลิศพาชิน	1389
4	การบริหารจัดการวิกฤตอุทกภัยเชิงเปรียบเทียบระหว่างเทศบาลนครนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์กับเทศบาลนครปากเกร็ด จ.นนทบุรี	พรรณพรหมทอง ชนลักษณ์ดาว* และ ชาตรี ปรีดาอนันทสุข	1399
5	การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	วิทยา ภูมิสามพราน	1406
6	การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการจัดกิจกรรมนักศึกษา คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	ศุภศิวั์ สุวรรณเกษร	1417
7	วิเคราะห์อุปสงค์ของโลกที่มีต่อการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับของไทย	อภิญญา สุนันทวนิช	1428
สาขาสังคมวิทยา			
1	พฤติกรรมการเป็นสมาชิกที่ดีขององค์กรของพนักงานเจเนอเรชั่นวาย ในกลุ่มธุรกิจโทรคมนาคมในนครหลวงเวียงจันทน์, สปป.ลาว	Luckpanomvanh Boualapha*, วศิน เหลี่ยมปรีชา และ อนิรุทธิ์ อัศวสกุลศร	1437
2	กระบวนการจัดการแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ในตลาดเก่าและตลาดน้ำเพื่อการท่องเที่ยว	กาญจนา เหล่าโชคชัยกุล	1446
3	ความสนใจเนื้อหาและการตระหนักรู้เกี่ยวกับข่าวภาวะโลกร้อนในหนังสือพิมพ์ไทยของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร	กฤชณัท แสนทวี	1454
4	การรับรู้ตราสินค้าชาเขียวอิชิตันของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	ชิสากัญญ์ ศุภวงค์ธนากานต์* และ นพพร ศรีวรวิไล	1462
5	กระบวนการเรียนรู้เพื่อการพึ่งตนเองอย่างยั่งยืนของกลุ่มเลี้ยงโคบ้านโป่งแดง อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก	เด่นศักดิ์ หอมหวล*, ประยงค์ ศรีไพรสนท์ และ สมศักดิ์ บุญเย็นธรรมชาติ	1468
6	วัฒนธรรมเครื่องดนตรีกระบอกไม้ไผ่ของชาวชาไก กรณีศึกษาตำบลนาทอน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล	ทยา เตชะเสน์	1477
7	การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกยางพาราของเกษตรกรในอำเภอปง จังหวัดพะเยา	พันธ์ศักดิ์ แสนพรมมา	1483
8	การท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงสร้างสรรค์เครื่องมือของการพัฒนาท้องถิ่นที่ยั่งยืน	ภิสันติ์ ตินะคัต	1491

9	**กระบวนการผลิตข้าวปลอดภัยชุมชนหนองปิ้งไก่ กำแพงเพชร ด้วยกระบวนการเรียนรู้ชุมชน และหลักเศรษฐกิจพอเพียง**	**วัลลภ ทองอ่อน**	1501
10	**ชุมชนเมียนมาร์น้อยในสังคมไทย**	**อนุรักษ์ สิงห์ชัย*, วิยุทธ์ จำรัสพันธุ์ และ สมศักดิ์ ศรีสันติสุข**	1509
11	การศึกษาภาวะผู้นำด้านความปลอดภัยของพนักงานระดับบังคับบัญชาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านความปลอดภัยของพนักงานใต้บังคับบัญชา	ฤทัยรัตน์ คำพรมมี	1516
สาขาการศึกษา			
1	ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	กรกนก วงศ์ทอง*, คเชนทร์ แดงอุดม และ วารีรัตน์ แก้วอุไร	1529
2	การใช้กิจกรรมแผนผังความคิดเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในการอ่านจับใจความภาษาญี่ปุ่นของนิสิตระดับปริญญาตรี	ชีวิน สุขสมณะ	1537
3	การพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องสารและสมบัติของสารที่ได้รับการสอนโดยเสริมชุดการแสดงทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	นันทวัน ขวัญศรีทองมั่น	1546
4	การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง ไมโครซอฟต์เวิร์ดเบื้องต้น โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	นันทวัน ปัญญาดี	1551
5	การศึกษาผลการพัฒนาทักษะการอ่านจับใจความภาษาญี่ปุ่นโดยการใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ (STAD)	เพ็ญพร แก้วฟุ้งรังษี	1559
6	ภูมิปัญญาการรักษาน้ำตาลสดสู่สินค้าเศรษฐกิจน้ำตาลเมา กรณีศึกษา บ้านเหล่าขวัญ หมู่ที่ 3 ตำบลท้อแท้ อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก	รุจโรจน์ แก้วอุไร, ภาสกร เรืองรอง, วณิชชา แม่นยำ*, วิลาวัลย์ สมยาโรน, ศรันยู หมื่นเดช และ ชไมพร ศรีสุราช	1570
7	สมรรถนะ และความต้องการพัฒนาตนเองเพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนของครูปฐมวัยในโรงเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดระยอง	ศุภศิว์ สุวรรณเกษร และ รัชนี สุวรรณเกษร*	1578
8	ออกแบบบทปฏิบัติการทดลอง เรื่อง แสงสีที่มองเห็นกับแสงสีที่ถูกดูดกลืนของสารประกอบเชิงซ้อน ของทองแดง $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ และ $[Cu(en)_3]^{2+}$	สุดา มัชแมน* และ จอมใจ สุกใส	1588
9	**อนาคตภาพการจัดการศึกษาของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กองค์การบริหารส่วน ตำบลหนองกุง อำเภอแกดำ จังหวัดมหาสารคาม**	**สุภักดิ์ โยปัดทุม*, ชยากานต์ เรืองสุวรรณ และ สมเจตน์ ภูศรี**	1596
10	**ผลการใช้บทเรียนออนไลน์ ร่วมกับเทคนิคการระดมสมองรายวิชาการสร้างเว็บเพจ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**	**อรุณี รัตนชาญชัย*, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และ เอกสิทธิ์ เทียมแก้ว**	1606

