สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วิทยานิพนธ์ งานวิจัย
M 120698
Vds 122227

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักพื้นบ้านงอกด้วยเทคนิคสเปคโตรโฟโตเมตรี

The determination of antioxidant activities in local vegetable sprouts by using spectrophotometry

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขวัญยืน เลี่ยมสำโรง

บุษยมาส รัตนดอน

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
วันรับ.....
วันลงทะเบียน 15 พ.ค. 2560
เลขทะเบียน ๓. 249829
เลขเรียกหนังสือ LA1.224 ข1ร11ก 2558
ค.3

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2558)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยเล่มนี้ได้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ ทั้งนี้ได้รับความช่วยเหลือ และสนับสนุนในด้านต่างๆ จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2558 ผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ได้ให้การสนับสนุนเอื้อเฟื้อและอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ทำให้งานวิจัยเล่มนี้เสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณอรุณรัตน์อุทัยคู และเจ้าหน้าที่สาขาวิชาเคมีทุกท่านที่ให้คำปรึกษา และคอยดูแลให้ความช่วยเหลือในระหว่างทำการทดลอง

ขอบพระคุณบิดามารดา และทุกคนในครอบครัวที่เป็นกำลังใจสนับสนุน และคอยให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านที่มีส่วนทำให้รายงานโครงการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีคุณค่า และเกียรติภูมิใดอันพึงมีในรายงานโครางการวิจัยฉบับนี้ผู้จัดทำขอมอบเป็นกตเวทิตาคุณบิดามารดา และบูรพาจารย์ทุกท่าน

คณะผู้วิจัย

2558

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หัวข้อวิจัย การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักพื้นบ้านงอกด้วยเทคนิคสเปคโตรโฟโตเมตรี
ผู้ดำเนินการวิจัย ขวัญยืน เลี่ยมสำโรง และ บุษยมาส รัตนดอน
หน่วยงาน สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปี พ.ศ. ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งปริมาณโพลิฟีนอลิครวม ในต้นงอกของผักพื้นบ้าน ด้วยใช้วิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazy radical scavenging และวิธีโฟลินซิแคลทูล (Folin-Ciocalteu) ตามลำดับ ตัวอย่างผักพื้นบ้านที่นำปลูกสามารถหาได้ง่ายภายในเขต ตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ทั้งหมด 16 ชนิด ได้แก่ ถั่วเขียว ผักกาดเขียวปลี ผักคะน้ายอด ผักกาดเขียว ชุนฉ่าย ผักคะน้าใบ แมงลัก ฟักทอง ผักกาดเขียว ผักบุ้งจีน ผักกาดกวางตุ้ง ผักกาด ผักกาดเขียว ผักกาดขาวคะน้าคะน้ายอด และผักกาดขาว การเพาะต้นงอกของผักพื้นบ้านได้ทำการเพาะบนแผ่นฟองน้ำที่ชุ่มไปด้วยน้ำ ใช้เวลาเพาะปลูก 7 วัน สำหรับต้นงอกของผักพื้นบ้านทั้งหมดนำมาสกัดโดยใช้เอธานอลเป็นตัวทำละลาย จากผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากผักพื้นบ้านงอกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดได้แก่ ผักคะน้ายอดใต้หวัน รองลงมา เป็นผักกาดเขียวกวางตุ้ง ชุนฉ่าย คะน้ายอด คะน้าใบ แมงลัก ผักกาดขาวปลีพันธุ์เบา ผักคะน้ายอดฮ่องกง เขียวปลี ผักกาดขาวพันธุ์ใหญ่ ผักกวางตุ้งดอกต้นเขียว ฟักทอง ผักกาดเขียวน้อย ผักบุ้งจีน ผักกาดเขียว และถั่วเขียว ตามลำดับ โดยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ ร้อยละ 50 (IC_{50}) เท่ากับ 3.40, 408.30, 448.54, 695.76, 809.16, 864.75, 1198.71, 1366.49, 1764.50, 1934.14, 3124.07, 3403.14, 5117.44, 9857.80, 9887.23, 10850.86 µg/mL) สำหรับปริมาณโพลิฟีนอลิกรวมโดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิก พบว่าสารสกัดจากต้นงอกของผักคะน้ายอดฮ่องกง มีปริมาณโพลิฟีนอลิกมากที่สุด รองลงมาเป็นสารสกัดจาก ผักคะน้ายอดใต้หวัน ผักกาดขาวปลีพันธุ์เบา คะน้ายอด เขียวปลี ผักกาดขาวกวางตุ้ง คะน้าใบ ชุนฉ่าย ผักกาดเขียวน้อย ผักกาดขาวพันธุ์ใหญ่ ผักกวางตุ้งดอกต้นเขียว ผักบุ้งจีน ฟักทอง แมงลัก ผักกาดเขียว และถั่วเหลืองตามลำดับ (857.14, 638.88, 605.96, 604.47, 565.93, 563.30, 429.03, 380.67, 371.28, 370.06, 344.37, 343.23, 244.25, 216.28, 210.20 และ 59.67 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อหนึ่งร้อยกรัมน้ำหนักแห้งของสารสกัด ตามลำดับ) จากงานวิจัยนี้เป็นประโยชน์ในการศึกษาและเพิ่มมูลค่าให้กับต้นงอกของผักพื้นบ้าน และเป็นทางเลือกของแหล่งอาหารที่สำคัญทางพฤษเคมีที่มีคุณค่า

คำสำคัญ : อนุมูลอิสระ, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, สารประกอบฟีนอลิก, DPPH

Research Title	The determination of antioxidant activities in local vegetable sprouts by using spectrophotometry
Researcher	Kwanyuen Leamsamrong and Butsayamas Rattanadon
Organization	Department of chemistry Faculty of science Rajabhat Mahasarakham University
Year	2015

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the antioxidant capacities and total polyphenol contents in locals sprout vegetables by using DPPH radical scavenging assay and Folin ciocalteu method, respectively. Sixteenth species of local vegetables were screened by using antioxidant activities and total polyphenol contents. The seed of local vegetable were purchased from local market Muang district Mahasarakham province. The local vegetable seeds were germinated in wet sponges on 7 days. All samples were extracted with ethanol as solvent extraction. It was found that Taiwan kale shown the highest antioxidant capacity and Flowering Cabbage, Chinese spinach, Chinese Kale, Leaf Chinese Kale, Lemon basil, Chinese Cabbage , Hongkong Chinese Kale, Leaf mustard, Jumbo leaf Chinese Cabbage, Chinese Cabbage PAI TSAI, Pumpkin, Chinese Mustard, Convolvulaceae, Chinese Mustard and peanut respectively (half Inhibitory concentration; IC_{50} are equal 40, 408.30, 448.54, 695.76, 809.16, 864.75, 1198.71, 1366.49, 1764.50, 1934.14, 3124.07, 3403.14, 5117.44, 9857.80, 9887.23 and 10850.86 µg/mL). The total phenolic contents were compared express with gallic acid as standard. Hongkong Chinese kale was reveal that the highest total polyphenolic contents and Taiwan Chinese kale, Chinese Cabbage, Chinese Kale, Leaf mustard, Flowering Cabbage, Leaf Chinese Kale, Chinese spinach, Chinese Mustard, Jumbo leaf Chinese Cabbage, Chinese Cabbage PAI TSAI, Convolvulaceaed, Pumpkin, Lemon basil, Chinese Mustard and peanut (857.14, 638.88, 605.96, 604.47, 565.93, 563.30, 429.03, 380.67, 371.28, 370.06, 344.37, 343.23, 244.25, 216.28, 210.20 และ 59.67 mg GEA/100g DW) respectively. Therefore, these studies increase the value of local vegetable sprouts and a good source of phytochemical.