11	**การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง บรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**	**อุ่นเรือน ชูยิ้ม**	**1616**
กลุ่มวิจัยสถาบัน			
1	**ระบบสารสนเทศเพื่อติดตามสถานะและความก้าวหน้าของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาและสมุดบันทึกการให้คำปรึกษาแบบออนไลน์**	**ทัศพร กนกพารา*, ปรีชาพล บุญส่ง และ สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ**	**1626**
2	ระบบผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ออนไลน์ กองบริหารการวิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร	ประธาน สายคำ	1633
3	ปัจจัยที่ส่งผลต่อทำวิจัยของบุคลากรสายสนับสนุน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	ปรารถนา เอนกปัญญากุล, ศศินิภา ศรีกัลยานิวาท*, นิพัทธา ลบเมฆ, สุภาวดี ทวนหอม และ นายทินกรณ์ หาญณรงค์	1640
4	การประเมินความมั่นใจของทักษะการใช้เครื่องมือและเทคนิคการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ ทางจุลชีววิทยาอาหาร สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 4 ก่อนเรียนรายวิชาปัญหาพิเศษ	เพชรรุ้ง เสนานุช	1647
5	การติดตามผลการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาของนักศึกษามหาวิทยาลัยเจ้าพระยา	รุ่งทิวา ยาวิเลิง* และ วิรัช กาฬภักดี	1655
6	การประเมินมาตรฐานห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร	วิษิกตา เพ็ชรปูน	1663
7	การสำรวจความพร้อมทางด้านปฏิบัติการเคมีและกายภาพของนิสิตชั้นปีที่ 3 ก่อนเรียนรายวิชาปัญหาพิเศษของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร	ศิริวงษ์ นิ่มนงค์* และ เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์	1669
กลุ่มงานสร้างสรรค์ทางด้านศิลปกรรมและสถาปัตยกรรม			
1	การออกแบบเสาธรรมพระนเรศ ติดตั้ง ณ พุทธมณฑล จังหวัดพิษณุโลก	ธีรวุฒิ บุญยศักดิ์เสรี	1678
2	โครงการปรับปรุงและพัฒนาย่านสถานีรถไฟพิษณุโลก	ปารวีย์ ลี้สกุลรักษ์, สิริมาส เฮงรัศมี และสันต์ จันทร์สมศักดิ์*	1703
3	โครงการออกแบบอาคารหอสมุดมหาวิทยาลัยนเรศวร (ส่วนเพิ่มเติม)	สันต์ จันทร์สมศักดิ์*, สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา, พูนเพิ่ม วัฒนวงศ์คีรี และ ธนงศักดิ์ ด่อนดี	1708

ผลของสภาวะการสกัดต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกมันเทศ

ณรงค์ฤทธิ์ ใหญ่แก้ว ธีรพร กงบังเกิด กมลวรรณ โรจน์สุนทรกิตติ และ นิติพงศ์ จิตรีโภชน์*

Effect of extraction conditions on antioxidant activities of sweet potato peels

Narongrit Yaikaew, Teeraporn Kongbangkerd, Kamonwan Rojsunthornkitti and Nitipong Jittrepotch*

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
*Corresponding author. E-mail: nitipongj@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสภาวะการสกัดต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกมันเทศโดยใช้ตัวทำละลายคือ เอทานอลร้อยละ 95.0 เมทานอลร้อยละ 95.0 และอะซีโตน ที่อุณหภูมิที่ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล เป็นระยะเวลา 30 60 และ 90 นาที การสกัดด้วยเมทานอลร้อยละ 95.0 ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างสูงสุด รองลงมา ได้แก่ เอทานอลร้อยละ 95.0 และ อะซีโตน ตามลำดับ ($p<0.05$) โดยเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดสูงขึ้นมีผลทำให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างเพิ่มสูงขึ้น ($p<0.05$) ในตัวทำละลายเมทานอลและเอทานอลร้อยละ 95.0 การสกัดเปลือกมันเทศด้วยเอทานอล ร้อยละ 95.0 ให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แอนโทไซยานิน ฟลาโวนอยด์ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ เมทานอลร้อย 95.0 และอะซีโตน ตามลำดับ ($p<0.05$) ส่วนความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS พบว่า เมทานอล สูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ เอทานอลร้อยละ 95.0 และอะซีโตน ตามลำดับ ($p<0.05$) ส่วนระยะเวลาและอุณหภูมิในการสกัด พบว่า เมื่อใช้ระยะเวลาในการสกัดมากขึ้น และอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อผลทำให้กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระลดลง โดยจากการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสม คือ สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 95.0 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที มีผลทำให้กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีค่าสูงสุด

คำสำคัญ: สภาวะการสกัด เปลือกมันเทศ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of extraction conditions on antioxidant activities of sweet potato (*Ipomoea batatas*) peels. The solvents for extraction were 95.0% ethanol 95.0 % methanol and acetone at 50, 70 and 90 °C for 30, 60 and 90 min. It was found that sweet potato peels extracted by methanol (95.0%) gave the highest yield, follow by 95% ethanol and acetone, respectively ($p<0.05$). The obtained yield is increased with increasing temperature and extraction time ($p<0.05$) when using 95.0% ethanol and 95.0% methanol. The highest total phenolic compound, anthocyanin, total flavonoid and DPPH assay obtained by extracting with 95.0% ethanol, follow by 95.0% methanol and acetone respectively ($p<0.05$). The peels extracted with 95.0% methanol gave the highest ABTS assay, follow by 95.0% ethanol and acetone, respectively. For the extracting time and temperature, it was found that the longer extraction time and higher temperature lowered the antioxidant activities. It was found that the optimal extracting conditions that provided the highest antioxidant activities were using 95.0% ethanol at 70 °C for 30 min.