Keyword : Free radical, antioxidant activity, phenolic compound, DPPH

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญภาพ ..... ช

บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญ 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
ขอบเขตการวิจัย 2
สมมติฐานการวิจัย 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
แนวคิดของงานวิจัย 4
อนุมูลอิสระ 4
สารต้านอนุมูลอิสระ 6
ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระ 7
สารต้านออกซิเดชันสังเคราะห์ 8
การงอกของเมล็ดพันธุ์ 8
การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ 8
การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ 10
กระบวนการเมแทบอลึซึมของสิ่งมีชีวิต 12
วิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 12
ข้อมูลทั่วไปของผัก 14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 24

การเตรียมอุปกรณ์และห้องสำหรับการทดลอง 24

การเตรียมพืชสำหรับทดลอง 24

การเตรียมตัวอย่างผักงอก 24

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH 25

การวิเคราะห์หาปริมาณโพลิฟีนอลรวม..... 25

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 26

บทที่ 4 ผลการวิจัย 27

ผลการเพาะผักงอกช่วงระยะเวลา 7 วัน 28

ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณโพลิฟีนอลรวม
ของสารสกัดจากผักงอกผล..... 28

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ//..... 31

สรุปผลการวิจัย 31

อภิปรายผล 31

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 31

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 31

บรรณานุกรม 32

บรรณานุกรมภาษาไทย 32

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ 34

ภาคผนวก 36

ภาคผนวก ก 36

ภาคผนวก ข 38

ประวัติผู้วิจัย 40

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ส่วนสูง ขนาดของใบ ร้อยละของผลผลิต และร้อยละของการสกัดจากผักงอกแต่ละชนิด 27

4.2 ปริมาณโพลิฟีนอลิกรวม (TPC) และความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50 % (IC_{50}) ในสารสกัดจากผักพื้นบ้านงอกชนิดต่างๆ 29

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

4.1 ปริมาณฟีนอลิกรวมจากสารสกัดของผักพื้นบ้านทั้ง 16 ชนิด 30

4.2 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดของผักพื้นบ้านทั้ง 16 ชนิด ... 30

ก – 1 ตู้อบลมร้อน 37

ก – 2 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง 37

ก – 3 เครื่องเขย่า 37

ก – 4 เครื่องปั่น..... 37

ก – 5 เครื่อง Rotary Vacuum Evapolator 37

ก – 6 เครื่องสเปกโทรนิกซ์ 37

ข – 1 เมล็ดผักตัวอย่างและฟองน้ำวางบน 39

ข – 2 ปลูกในฟองน้ำวางบนถาดสแตนเลส ขนาด 19 นิ้ว 39

ข – 3 เก็บตัวอย่าง 39

ข – 4 สุ่มตัวอย่างและวัด สัดส่วนต้นงอก 39

ข – 5 นำไปอบและปั่น 39

ข – 6 เก็บใส่ถุงซิปแล้วเก็บที่ อุณหภูมิ - 20 องศา 39

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ภาวะความเสื่อมของร่างกายนับเป็นความหายนะต่อเศรษฐกิจของหลายๆ ประเทศ ทั้งนี้เพราะต้องสูญเสียทรัพยากรทั้งทางด้านมนุษย์และการเงิน เพื่อมาพัฒนารวมถึงจัดตั้งองค์กรหรือหน่วยงานให้เข้ามารับผิดชอบ ดูแลให้กับประชาชนที่มีภาวะดังกล่าว สาเหตุหลัก คือการสูญเสียสมดุลของร่างกาย จนส่งผลตั้งแต่ในระยะสั้น จนไปถึงระยะยาว อันได้แก่ โรคมะเร็ง (มากกว่าร้อยละ 90 ของอัตราการตายด้วยสาเหตุต่างๆ) โรคภูมิแพ้ โรคหัวใจ โรคตับ โรคไต ความดันโลหิตสูง เบาหวาน รูมาตอยด์ ความเสื่อมของเซลล์ประสาท ภาวะชราเป็นต้น นอกจากนี้การใช้ชีวิตแบบไม่ระมัดระวัง เครียดต่อสภาวะแวดล้อมทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม มลพิษต่างๆ ที่อยู่กลมกลืนกับการใช้ชีวิตประจำวันชนิดที่นับว่าหลีกเลี่ยงไม่ได้ การรีบเร่งในการรับประทานอาหาร โดยไม่สนใจสิ่งที่ปนเปื้อนมากับอาหาร ความสะอาด หรือแม้กระทั่งคุณค่าทางโภชนาการ เกิดเป็นภาวะสะสม และเหนี่ยวนำให้เกิดโรคต่างๆ มากมาย ล้วนแล้วแต่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระในร่างกายได้ทั้งสิ้น เพราะฉะนั้นในปัจจุบันผู้คนจำนวนมากจึงต่างให้ความสนใจเกี่ยวกับการรักษาสุขภาพ อาหารการกิน การออกกำลังกาย รวมถึงการทำสมาธิบำบัด เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคาพยาธิต่างๆ อนุมูลอิสระ หมายถึง อะตอม โมเลกุลหรือไอออนที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวหรือการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็นเชลล์เปิด (open shell) โดยอนุมูลอิสระอาจมีประจุเป็นบวก ลบหรือเป็นศูนย์ก็ได้ ด้วยข้อยกเว้นบางประการ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหล่านี้ทำให้อนุมูลอิสระว่องไวต่อปฏิกิริยาสูงอนุมูลอิสระ และมีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางเคมีในสิ่งมีชีวิต เช่นซูเปอร์ออกไซด์ ไนตริกออกไซด์และผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาของมัน ควบคุมหลายกระบวนการ เช่น ควบคุมการบีบตัวของหลอดเลือด ซึ่งควบคุมความดันโลหิตอีกต่อหนึ่ง นอกจากนี้ อนุมูลอิสระยังมีบทบาทสำคัญในเมแทบอลิซึมตัวกลางของสารประกอบทางชีวภาพหลายชนิด เป็นต้น สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) คือ สารประกอบที่สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน อีกทั้งยังช่วยยับยั้งในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระได้ (Halliwell, 2009) ทั้งนี้พบว่ากลไกในการต้านอนุมูลอิสระมีด้วยกันหลายแบบ เช่น การดักจับ (scavenging) อนุมูลอิสระได้โดยตรง หรือเข้าจับ (chelating) กับโลหะ เพื่อที่จะป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ (Sies, 1992) และการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ตามมาและยังผลให้เกิดความเสียหายต่ออวัยวะต่างๆ ของร่างกาย ตลอดจนการทำให้เกิดโรคต่างๆ จนถึงแก่ชีวิตได้ สารต้านอนุมูลอิสระ จัดเป็นสารประกอบที่มีความเสถียรต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในเซลล์ (Chattopadhyay *et al*, 2010) โดยทั่วไป สารต้านอนุมูลอิสระสามารถเกิดขึ้นได้ 2 แบบคือ ร่างกายสามารถสร้างขึ้นเองได้ ยกตัวอย่างเช่น เอนไซม์ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (Superoxide dismutase, SOD) สามารถขจัดอนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์แอนไอออน โดย

เปลี่ยนเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ต่อจากนั้นจะมีเอนไซม์กลูตาไทโอนเปอร์ออกซิเดส (Glutathione peroxidase, GPx) ซึ่งได้ทำงานร่วมกับธาตุซิลีเนียมและกลูตาไทโอน (GSH) ทำหน้าที่ในการสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของน้ำ นอกจากกลไกการต้านอนุมูลอิสระที่ร่างกายสร้างขึ้นเองแล้ว อีกส่วนซึ่งเป็นส่วนสำคัญคือการได้รับจากปัจจัยภายนอก อันได้แก่ กลุ่มของสารประกอบที่เรียกว่า พฤกษเคมี (phytochemicals หรือ phytonutrient) หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบเฉพาะในพืช สารกลุ่มนี้อาจเป็นสารที่ทำให้พืชผักชนิดนั้นๆ มีสี กลิ่นหรือรสชาติที่เป็นลักษณะเฉพาะตัว โดยกลไกการทำงานของสารพฤกษเคมีเมื่อเข้าสู่ร่างกาย จะไปส่งเสริมการทำงานของเอ็นไซม์บางกลุ่มทำงานได้ดีขึ้น เอ็นไซม์บางชนิดทำหน้าที่ทำลายสารก่อมะเร็งที่เข้าสู่ร่างกาย มีผลทำให้สารก่อมะเร็งหมดฤทธิ์ ซึ่งปัจจุบันพบสารพฤกษเคมีแล้วมากกว่า 15,000 ชนิด พฤกษเคมีที่พบมากในธรรมชาติ ได้แก่ ฟีนอลิค ฟลาโวนอยด์ เบต้าแคโรทีน วิตามินซี วิตามินอี เป็นต้น

ต้นงอกของผักหรือการงอกของเมล็ดพืช จะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่างที่มีการงอก ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่มีน้ำเข้าไปในเมล็ด ซึ่งจะไปกระตุ้นการงอกและการเจริญเติบ ส่งผลให้มีขบวนการในการสังเคราะห์และสะสมสารอาหารต่างๆ ภายในเซลล์ เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ สิ่งที่น่าสนใจคือ การเพิ่มปริมาณเป็นหลายเท่าของธาตุและสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้มีความสนใจในการศึกษาปริมาณประกอบที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพของผักงอกชนิดต่าง ตลอดจนการรวบรวมผักที่คาดว่าจะฤทธิ์ทางชีวภาพ เพื่อเป็นข้อมูลในการผลิตหรือค้นพบแหล่งใหม่ของสารที่มีคุณสมบัติทางชีวภาพ และเป็นข้อมูลทางเภสัชศาสตร์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.2.1 เพื่อศึกษาและทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในผักงอกต่างชนิดกัน

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของผักงอก 7 วัน

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาผลของระยะเวลาต่อฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในผักงอกในงานวิจัยครั้งต่อไป

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 การจัดเตรียมตัวอย่างผักสำหรับเพาะต้นงอกของผัก โดยหาซื้อจากร้านค้าตามตลาดสด อ.เมือง จ.มหาสารคาม

1.3.2 การจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะผักงอก ทำความสะอาดพื้นที่เพื่อใช้ในการเพาะผักงอก

1.3.3 การเพาะผักชนิดต่างๆ เป็นเวลา 7 วันหลังจากนั้นเก็บตัวอย่าง และนำไปอบให้แห้ง

1.3.4 สกัดผักงอกด้วยเทคนิค liquid extration โดยใช้เอธานอลเป็นตัวทำละลาย

1.3.5 ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเปรียบเทียบสารมาตรฐาน ascorbic acid และหาปริมาณโพลิฟีอนลด้วยวิธี DPPH และ Folin ciocalteu โดยวิตามินซีและกรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน

1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน

ต้นงอกของผักระยะเวลาในการเพาะ 7 วัน จะมีมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณโพลีฟีนอลของผักงอกแต่ละชนิด

1.5.2 ทราบถึงผลของระยะเวลาที่มีต่อปริมาณและฤทธิ์ของสาระสำคัญในผักงอก

1.5.3 เพื่อที่จะนำสาระสำคัญในต้นงอกของผัก มาใช้ประโยชน์ในทางเวชสำอาง เภสัชกรรม หรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริมต่อไปในอนาคต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดของงานวิจัย

อนุมูลอิสระเป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ เช่น โรคไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจ โรคข้ออักเสบ โรคมะเร็ง เป็นต้น คนเราจึงมีสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย เป็นเอมไซม์ที่ร่างกายสร้างขึ้นเพื่อหยุดยั้งไม่ให้ทำอันตรายเซลล์ร่างกาย นอกจากนั้นมนุษย์เรายังได้รับสารต้านอนุมูลอิสระจากภายนอก ซึ่งได้รับจากการที่เรารับประทานอาหารเข้าไป และเป็นสารอาหารที่ขาดไม่ได้ เช่น เบต้าแคโรทีน วิตามินซี วิตามิน อี และซีลีเนียม (ลลิตา ธีระสิริ, 2543)

สารต้านอนุมูลอิสระมีมากในพืชผักและผลไม้ เช่น วิตามินซีสูงใน ฝรั่ง ส้ม มะขามป้อม มะละกอสุก พริกชี้ฟ้าเขียว บล็อกโคลี ผักคะน้า ยอดสะเดา ใบปอ ผักหวาน ผักกาดเขียว ตำลึง ผักบุ้ง เป็นต้น วิตามินอี พบใน น้ำมันพืชต่างๆ เช่น น้ำมันจากจมูกข้าวสาลี น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง สมบัติน้ำมันดอกคำฝอย เมล็ดทานตะวัน เมล็ดอัลมอนด์ และจมูกข้าวสาลี เป็นต้น (บุหรัน พันธุ์สวรรค์, 2556) นอกจากนี้ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในพืช คือสารประกอบฟีนอลิก พบว่าสารประกอบฟีนอลิกหลายชนิดมีเป็นสารต้านออกซิเดชัน เช่น ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก และ แทนนิน เป็นต้น

การงอกของเมล็ดพันธุ์พืชนั้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์เกิดได้ เนื่องจากมีน้ำเข้าไปกระตุ้นเมล็ดพันธุ์ เมื่อแก่เต็มที่และแห้งจะอยู่ในสภาวะเงียบ คือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น อัตราการหายใจ และการใช้พลังงานภายในเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นน้อยมาก ต่อเมื่อเมล็ดได้รับน้ำเข้าไป ส่งผลให้ขบวนการสังเคราะห์ต่างๆ ภายในเซลล์เริ่มทำงาน เพราะฉะนั้น ขบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์จึงเกี่ยวข้องกับขบวนการสังเคราะห์สารที่จำเป็นต่อการทำงานของเซลล์ ขบวนการย่อยสลาย และขบวนการลำเลียงสารอาหารที่เก็บสะสมไว้ นำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอให้สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าต่อไป

2.2 อนุมูลอิสระ (Free radical)

อนุมูลอิสระ (free radicals) หมายถึง สารที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยว (unpaired electrons) ในอะตอมหรือโมเลกุล พบได้ทุกแห่งทั้งในสิ่งแวดล้อม ในสิ่งมีชีวิต และในเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการผลิตพลังงานภายในเซลล์ หรือจากกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) โดยมีการเคลื่อน ย้ายอิเล็กตรอนออกจากโมเลกุลของออกซิเจนทำให้อิเล็กตรอนในโมเลกุลออกซิเจนไม่สมดุล