Keywords: extraction condition, sweet potato peel, antioxidant activities

บทนำ

มันเทศ (*Ipomoea batatas*) (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม 5, 2523) เป็นพืชที่เป็นเถาเลื้อยราบไปบนพื้นดิน มีรากสะสมอาหารขยายใหญ่เรียกว่าหัว ซึ่งมีคุณประโยชน์มาก เพราะใช้เป็นอาหารของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี มันเทศปรุงอาหารได้ทั้งคาวหวาน หัวมันเทศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง จึงใช้รับประทานแทนข้าวได้ ซึ่งในหัวมันเทศพบว่าเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีฟีนอลิกอยู่จำนวนมาก โดยเฉพาะบริเวณส่วนเปลือกและเนื้อเยื่อส่วนเปลือก (Lisinska and Leszcynski, 1989) กระบวนการแปรรูปต่าง ๆ ทางอุตสาหกรรมอาหารมีของเสียที่เหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูป คือ

เปลือกมันเทศ (Zia-ur-Rehman et al., 2004) สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่สามารถพบได้ในธรรมชาติ ซึ่งในเปลือกมันเทศพบว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ด้วย สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) คือ สารประกอบที่สามารถป้องกันหรือชะลอกระบวนการเกิดออกซิเดชัน ระบุว่ากระบวนการออกซิเดชันมีได้หลายรูปแบบ เช่น การทำให้น้ำมันพืชเหม็นหืน หรือกระบวนการออกซิเดชันที่เกิดในร่างกาย

การสกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิด มีผลต่อความสามารถต้านออกซิเดชันของสารสกัดต่างกัน เช่น งานวิจัยของ (ศิวาพร และ ณัฏฐินี, 2546) ศึกษาการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันฝรั่ง พบว่าการสกัดสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าสูงสุด เมื่อใช้ตัวทำละลายตัวนี้ คือ เมทานอล เอทานอล อะซีโตน และ น้ำ ตามลำดับ และ งานวิจัยของ (ธนศักดิ์ และคณะ, 2551) พบว่า กระชายเหลืองที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ และความสามารถต้านออกซิเดชันที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพความมีขั้วและไม่มีขั้วของต่างละตัวทำละลาย การสกัดโดยใช้ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ต่างกันก็มีผลต่อความสามารถต้านออกซิเดชันด้วยเช่นกัน เช่น งานวิจัยของ (ดวงกมล และคณะ, 2551) พบว่า การสกัดในช่วยอุณหภูมิสูงจะเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด แต่เมื่อเพิ่มเวลาในการสกัดนานขึ้นมีผลทำให้สารต้านอนุมูลอิสระลดลง

ดังนั้น จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของสภาวะการสกัดต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกมันเทศ โดยใช้ ตัวทำละลาย อุณหภูมิ และระยะเวลาในการสกัดที่ต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด

1.1 วัตถุดิบ

มันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 หัวรูปทรงแบบยาวรี หัวมีผิวสีแดง เนื้อสีม่วง ขนาดของหัวเฉลี่ยกว้าง 3.5 เซนติเมตร ยาว 13.6 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยว 90 - 110 วัน เพาะปลูกจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร สำนักวิจัยและพัฒนาเขตที่ 2

1.2 วิธีการเตรียมวัตถุดิบ

ล้างทำความสะอาดมันเทศ จากนั้นปอกเปลือกมันเทศ นำเปลือกมันเทศเข้าหม้อนึ่งอัดความดันที่อุณหภูมิ 121°C นาน 15 นาที ทำแห้งเปลือกมันเทศด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นประมาณร้อยละ 7 นำเปลือกมันเทศมาบดให้ละเอียด ให้มีขนาดประมาณ 0.02 เซนติเมตร สกัดไขมันออกโดยใช้ตัวทำละลายปิโตรเลียมอิเทอร์โดยวิธี (Bligh and Dryer, 1959) และนำไปอบแห้งอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างเปลือกมันเทศที่สกัดไขมันแล้วนำวิเคราะห์

1.3 วิธีการทดสอบสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดหาสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันเทศ

ชั่งเปลือกมันเทศ จำนวน 10 กรัม สกัดโดยการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระด้วยตัวทำละลาย ได้แก่ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน (อัตราส่วนเปลือกมันเทศต่อตัวทำละลาย 1:10 w/v) อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด คือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัด คือ 30 60 และ 90 นาที นำ**ตัวอย่างมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 จากนั้นทำการสกัดตัวอย่างซ้ำด้วยวิธีเดิมจำนวน 3 ซ้ำ นำตัวทำละลายมารวมกัน วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD และ ทำการระเหยตัวทำละลายออกให้แห้งด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 45 °C เก็บตัวอย่างเพื่อนำไป**