กลายเป็นอนุมูลอิสระและว่องไวในการเข้าทำปฏิกิริยามาก และสามารถดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่นมาแทนที่อิเล็กตรอนที่ขาดหายไปเพื่อให้ตัวเองเกิดความสมดุลหรือเสถียรซึ่งปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ และเกิดขึ้นในเซลล์ตลอดเวลา ดังสมการ 1 และ 2

$$R^{\bullet} + O_2 \longrightarrow ROO^{\bullet} \qquad \text{(สมการ 1)}$$

$$ROO^{\bullet} + RH \longrightarrow ROOH + R^{\bullet} \qquad \text{(สมการ 2)}$$

อนุมูลอิสระที่สำคัญที่สุดที่เกิดในเซลล์ที่ใช้ออกซิเจน ได้แก่ oxygen radical, อนุพันธ์ของ oxygen radical เช่นsuperoxide radical และ hydroxyl radical, hydrogen peroxide, transition metals (โลหะทรานซิชัน), carbonate radical ($CO_3^{\bullet-}$),nitrate radical($NO_3^{\bullet}$), methyl radical ($CH_3^{\bullet}$), superoxide radical($O_2^{\bullet}$), peroxyl radical ($ROO^{\bullet}$), reactive oxygen species (ROS) นอกจากนี้อนุมูลอิสระสามารถทำลายชีวโมเลกุลทุกประเภท ทั้งในเซลล์และส่วนประกอบของเซลล์สิ่งมีชีวิต เช่น ลิพิด (lipid) โปรตีน (protein) เอนไซม์ (enzyme) ดีเอ็นเอ (DNA) อาร์เอ็นเอ (RNA) คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) เซลล์เมมเบรน (cell membrane) คอลลาเจน (collagen) ไมโตคอนเดรีย (mitocondria) และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissues) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เซลล์ตาย การเกิดการกลายพันธุ์ของดีเอ็นเอในเซลล์ และก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคชรา (aging) โรคมะเร็ง (cancer) โรคหัวใจขาดเลือด (coronary heart disease) โรคความจำเสื่อม (alzheimer's disease) โรคข้ออักเสบ (arthritis) โรคภูมิแพ้ (allergies) โรคความดันโลหิต โรคเหงือก โรคเกี่ยวกับสายตา ความผิดปกติของปอดและระบบประสาท โรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ โรคเกี่ยวกับความผิดปกติของผิวหนัง และโรคลำไส้อักเสบ เป็นต้น อนุมูลอิสระนอกจากจะเกิดภายในสิ่งมีชีวิตแล้วอนุมูลอิสระสามารถเกิดจากภายนอกสิ่งมีชีวิตหรือในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การได้รับเชื้อโรค เช่น การติดเชื้อโรคไวรัสหรือเชื้อแบคทีเรีย โรคเกี่ยวกับภูมิคุ้มกัน (immune diseases) เช่น ข้ออักเสบรูมาตอยด์ เป็นต้น จากรังสี เช่น รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอ็กซ์ รังสีแกมมา จากมลภาวะ เช่น ควันบุหรี่ แก๊สจากท่อไอเสีย เช่น ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ เขม่าจากเครื่องยนต์ ฝุ่นจากกระบวนการประกอบอาหาร เช่น การย่างเนื้อสัตว์ที่มีส่วนประกอบของไขมันสูง การนำน้ำมันที่ใช้ทอดอาหารที่มีอุณหภูมิสูง ๆ กลับมาใช้อีก การทำให้เกิดอาหารประเภทเกรียม ไหม้ หรือเกิดจากการปิ้งย่าง จากยาบางชนิด เช่น โดโซรูบิซิน (doxorubicin) เพนนิซิลลามิน (penicillamine) พาราเซตามอล (paracetamol) (บุหรัน พันธุ์สวรรค์, 2556)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีทั้งที่เป็นเอนไซม์และไม่เป็นเอนไซม์ สารประกอบที่ละลายในน้ำและสารประกอบที่ละลายในไขมัน โดยสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีกลไกการทำงานต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระ(radical scavenging) การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (singlet oxygen quenching) จับกับโลหะที่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (metal- chelation) หยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ (chain-breaking) เสริมฤทธิ์ (synergism) และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (enzyme inhibition) ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระเป็นต้น ตัวอย่างแสดงการดักจับอนุมูลอิสระดังสมการ 3 และ 4

$$R^{\bullet} + AH \longrightarrow RH + A^{\bullet} \qquad \text{(สมการ 3)}$$

$$RO^{\bullet} + AH \longrightarrow ROH + A^{\bullet} \qquad \text{(สมการ 4)}$$

โดย $R^{\bullet}$ และ $RO^{\bullet}$ คือ อนุมูลอิสระ และ AH คือ สารต้านอนุมูลอิสระแหล่งที่มาของสารต้านอนุมูลอิสระมี 2 แหล่ง ได้แก่ สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (synthetic antioxidants) และสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (natural antioxidants) ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์เกิดจากการกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี โดยเป็นสารประกอบฟีนอลิก ได้แก่ propylgallate, 2-butylated hydroxyanisole, 3-butylate hydroxyl anisole, BHT (butylated hydroxyl toluene) และ tertiary butylhydroquinone สารสังเคราะห์ดังกล่าวนิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารมีกลิ่น สี และรสชาติเปลี่ยนแปลงไป สารสังเคราะห์นี้มีสภาพคงตัวกว่าสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติแต่มีข้อจำกัดในด้านความปลอดภัยในการบริโภค ขณะที่สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติสามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ซึ่งเป็นได้ทั้งเอนไซม์ วิตามินและสารอื่นๆ ตัวอย่างของสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นวิตามิน เช่น vitamin (เป็นสารต้านอนุมูลอิสระเกิดขึ้นที่ไซโตพลาซึม) vitamin E (เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เมมเบรน) และ glutathione (เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ป้องกันอันตรายจากอนุมูลอิสระที่ไซโตพลาซึมและเมมเบรน) ส่วนสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นเอนไซม์ ได้แก่glutathione peroxidase (GPX), glutathione reductase และglutathione transferase ซึ่งทำหน้าที่ทำให้โมเลกุลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็นออกซิเจนและน้ำ ส่วนเอนไซม์ superoxid dismutase (SOD) สามารถเปลี่ยน $O_2^{\bullet}$ - เป็น H_2O_2 สารต้านอนุมูลอิสระอื่น ๆ ได้แก่ carotenoids และ ubiquinones เป็นสารต้านอนุมูลอิสระสามารถป้องกันอนุมูลอิสระออกซิเจนทั้งภายในเซลล์และภายนอกเซลล์ ในภาวะปกติร่างกายของคนเราจะมีการป้องกันการสะสมสารอนุมูลอิสระโดยการสร้างเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระขึ้นมาควบคุมปริมาณสารอนุมูลอิสระให้อยู่ในภาวะที่สมดุล และอีกส่วนได้จากสารต้านอนุมูลอิสระที่ร่างกายรับประทานเข้าไปจำพวกวิตามิน เบต้าแคโรทีน และแคโรทีนอยด์รวมทั้งสารประกอบโพลีฟีนอล ซึ่งสารดังกล่าว ได้จากพืชผักและผลไม้ อาหารที่มีวิตามินซี (vitamin C หรือ ascorbic acid) สูง ได้แก่ พืช ผักสีเขียว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

และผลไม้รสเปรี้ยว เช่น ตำลึง ผักบุ้ง พริกหยวก ฝรั่งมะขามป้อม ส้ม มะนาว สับปะรด (วิตามินซีจากพืชผักดังกล่าวมีฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระที่แรงมากและละลายน้ำได้ดี) วิตามินอี (vitamin E หรือ tocopherol) ละลายได้ดีในน้ำมัน โดยวิตามินอีมีในน้ำมันจากเมล็ดพืชชนิดต่าง ๆ เช่น รำละเอียดในพวกธัญพืชที่ไม่ขัดขาว ข้าวโพด ข้าวกล้อง ถั่วแดง ถั่วเหลือง ผักกาดหอม เมล็ดทานตะวัน งา น้ำมันรำข้าว เป็นต้น (บุหรัน พันธุ์สวรรค์, 2556)

2.4 ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระ

วิตามินซี ชื่อทางเคมีคือ กรดแอสคอร์บิค (ascorbic acid) เป็นวิตามินที่ละลายได้ในน้ำจะสลายตัวเมื่อถูกความร้อนหรือทิ้งไว้ในอากาศที่มีความชื้น วิตามินซีมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน โดยจะเข้าทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อนุมูล Hydroxyl และอนุมูล Peroxyl (Basu et al., 1999) นอกจากวิตามินซีสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระแล้ว ยังทำหน้าที่เป็นตัวส่งเสริมประสิทธิภาพของสารต้านออกซิเดชัน ของวิตามินอีด้วย โดยทำให้อนุมูล α -tocopherol $^{\cdot}$ ($TO^{\cdot}$) เปลี่ยนกลับไปเป็น α -tocopherol (TOH) ดังเดิม ดังสมการ (Strivastava, 2006)

$$O^{\cdot} + AH^{-} \longrightarrow TOH + A^{\cdot}$$

สารประกอบโพลิฟีนอล (Pholyphenols compounds)

สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่พบได้ในพืชทั่วไป มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนที่มีหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อยหนึ่งหมู่หรือมากกว่านั้น สามารถละลายน้ำได้ ที่พบในพืชมักจะรวมอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (Glycosides) และพบได้ในส่วนของช่องว่างภายในเซลล์ (Cell vacuole) สารประกอบฟีนอลิกที่พบในธรรมชาติมีมากมายหลายชนิดมีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกันซึ่งกลุ่มใหญ่ที่สุดที่พบจะเป็นสารประกอบพวกฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) นอกจากนั้นยังมีสารประกอบต่างๆ เช่น Simple monocyclic phenol, Phenyl propanoid, Phenolic quinine และ Polyphenolic ซึ่งได้แก่พวก Lignin, Tannin เป็นต้น รวมทั้งยังพบว่ามีสารประกอบที่มีกลุ่มฟีนอล (Phenolic unit) รวมอยู่ในโมเลกุลของโปรตีนอัลคาลอยด์ (Alkaloid) และเทอร์พีนอยด์ (Terpenoid) เป็นต้น (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญและคณะ, 2539) พบว่าสารประกอบฟีโนลิกหลายชนิดมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน เช่น ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก และแทนนิน เป็นต้น สารประกอบฟีนอลิก ทำหน้าที่เป็นตัวขับไล่อนุมูลอิสระที่สำคัญคือ อนุมูล Peroxyl โดยมีกลไก 2 แบบคือ เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความเข้มข้นต่อเมื่อเทียบกับสารออกซิไดซ์ สารประกอบฟีนอลิกจะป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนี้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาจะถูกทำให้เป็นสารที่มีความเสถียร ดังนั้นจึงสามารถป้องกันการเกิดขั้นตอนพลอพาเกชันได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกบางชนิดยังทำหน้าที่เป็นสารคีเลต ดักจับไอออนของโลหะเข้าไว้ในโมเลกุล เช่น เคอร์ซิทิน (Quercetin) สารประกอบฟีโนลิกยังทำหน้าที่ทั้งเป็นสารให้อิเล็กตรอนหรือเป็นตัวให้ไฮโดรเจน และกำจัดออกซิเจนที่อยู่ในรูปแอคทีฟ ด้วยหน้าที่ต่าง ๆ ดังกล่าวจึงทำให้สารประกอบฟีโนลิกเป็นสารต้านออกซิเดชัน ที่สำคัญชนิดหนึ่งในพืชทั่วไป

2.5 สารต้านออกซิเดชันสังเคราะห์

สารต้านออกซิเดชันที่พัฒนาสังเคราะห์ขึ้นส่วนใหญ่จะออกแบบให้มีโมเลกุลขนาดเล็กและใช้โครงสร้างของสารต้านออกซิเดชัน ที่มีในธรรมชาติ นำมาดัดแปลงให้มีคุณสมบัติทางเคมีและมีฤทธิ์ที่ดีขึ้น เช่น สารต้านออกซิเดชันที่พัฒนาจากสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติ โดยพัฒนามาจากโครงสร้างของวิตามินอี และโครงสร้างสารโพลีฟีนอล (โอภา วัชระคุปต์และคณะ, 2549)

Gallic acid หรือ 3, 4, 5-hydroxybenzoic acid เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลทางเคมีคือ $C_7H_6O_5$ เป็นส่วนประกอบของแทนนิน พบมากในองุ่น ใบชา เปลือกไม้โอ๊คและพืชอื่นๆ โดยทั่วไป จะใช้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมทางยา คุณสมบัติของ Gallic acid คือสามารถยับยั้งเชื้อรา เชื้อไวรัส และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันได้ดี (Lazarou, D. 2007) อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำลายสารชีวโมเลกุลภายในเซลล์ และทำให้เกิดโรคต่างๆตามมา อนุมูลที่สำคัญ ได้แก่ Superoxide radical, Hydroxyl radical, สารอัลดีไฮด์ต่างๆ ที่เกิดจากกระบวนการ Lipid peroxidation ฯลฯจึงมีการคิดวิธีสังเคราะห์อนุมูลอิสระเหล่านี้ในหลอดทดลอง และทดสอบความสามารถ ของสารในการยับยั้งอนุมูลอิสระเหล่านี้ วิธีการวัดความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.6 การงอกของเมล็ดพันธุ์

การงอกของเมล็ดพันธุ์หมายถึง เริ่มตั้งแต่เมล็ดพันธุ์มีกระบวนการต่างเกิดขึ้นในเมล็ดที่กำลังอยู่ในระยะพัก จนถึงระยะที่ต้นอ่อนเจริญเติบโต และพัฒนาไปเป็นต้นกล้าที่แข็งแรง

2.6.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์

ปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ มีอยู่ 3 ปัจจัยคือ น้ำ ออกซิเจน และอุณหภูมิ เมื่อเมล็ดพันธุ์ได้รับปัจจัยดังกล่าวที่เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการ เมล็ดพันธุ์จะสามารถงอกและเจริญเติบโตเป็นต้นพืชที่แข็งแรงได้ ความสำคัญของแต่ละปัจจัยมีดังนี้