- **วิเคราะห์ปริมาณร้อยละน้ำหนักของตัวอย่างที่สกัดได้**
- **วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (AOAC, 2000)**
- **วิเคราะห์แอนโทไซยานิน (AOAC, 2000)**
- **วิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ (AOAC, 2000)**

- วัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ตามวิธีของ Turkmen (2005)
- วัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ตามวิธีของ Re el et al. (1999)

2. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

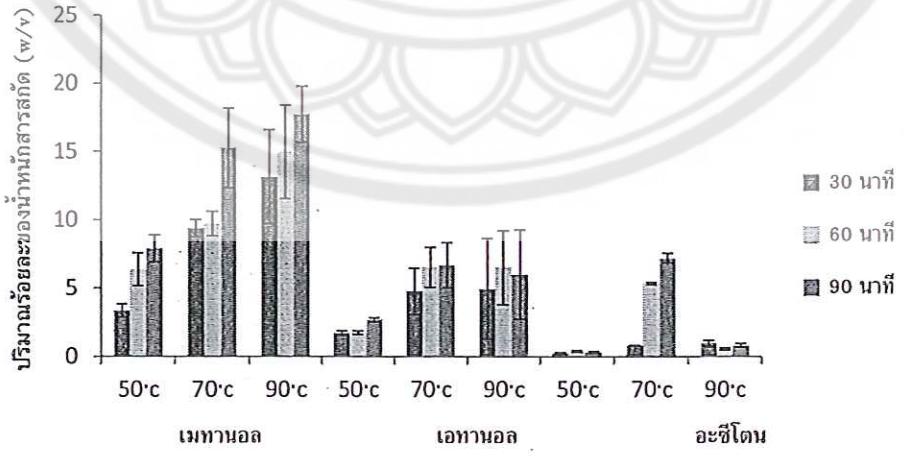
ผลการศึกษา

การวิเคราะห์สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิก และตรวจสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกมันเทศ

1. วิเคราะห์ปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างที่สกัดได้

จากการศึกษาปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ. 65-3 โดยใช้ตัวทำละลาย คือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด คือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัด คือ 30 60 และ 90 นาที พบว่า ชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดด้วยเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ให้ค่าปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างสูงที่สุด รองลงมาคือ เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 และ อะซีโตนตามลำดับ (รูปที่ 1)

สำหรับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างที่สกัดได้เช่นเดียวกัน พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และระยะเวลาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดด้วยอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างสูงที่สุด รองลงมาคืออุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และที่ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที ปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างที่สกัดได้มีปริมาณสูงที่สุด รองลงมาคือ ระยะเวลาการสกัด 60 และ 30 นาที ตามลำดับ ($p<0.05$) โดยค่าปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง (0.31±0.05 - 17.72±2.07 w/v) โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างสูงที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำลายเมทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที และสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างน้อยที่สุด คือ การสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที ดังแสดงในรูปที่ 1

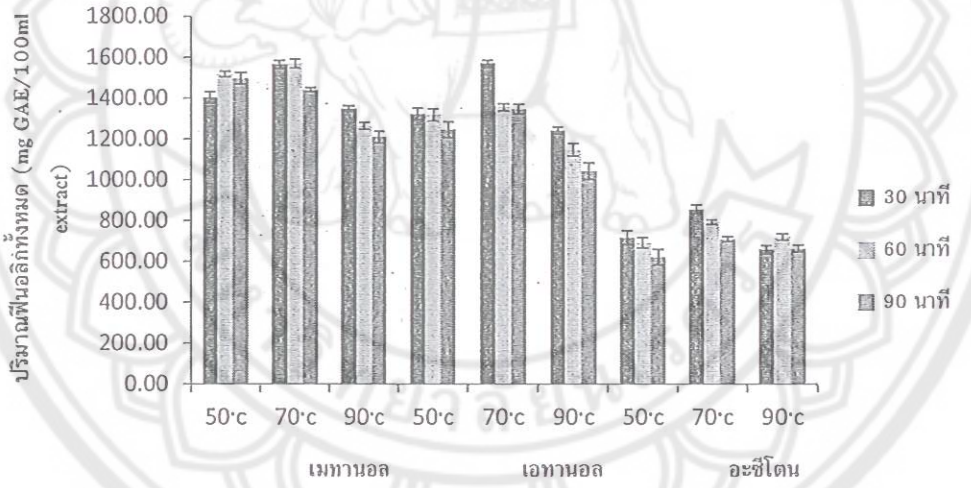


รูปที่ 1 ปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลาย คือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัด คือ 30 60 และ 90 นาที

2. วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

จากการศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่สกัดจากเปลือกมันเทศ โดยใช้ตัวทำละลาย คือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด คือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัด คือ 30 60 และ 90 นาที พบว่าชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการสกัดเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 และเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ให้ค่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด ($p>0.05$) ในขณะที่ตัวทำละลายอะซีโตนให้ค่าปริมาณฟีนอลิกน้อยที่สุด ($p<0.05$) โดยปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดคือการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีค่า 1,570±16.10 mg GAE/100ml extract และ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดน้อยที่สุดคือการสกัดด้วยอะซีโตนมีค่า 621.35±37.38 mg GAE/100ml extract

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการสกัดที่อุณหภูมิสูงและระยะเวลานาน มีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกลดลง โดยค่าปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง (621.35±37.38 - 1,570.84±16.10 mg GAE/100ml extract) โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างมากที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำลายเอทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที และสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างน้อยที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที ดังแสดงในรูปที่ 2



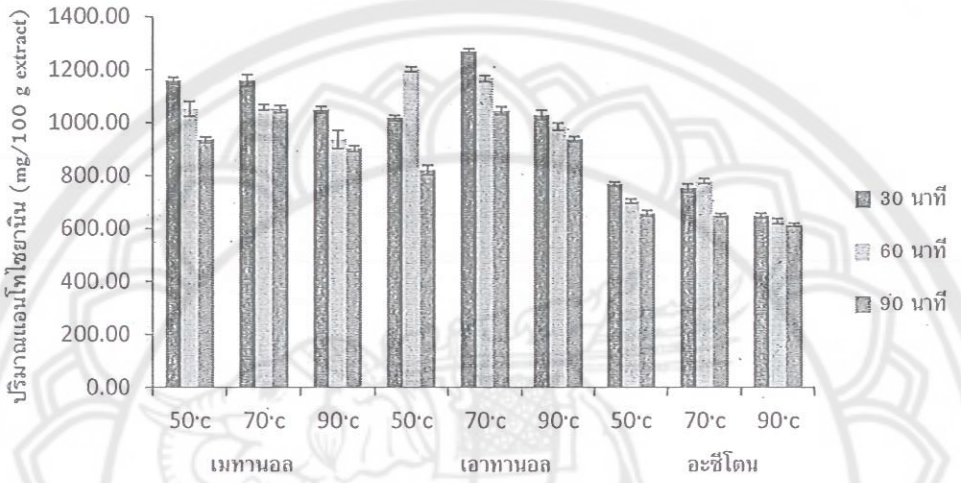
รูปที่ 2 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลาย คือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดคือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัด คือ 30 60 และ 90 นาที

3. วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน

จากการศึกษาปริมาณแอนโทไซยานิน พบว่าชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการสกัดเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 และเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ให้ค่าปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด ($p>0.05$) ในขณะที่ตัวทำละลายอะซีโตนให้ค่าปริมาณฟีนอลิกน้อยที่สุด ($p<0.05$) โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล ให้ค่าปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด รองลงมา เมทานอล และอะซีโตนน้อยที่สุด ตามลำดับ

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดต่อปริมาณแอนโทไซยานินพบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดโดยใช้อุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลานานขึ้นมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินลดลงด้วยเช่นกัน โดยค่าปริมาณที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง

(613.36±5.87 - 1,268.41±9.31 mg/100ml extract) โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างมากที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำลายเอทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที และสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างน้อยที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที ดังแสดงในรูปที่ 3

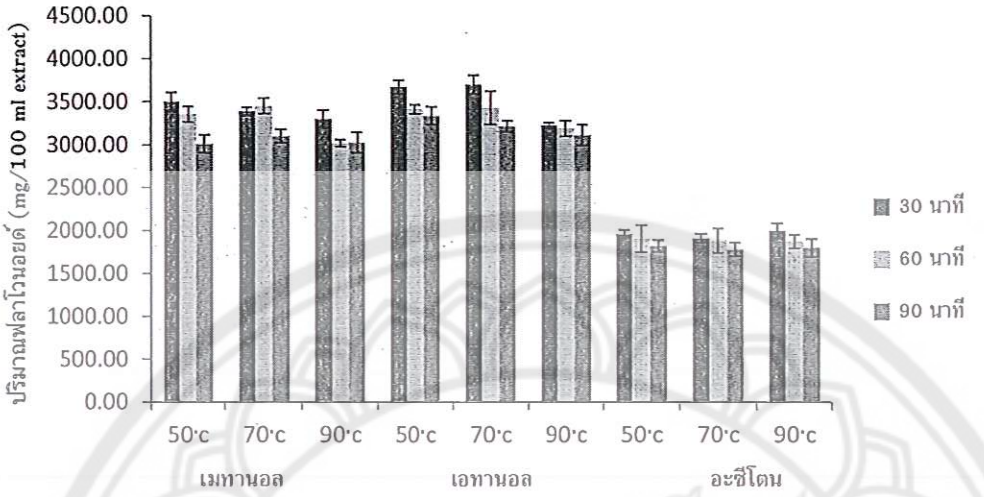


รูปที่ 3 ปริมาณแอนโทไซยานินที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลาย คือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด คือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัด คือ 30 60 และ 90 นาที

4. วิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์

จากการศึกษาปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สกัดจากเปลือกมันเทศ พบว่าชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณฟลาโวนอยด์มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ให้ค่าปริมาณฟลาโวนอยด์สูงที่สุด รองลงมาคือ เมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 และอะซีโตนให้ปริมาณฟลาโวนอยด์น้อยที่สุด ตามลำดับ

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดปริมาณฟลาโวนอยด์พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณฟลาโวนอยด์มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดโดยใช้อุณหภูมิสูงขึ้นและระยะเวลานานขึ้นมีผลทำให้ปริมาณฟลาโวนอยด์ลดลงด้วยเช่นกันโดยค่าปริมาณที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง (1,781.69±78.40 - 3,701±46.67 mg/100ml extract) โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างมากที่สุด คือ การสกัดด้วยตัวทำลายเอทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที และสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างน้อยที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที ดังแสดงในรูปที่ 4