น้ำ เมื่อเมล็ดพันธุ์เจริญเติบโตเต็มที่พร้อมจะเก็บเกี่ยว ภายในเมล็ดจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่น้อยมากเมื่อเมล็ดพันธุ์จะงอกน้ำเป็นปัจจัยแรกที่จะกระตุ้นให้เมล็ดพันธุ์ตื่นตัว กระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาเคมีและขบวนการเมแทบอลิซึมในเบื้องต้น เมล็ดพันธุ์ดูดน้ำเข้าไปทำให้เปลือก

เมล็ดอ่อนนุ่ม ทำให้เมล็ดพองโตขึ้น เนื่องจากการขยายของผนังเซลล์และโพรโทพลาสต์ เมื่อเปลือกเมล็ดอ่อนนุ่มทำให้รากแทงผ่านเปลือกได้สะดวกมากขึ้น เมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิดต้องการน้ำ สำหรับการงอกแตกต่างกัน บางชนิดหากได้รับน้ำมากเกินไปจะทำให้เมล็ดขาดออกซิเจนที่ใช้สำหรับหายใจและทำให้เมล็ดเน่าในบางชนิด การที่เมล็ดพันธุ์ได้รับน้ำมากๆ อาจจะทำให้เมล็ดเข้าสู่สภาวะพักตัวใหม่ สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ความหนาของเปลือก สารที่เคลือบอยู่ที่ผิวเปลือก ความเข้มข้นของน้ำ อุณหภูมิ และการสุกแก่ของเมล็ดที่ต่างกัน เป็นต้น

ออกซิเจน มีความสำคัญต่อขบวนการหายใจของเมล็ดพันธุ์ที่กำลังงอก เมล็ดพันธุ์ที่กำลังงอกต้องการพลังงาน และพลังงานนั้นได้จากขบวนการออกซิเดชัน โดยใช้ออกซิเจนคือ ขบวนการหายใจ เมล็ดพันธุ์ที่กำลังงอกจะมีอัตราการหายใจสูง เมื่อเทียบกับการหายใจในช่วงอื่นๆจะมีกิจกรรมการสลายและเผาผลาญอาหารที่เก็บสะสมไว้ เมล็ดพันธุ์โดยทั่วไปจะงอกในสภาพบรรยากาศปกติที่มีออกซิเจนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 0.03 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็มีเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิดที่งอกได้ในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำกว่าปกติ เช่น พืชที่งอกได้ในน้ำ เมล็ดพันธุ์ข้าวจะงอกได้ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำ (พืชน้ำ) และสภาพที่มีออกซิเจนสูงซึ่งลักษณะการงอกจะมีความแตกต่างกัน ในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำจะงอกยอดอ่อนออกมาก่อน แล้วจึงงอกในส่วนของรากออกมาทีหลัง (จินดา, 2514) และพลังงานที่ใช้ในการงอกจะมาจากขบวนการออกซิเดชัน ที่ไม่ใช้ออกซิเจนคือ ขบวนการหมัก เมล็ดที่งอกจึงทนต่อการสะสมแอลกอฮอล์หรือสารพิษที่เกิดจากขบวนการหมักได้จนกว่า ต้นกล้าจะงอกขึ้นเหนือน้ำและได้รับออกซิเจนส่วนเมล็ดที่ต้องการออกซิเจนสูงสำหรับการงอกนั้น เมื่อได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ ดังเช่นในกรณีเมล็ดถูกฝังอยู่ลึกในดิน เมล็ดจะพักตัวจนกว่าจะมีการไถฟื้น ขึ้นมา จึงจะสามารถงอกได้ตามปกติ นอกจากนี้อัตราการใช้ออกซิเจนจะเป็นตัวชี้การเกิดขบวนการงอก และเป็นตัวัดความแข็งแรงของเมล็ดอีกด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อุณหภูมิ มีความสำคัญมากต่อการควบคุมและอัตราการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมี ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชตามมา ด้วยความแตกต่างของชนิดและถิ่นกำเนิดของพืชทำให้พืชมีความต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกที่แตกต่างกัน เช่น พืชเขตหนาว เอนไซม์และปฏิกิริยาชีวเคมีในเมล็ดพันธุ์พืชเขตหนาวยังทำงานได้เมื่ออุณหภูมิใกล้จุดเยือกแข็ง และเมล็ดยังสามารถงอกได้ในขณะที่ที่จุดเยือกแข็งจะเป็นอันตรายสำหรับการงอกของเมล็ดพันธุ์พืชเขตร้อน ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม ซึ่งเกินกว่าที่เมล็ดพันธุ์จะสามารถงอกได้ เมล็ดบางชนิดอาจจะมีการพักตัวหรือบางชนิดอาจจะเสียชีวิตได้ ดังนั้น เมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดจะมีระดับอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดที่เมล็ดจะสามารถงอกได้แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม เมล็ดพันธุ์ยังมีการปรับตัวต่อช่วงอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในรอบวัน คือ ถ้าอุณหภูมิกลางคืนและกลางวันมีความแตกต่างกันมากเมล็ดพันธุ์จะงอกได้ดีกว่าการได้รับอุณหภูมิที่สม่ำเสมอตลอดเวลา เช่น หญ้า blue grass จะงอกได้ดีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน16 ชั่วโมงนอกจากปัจจัย 3 ชนิดข้างต้น ที่จำเป็น ในการงอกของเมล็ดพันธุ์โดยทั่วไปแล้ว ยังมีเมล็ดพันธุ์บางชนิดที่ต้องการแสงสำหรับ

การงอก เช่น ปอกระเจา ผักกาดเขียวปลี ผักกาดหอม และพริก เป็นต้น เมล็ดพันธุ์บางชนิดอาจจะต้องการแสงเพียงเพื่อกระตุ้นการงอกในระยะใดระยะหนึ่งเท่านั้น สำหรับเมล็ดพันธุ์บางชนิด แสงจะเป็นตัวยับยั้งการงอก มีพืชบางกลุ่มเท่านั้นที่สามารถงอกได้ในที่ที่ไม่มีแสง เช่น พืชตระกูลหอม หรือไม้หัว และพืชในกลุ่มไม้ดอกบางชนิด เช่น ฟล็อก พืชในกลุ่มนี้เมื่อได้รับแสงจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงปัจจัยของแสงที่มีผลต่อการ งอกของเมล็ดพันธุ์นั้นขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแสงและระยะเวลาการให้แสงหรือช่วงแสง โดยทั่วไปความเข้มแสงสำหรับการงอกอยู่ในช่วง 0.08 ลักซ์ ถึง 5 ลักซ์ ส่วนช่วงแสงในช่วงแสงวิซิเบิล พบว่าช่วงแสงที่กระตุ้นการงอกเป็นช่วงตั้งแต่ 660-700 nm ซึ่งก็คือแสงสีแดง มีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์มากที่สุด ช่วงที่กระตุ้นการงอกมากที่สุด คือที่ 670 นาโนเมตร และที่ความยาวของช่วงแสงมากกว่า 700 และสั้นกว่า 290 นาโนเมตร จะมีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ดพันธุ์ ในขณะเดียวกัน แสงสีน้ำเงินมักจะไม่มีผล เมื่อให้แสงสีแดงสลับกับ12แสงสีน้ำเงิน พบว่าการงอกของเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับแสงสุดท้ายที่ได้รับ นอกจากนี้การตอบสนองของแสงต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาการดูดน้ำของเมล็ดอีกด้วย