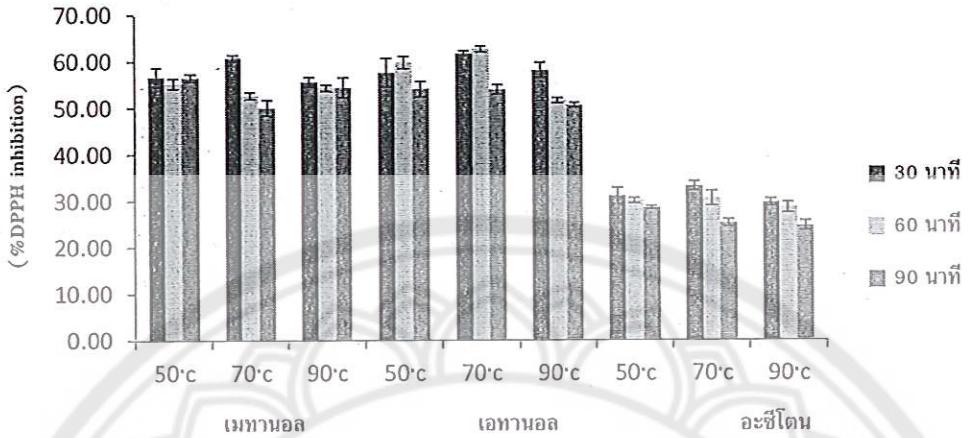


รูปที่ 4 ปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลาย คือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด คือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัด คือ 30 60 และ 90 นาที

5. การวัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

การศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ที่สกัดจากเปลือกมันเทศ โดยผลการทดลอง พบว่าชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด คือมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% Inhibition) เท่ากับ 61.72% เมื่อเทียบกับตัวทำละลายเมทานอลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที เช่นกัน และตัวทำละลายที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดคือ อะซีโตนพบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 24.68%

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดโดยใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลานานมีผลทำให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระลดลง โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีค่าอยู่ในช่วง (61.72 ± 0.55 – 24.68 ± 1.02%) สภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำลายเอทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที และสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดคือ การสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที ดังแสดงในรูปที่ 5

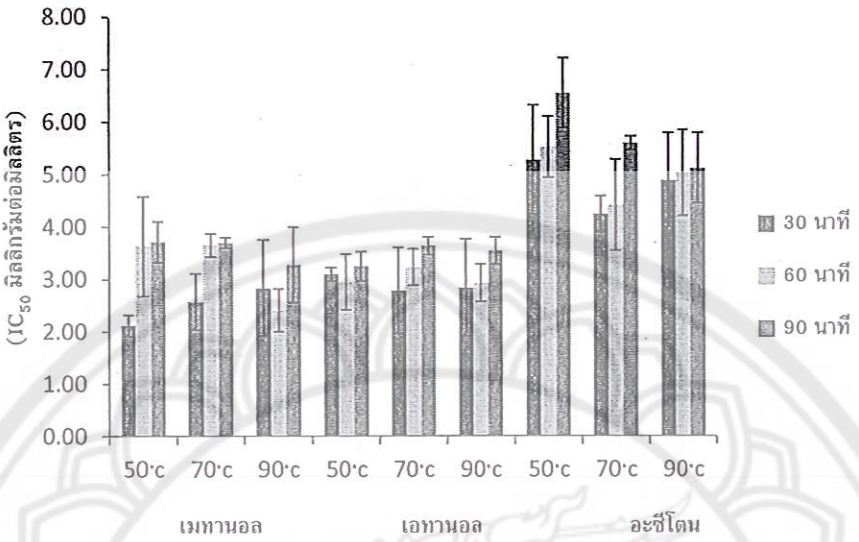


รูปที่ 5 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระวัดด้วยวิธี DPPH ที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลาย คือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด คือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัด คือ 30 60 และ 90 นาที

6. การวัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

การศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ที่สกัดจากเปลือกมันเทศ โดยรายงานค่าในรูป IC_{50} (Inhibition concentration, ความเข้มข้นของสารที่มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50%) โดยค่าตัวเลขต่ำแสดงถึงว่ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูง โดยผลการทดลอง พบว่าชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลให้ค่า IC_{50} น้อยที่สุด เท่ากับ 2.12 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อเทียบกับตัวทำละลายเอทานอล พบว่าให้ค่า IC_{50} ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ที่อุณหภูมิและระยะเวลาเดียวกันเช่นกัน เช่นกัน ในขณะที่ตัวทำละลายอะซีโตน ให้ค่า IC_{50} สูงที่สุด เท่ากับ 6.55 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัด พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ค่า IC_{50} มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการสกัดโดยใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลานานมีผลทำให้ค่า IC_{50} สูงมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระวัดด้วยวิธี ABTS และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีค่าอยู่ในช่วง (2.12±0.20 – 6.55 ±.66%) สภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่า IC_{50} น้อยที่สุด คือ การสกัดด้วยตัวทำลายเมทานอลร้อยละ 95 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที และสภาวะที่ใช้ในการสกัดที่ให้ค่า IC_{50} สูงที่สุด คือ การสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 90 นาที



รูปที่ 6 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระวัดด้วยวิธี ABTS โดยรายงานค่าในรูป IC_{50} ที่สกัดจากเปลือกมันเทศสายพันธุ์พิจิตร พจ.65-3 โดยใช้ตัวทำละลาย คือ เอทานอล เมทานอล และอะซีโตน อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด คือ 50 70 และ 90 องศาเซลเซียล และระยะเวลาในการสกัด คือ 30 60 และ 90 นาที