2.7 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์

การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์เกิดได้ เนื่องจากมีน้ำเข้าไปกระตุ้น กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์เมื่อแก่เต็มที่และแห้งจะอยู่ในสภาวะเงียบ คือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น อัตราการหายใจ และการใช้พลังงานภายในเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นน้อยมาก ต่อเมื่อเมล็ดได้รับน้ำเข้าไป ส่งผลให้ขบวนการสังเคราะห์ต่างๆ ภายในเซลล์เริ่มทำงาน เพราะฉะนั้น ขบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์จึงเกี่ยวข้องกับขบวนการสังเคราะห์สารที่จำเป็นต่อการทำงานของเซลล์ ขบวนการย่อยสลาย และขบวนการลำเลียงสารอาหารที่เก็บสะสมไว้ นำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอให้สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าที่ปกติ ซึ่งขบวนการต่างๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.7.1 การสังเคราะห์สารที่จำเป็นต่อการทำงานของเซลล์ สารที่จำเป็นต่อการทำงานของเซลล์ ได้แก่ เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส และอาร์เอ็นเอพอลิเมอเรส ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีนจะถูกชักนำในการสังเคราะห์เพิ่มขึ้นด้วยเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องได้มาจาก 2 แหล่ง คือเอนไซม์ที่ถูกสร้างขึ้นขณะเมล็ดกำลังเจริญเติบโตจะถูกกระตุ้นให้ทำงาน เนื่องจากการเข้าไปของน้ำ เช่น อะไมโลเพกติน และกลูโคซิเดส เอนไซม์ 2 ตัวนี้จะปรากฏขึ้นทันทีหลังจากเมล็ดพันธุ์ดูดน้ำ แหล่งที่สองได้จากการเริ่มสังเคราะห์ขึ้นใหม่ โดยผ่านการควบคุมของกรดนิวคลีอิค (Nucleic acid) ที่เรียกว่า De Novo Synthesis โดยพบในเซลล์อะลิวโรน (Aleulone) ในเมล็ดข้าวบาเลย์ เอนไซม์ที่สังเคราะห์ขึ้น ได้แก่ อะไมเลส ไรโบนิวคลีเอส โปรติเอส และไลเปส เป็นต้น พลังงานที่ต้องใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนต่างๆ ได้มาจาก ATP ซึ่งผลิตในไมโทคอนเดรียที่ตื่นตัวภายหลังจากเมล็ดได้รับน้ำเข้ามา การทำงานของไมโท-

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คอนเดรียในการผลิต ATP ทำให้เมล็ดพันธุ์มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับสภาพที่เมล็ดยังไม่งอก

2.7.2 การย่อยสลายสารอาหารที่สะสมในเมล็ดพันธุ์ สารอาหารที่เมล็ดพันธุ์เก็บสะสมไว้ในส่วนเนื้อเยื่อสะสมอาหาร ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน จะถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ที่สร้างขึ้นมา คาร์โบไฮเดรตจะถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ไฮเดรเลส เช่น อะไมเลส และฟอสโฟไรเลส น้ำตาลที่ละลายไม่ได้เป็นรูปน้ำตาลที่ละลายได้ โปรตีนถูกย่อยโดยเอนไซม์โปรติ-เอส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สร้างขึ้นมาใหม่ในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้กรดอะมิโน ส่วนการย่อยสลายไขมัน จะถูกย่อยโดยเอนไซม์ไลเปส ได้กรดไขมันและกลีเซอรอล การย่อยสลายอาหารที่เก็บสะสมไว้ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่แตกต่างกันดังนี้

1) พืชใบเลี้ยงเดี่ยว เก็บสะสมอาหารไว้ในเอนโดสเปิร์ม ได้แก่ แป้ง และโปรตีน ซึ่งเก็บสะสมไว้ในรูปน้ำตาลที่ละลายได้ และเปปไทด์ (Peptides) ตามลำดับถูกเคลื่อนย้ายไปยังเอ็มบริโอเพื่อสร้างพลังงานและสร้างเอนไซม์เพื่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อน

2) พืชใบเลี้ยงคู่ อาหารที่เก็บสะสมไว้ในส่วนของใบเลี้ยงมี 3 ชนิด คือ ลิปิด แป้ง และโปรตีน ไขมัน และแป้งถูกย่อยสลายที่ใบเลี้ยงจนได้เป็นน้ำตาลซูโครส (Sucrose) ส่วนโปรตีนจะถูกย่อยสลายกลายเป็นเอไมด์ (Amides) ทั้งน้ำตาลซูโครสและเอไมด์เมื่อถูกย่อยให้มีอนุภาคเล็กลงก็จะเคลื่อนย้ายเพื่อเป็นอาหารสำหรับการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นอ่อนต่อไป ในขั้นตอนนี้ การดูดน้ำและการหายใจจะเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ สำหรับการหายใจซึ่งต้องใช้ออกซิเจน ถ้าหากมีการย่อยไขมันและน้ำมันจะใช้ออกซิเจนสูงกว่าปกติ

2.7.3 การลำเลียงอาหารที่เก็บสะสม ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1) คาร์โบไฮเดรต การลำเลียงอาหารสะสมประเภทคาร์โบไฮเดรตจากที่เคยอยู่ในรูปของน้ำตาลที่ละลายไม่ได้ จะถูกย่อยให้อยู่ในรูปของน้ำตาลที่ละลายได้ ซึ่งเป็นรูปที่สามารถลำเลียงได้

2) โปรตีน จะลำเลียงในรูปของสารประกอบไนโตรเจนที่ละลายได้ เช่น Amino acid โดย Amino acid จะถูกลำเลียงไปที่เอ็มบริโอ เพื่อเป็นวัตถุดิบในการสร้างโปรตีนใหม่ในส่วนที่มีการเจริญเติบโต 3) ลิพิด จะถูกลำเลียงในรูปของกรดไขมันและกลีเซอรอลบางส่วนจะถูกลำเลียงไปเป็นวัตถุดิบในการสร้างสารพวกฟอสโฟลิพิด และไกลโคลิพิด เพื่อสร้างเมมเบรนของออร์แกเนลล์และเซลล์ที่จะเกิดขึ้นใหม่

2.7.4 การเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ ในขณะที่เอ็มบริโอมีการเจริญเติบโตน้ำหนักของต้นอ่อนจะเพิ่มมากขึ้น ส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อสะสมอาหารจะลดลง และการหายใจจะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอในเนื้อเยื่อของต้นอ่อน ขณะเดียวกัน ขบวนการเมแทบอลิซึมที่เนื้อเยื่อสะสมอาหารจะลดลง ยกเว้นในส่วนของใบเลี้ยงซึ่งจะทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงได้ ต่อมาจะมีการยืดตัวและการเจริญเติบโตของยอดอ่อนเกิดเป็นใบแรก (Primary leaf) และแกนกลางของเอ็มบริโอ ส่วนใต้ใบเลี้ยงจะเติบโตไปเป็นลำต้นใต้ใบเลี้ยง (Hypocotyl) ส่วนเหนือใบเลี้ยงจะเจริญเป็นลำต้นเหนือใบเลี้ยง (Epicotyl) จากนั้นต้น