อภิปรายผลการศึกษา

1. วิเคราะห์ปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างที่สกัดได้

จากการวิเคราะห์ปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่าง แสดงเห็นได้ว่าปริมาณร้อยละของน้ำหนักที่สกัดได้มีความสัมพันธ์กับสภาพขั้วของตัวทำละลาย คือ เมทานอลมีความมีขั้วสูงที่สุด รองลงมาคือ เอทานอล และอะซีโตน ตามลำดับเช่นกัน ดังเช่นการทดลองของ (Zia-ur-Rehman et al., 2004) ที่พบว่าการสกัดปริมาณร้อยละของน้ำหนักของตัวอย่างจากเปลือกมันฝรั่งด้วยตัวทำละลายที่ต่างกัน ได้แก่ เอทานอล เมทานอล อะซีโตน ปิโตรเลียมอีเทอร์ และอีเทอร์ แสดงให้เห็นว่า ปิโตรเลียมอีเทอร์สามารถสกัดได้มากที่สุด รองลองมาคือ เมทานอล เอทานอล และอะซีโตน ตามลำดับ เช่นเดียวกับ (ศิวาพร และณัฏฐินี, 2546) ศึกษาการสกัดเปลือกมันฝรั่งด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน พบว่าปริมาณการสกัดด้วยเมทานอลให้ปริมาณร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างสูงที่สุด รองลงมาคือเอทานอล อะซีโตน และน้ำตามลำดับ

2. วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าชนิดของตัวละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีความแตกต่าง ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิกเป็นกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ต่ออยู่กับหมู่แอริล (R) ซึ่งสามารถถูกสกัดได้ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ในสภาพที่มีขั้วที่ใกล้เคียงกัน โดยส่วนใหญ่ **สารประกอบฟีนอลิกจะละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีสภาพขั้วสูง ซึ่งสัมพันธ์กับสภาพขั้วของตัวทำละลาย คือ เมทานอลมีความมีขั้วสูงที่สุด รองลงมาคือ เอทานอล และอะซีโตน ตามลำดับเช่นกัน ดังนั้น จึงทำให้การสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลและเอทานอลมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายอะซีโตน ดังเช่นการทดลองของ (Jung et al., 2006) พบว่า เอาทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการสกัดปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดจากใบของโสมป่า และจากการศึกษาของ (Zhao and Hall, 2008) พบว่า การสกัดลูกเกดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล**

การสกัดโดยใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลานาน มีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกลดลง เนื่องมาจากการความร้อนหรือระยะเวลาในการสกัดที่เพียงพอในสภาวะการสกัดที่เหมาะสมมีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกสูงขึ้น แต่การให้ความร้อนหรือ

ระยะเวลาในการสกัดที่มากเกินมีผลอาจทำให้สารประกอบฟีนอลิกบางส่วนถูกออกซิไดซ์ด้วยแสง และอนุมูลโลหะที่มีอยู่ในพืช (Rajalakshmi and Narasimhan, 1998) จึงทำให้เมื่อสกัดเป็นเวลานานกลับทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Wang et al., 1996) พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในส้มเริ่มลดลงเมื่อทำการสกัดนานขึ้น

3. วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานิน เป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ เป็นสารให้สีตามธรรมชาติโดยสีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่าง แอนโทไซนายนินจึงมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากโครงสร้างของสารแอนโทไซยานินจัดเป็นสารประกอบไซยานิดิน 3 กลูโคไซด์ (cyaniding 3-glucoside) และ พีโอนิดิน 3 กลูโคไซด์ (peonidin 3-glucoside) ที่สามารถละได้ได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้ว ความมีขั้วดังกล่าวได้ส่งผลต่อการสกัดและการแยกแอนไซยานินในตัวอย่าง โดยตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีขั้วสามารถกัดแอนโทไซยานินได้ดีกว่าตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว (Finocchiaro et al., 2010) ซึ่งผลงานวิจัยได้สอดคล้องกับ การวิจัยที่ว่าการสกัดในช่วยอุณหภูมิสูงจะเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด แต่ถ้าสูงเกินไปจะทำให้แอนโทไซยานินเกิดการสลายตัวได้ เมื่ออุณหภูมิในการสกัดสูงขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเวลาในการสกัดนานขึ้นมีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินลดลง (ดวงกมล และคณะ, 2551)

4. วิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์

ฟลาโวนอยด์เป็นสารประกอบในกลุ่มของฟีนอลิก ซึ่งมีสมบัติในการต้านออกซิเดชันที่ดี เนื่องจากโครงสร้างทางเคมีของฟลาโวนอยด์สามารถให้อิเล็กตรอน หรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ จึงทำให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระที่มีความคงตัวมากขึ้น จึงมีความสามารถในการยับยั้งหรือชะลอ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ (Cook & Samman, 1996) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาของ (Pinelo et al., 2004) ซึ่งได้ทำการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ คือ quercetin โดยใช้ตัวทำละลายต่างกัน ได้แก่ เอทานอล เมทานอล และน้ำ พบว่า quercetin ในตัวทำลายเอทานอลมีคุณสมบัติในการต่านอนุมูลอิสระดีที่สุด รองลงมาคือ เมทานอล และน้ำ ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนจะทำให้ความสามารถในการให้อะตอมไฮโดรเจนของสารประกอบฟีนอลิกเปลี่ยนแปลงไป และนอกจากนี้ (Pedrielli et al., 2001) พบว่าสมบัติในการต้านออกซิเดชันของ quercetin ในตัวละลายที่มีคุณสมบัติเป็น non-hydrogen bonding มีค่ามากกว่าตัวทำละลายที่มีคุณสมบัติเป็น water-like

5. การวัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

จากการวัดค่า % Inhibition พบว่า เมื่อพิจารณาจากปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าการสกัดเปลือกมันเทศด้วยตัวทำละลายที่มีปริมาณฟินอลิกมากก็จะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า เอทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการสกัดสารที่มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในใบมะกอกโอลีฟ (นันทิชา และศศิธร, 2554)

6. การวัดกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

จากการศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ที่สกัดจากเปลือกมันเทศ โดยรายงานค่าในรูป IC_{50} (Inhibition concentration, ความเข้มข้นของสารที่มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50%) โดยค่าตัวเลขต่ำแสดงถึงว่ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูง เมื่อพิจารณาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS พบว่ามีความสอดคล้องกัน การสกัดเปลือกมันเทศด้วยตัวทำละลายที่มีปริมาณฟินอลิกมากก็จะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากตามไปด้วย

สรุปผล

เปลือกมันเทศที่สกัดด้วยตัวทำละลาย อุณหภูมิ และระยะเวลาในการสกัดต่าง ๆ มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ ปริมาณแอนโทไซยานิน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ที่ต่างกัน พบว่าการสกัดที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ การสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% เมทานอล 95% และอะซีโตน ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดพบว่าการสกัดที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ การสกัดด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัดนาน 30 นาที ดังนั้น การทดลองนี้ เอทานอลจึงเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกมันเทศมากที่สุด แต่การที่จะเลือกตัวทำละลาย อุณหภูมิ และระยะเวลาในการสกัดใด ๆ ควรคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น ความปลอดภัย และ ราคา เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยนเรศวรในการสนับสนุนทุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2556

เอกสารอ้างอิง

ดวงกมล ลีมจันทร์, วิษฐิดา จันทราพรชัย และวิชัย หฤทัยธนาสันติ์. (2551). การสกัดแอนโทไซยานินจากข้าวเหนียวดำ. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ธนศักดิ์ แซ่เลี่ยว, ศศิธร จันทรนวรางกูร และวรรณี จิรภาคย์กุล. (2551). ผลของตัวทำละลายต่อปริมาณสารฟีนอลิกและความสามารถต้านออกซิเดชันของกรชายเหลือง. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

นันทิชา สายสุทธิ์ และ ศศิธร ตรงจิตภักดี. (2554). ผลของสายพันธุ์และตัวทำละลายต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้ง และความสามารถต้านออกซิเดชันในใบมะกอกโอลีฟ *(Olea europaea L.)*. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ.

สุภามาศ อินทฤทธิ์. (2547). สารแอนติออกซิแดนท์. วิทยาศาสตร์, 58(3), 156-63.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม 5. พิมพ์ขึ้นในปี 2523. พืชหัว. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2554, จาก http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK5/chapter5/t5-5-11.htm

ศิวาพร ศิวเวช และ ณัฏฐินี. (2546). การสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันเทศ. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

โอภา วัชระคุปต์. (2549). บรรณาธิการ. สารต้านอนุมูลอิสระ. กรุงเทพฯ: พี.เอส.พริ้นท์

Adel, A.A.M., Mohamed, A.S., Awad M., Mohamed, F.R. and Iryna, S. (2010). Antioxidant efficacy of potato peel and sugar beat pulp extracts in vegetable oil protection. Food chemistry, 123, 1099-1026.

A.O.A.C. (2000). **Official Methods of Official Analytical Chemists** (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

A.O.C.S. (2009). **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS** (6th ed.). Editor of Analytical Methods.

Cook, N.C. and S. Samman. (1996). Flavonoids-Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. **J. Nutr. Biochem, 7, 66-76.**

Huang, A.S.,L. Tanudjaja and Lum. (1999). Content of Bata- carotene and dietary Fiber in 18 Sweet potato varieties grown in Hawii. **Journal of Food Composition and Analysis, 12, 147-151.**

Jung B.K., B.K. Jong, J.C. Kang, M.K. Gabriele and D.W. Anthony. (2006). Antioxidant Activity of 3, 4, 5-Trihydroxy benzaldehyde Isolated from *Geum japonicum*. **Journal of Food & Drung Anal, 14(2), 190-193.**

Leszczynski, w. (1989). Potato tubers as raw material for processing and nutrition, pp.11-113. *In* G. Lisinska and W. leszczynski (eds.). **Potato Science and Technology.**

Montais, E.B. and T. Ramirez. (1995). Utilization of sweet potato (Impomoae batatas linn. poir) flour for other food purposes. Philippine **Journal of plant Ind, 60, 19-40.**

Pedrielli, P., G. F. Pedulli and L. H. Skibsted. (2001). Antioxidant mechanism of flavonoids. Solvent effect on rate constant for chain breaking reaction of quercetin and epicatechin in utoxidation of methyl linoleate. **Journal Agric. Food Chem, 6, 3034-3040.**

Pinelo, M., M. Lara, J. S. Maria and C. N. Maria. (2004). Solvent effect on quercetin antioxidant capacity. **Food Chem, 88, 201-207.**

Rajalakshmi, D., and Narasimhan, S. **Food Antioxidant.** New York: Marcel Dekker, INC. (1998).

Wang, H., Cao, G., and Prior, R.L. (1996). Total antioxidant capacity of fruits. **Journal Agri. Food Chem, 44, 701-705.**

Zia-ur-,R., Farzana, H. and W.H.Shah. (2004). Utilization of potato peels extract as a natural antioxidant in soy bean oil. **Food Chemistry, 85, 215-220.**

Zhao, B. and C.A. Hall. (2008). Composition and antioxidant activity of raisin extracts obtained from various solvents. **Food Chemistry, 108, 511-518.**