อ่อนก็จะเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าปกติ

2.8 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์

เมื่อเมล็ดพันธุ์ได้รับปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการงอก ซึ่งได้แก่ปัจจัยต่างๆ ที่ได้กล่าวไว้เบื้องต้นแล้ว เมล็ดพันธุ์จะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพโดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ เมล็ดพองโต จากสภาพโดยทั่วไปในเมล็ดพันธุ์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ เมล็ดจะแข็ง เนื่องจากภายในเมล็ดมีความชื้นต่ำมาก เมื่อเมล็ดได้รับน้ำเข้าไปโดยผ่านช่องเปิดธรรมชาติที่มีอยู่เช่น ไฮลัม (Hilum) หรือบาดแผลที่เกิดขึ้นที่บริเวณเปลือกเมล็ด เป็นต้น จะทำให้เมล็ดขยายขนาดใหญ่ขึ้นและเปลือกเมล็ดมีลักษณะอ่อนนุ่มการเจริญของราก ส่วนแรกที่จะเจริญออกมาจากเมล็ดพันธุ์ คือ รากแรกเกิด(Radicle) ด้วยบทบาทของน้ำที่ทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนนุ่ม จึงทำให้รากแรกเกิดงอกได้สะดวกมากขึ้นรากแรกเกิดเมื่อเจริญพัฒนาต่อไปจะเป็นรากแก้วเรียกว่า Primary root เพื่อความอยู่รอดเมล็ดพันธุ์จะงอก ส่วนรากออกมาก่อนเพื่อค้ำจุนต้นกล้า ดูดน้ำและแร่ธาตุอาหารส่งไปยังใบเลี้ยงและยอดอ่อนเพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้าต่อไป

การเจริญในส่วนของใบเลี้ยงและยอดอ่อน เมล็ดพันธุ์จะงอกส่วนที่เรียกว่าลำต้นเหนือใบเลี้ยง (Epicotyl) และลำต้นใต้ใบเลี้ยง (Hypocotyl) ออกมา หลังจากนั้นใบเลี้ยงจะค่อยๆ เจริญออกมาและสลัดส่วนของเปลือกเมล็ดทิ้งไป พืชใบเลี้ยงคู่มีใบเลี้ยงสองใบ เมื่อโผล่ขึ้นมาเหนือดินจะเป็นส่วนแรกที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงในต้นกล้าได้ ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีใบเลี้ยงเพียงใบเดียว ส่วนใหญ่ใบเลี้ยงจะตกค้าง อยู่ภายในเมล็ด ทำหน้าที่ดูดอาหารจากเอนโดสเปิร์มส่งไปเลี้ยงต้นอ่อนที่กำลังงอก สำหรับส่วนของลำต้นเหนือใบเลี้ยงและลำต้น ใต้ใบเลี้ยงในพืชใบเลี้ยงคู่จะเห็นได้ชัดเจนกว่าในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิดจะมีลำต้นเหนือใบเลี้ยงที่มีลักษณะยาวเป็นพิเศษ เรียกว่าปล้องแรก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.9 กระบวนการเมแทบอลิซึมของสิ่งมีชีวิต

เมแทบอลิซึม (Metabolism) คือ กระบวนการสร้างและสลายสาร ที่เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในร่างของสิ่งมีชีวิต โดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น การหาย การขับถ่าย การสร้างโพรโตพลาสซึม การทำให้โมเลกุลของอาหารแตกตัวเมแทบอลิซึมสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด คือ anabolism คือ การสังเคราะห์สารโมเลกุลใหญ่จากสารโมเลกุลเล็ก และ catabolism คือ กระบวนการสลายโมเลกุลใหญ่ให้เป็นสารโมเลกุลเล็กลงการย่อยสลายสารและกระบวนการสังเคราะห์สารนี้สามารถเชื่อมโยงต่อเนื่องถึงกันได้ เรียกลักษณะนี้ว่า Intermediary Metabolism

2.10 วิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

2.10.1 วิธีการวัดปริมาณโพลิฟีนอลทั้งหมด โดยวิธี Folin-Ciocalteu

วิธี Folin-Ciocalteu เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณโพลิฟีนอลรวม ในพืชผัก ผลไม้ และเครื่องดื่มต่างๆ วิธีนี้จะอาศัยปฏิกิริยารีดอกซ์ ในการทำให้เกิดปฏิกิริยา เนื่องจาก Molybdotungstate ion วิธี Folin-Ciocalteuประกอบด้วย Sodiumtungstate+ Sodiummolybdate + Phosphoric acid และSodium carbonate ติดตามการเปลี่ยนแปลงสีจากปฏิกิริยาไอออน Mo (VI) ซึ่งมีสีเหลือง เมื่อได้รับสารต้านออกซิเดชันแล้วจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของ Mo (V) ซึ่งมีสีน้ำเงินเช่นเดียวกันกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ

$Na_2WO_4/Na_2MoO_4 \longrightarrow (phenol - MoW_{11}O_{40})^{-4}$

Mo (VI)(yellow) + $e^- \longrightarrow$ Mo (V)(blue)

วิธี Folin-Ciocalteu สามารถติดตามปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยวัดค่า Absorbance ที่ 765 นาโนเมตร การวิเคราะห์ปริมาณโพลิฟีนอลรวมในสารตัวอย่างจะใช้เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน กรด แกลลิก ข้อดีของวิธีนี้ก็คือ สะดวก ง่าย รวดเร็วและมีความแม่นยำ

2.10.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี (DDPH)

โดยการกำจับหรือจับกับอนุมูลอิสระดีพีพีเอช (diphenyl-picryhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay) เป็นการทดสอบด้วยวิธีทางเคมีโดยใช้สารที่มีคุณสมบัติเป็นอนุมูลอิสระในที่นี้ก็คืออนุมูลอิสระดีพีพีเอช (DPPH $^{\cdot}$, diphenyl-picryhydrazyl radical) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่อยู่ในรูปอนุมูลอิสระที่คงตัวและมีสีม่วงสามารถดูดกลืนแสงได้สูงสุดโดยใช้เครื่องสเปกโตโฟโตรมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เมื่อ DPPH $^{\cdot}$ ทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายด้วยเอทานอล (สารที่ให้อิเล็กตรอน)จะทำให้สีม่วงจางลงๆจนเป็นสีเหลือง (ดังสมการ 5) ซึ่งก่อนนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงต้องตั้งทิ้งไว้ที่มืดเป็นเวลา 30 นาทีเพื่อให้เกิดปฏิกิริยา ทำให้สามารถหาการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างได้จากการคำนวณสีที่จางลงของการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูตรคำนวณได้จากการนำค่าการดูดกลืนแสงที่ลดลงจากการใส่ตัวอย่างเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงตั้งต้น (ก่อนใส่สารตัวอย่าง) ดังนี้

$DPPH^{\cdot} + AH \longrightarrow DPPH\text{-}H + A^{\cdot}$ DPPH (ดังสมการ 5)

$$\text{radical scavenging (\%)} = \frac{A_o - A_s}{A_0} \times 100$$

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โดย A_0 = ค่าการดูดกลืนแสงตั้งต้น

A_s = ค่าการดูดกลืนแสงหลังจากเติมสารตัวอย่าง

สารมาตรฐานที่ใช้ในการเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ คือ โทรล็อกซ์ (trolox, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchlorman-2-carboxylic acid) แสดงค่าเป็น TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity) มีหน่วยเป็น mM/mg หรือ μM/mg ข้อดีของวิธีนี้ คือ ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ส่วนข้อเสีย คือ DPPH $^{\cdot}$ ค่อนข้างเสถียรไม่ไวต่อปฏิกิริยาเหมือน อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายจริง จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ช้า ทำให้ค่าการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่วัดได้น้อยกว่าความเป็นจริง และต้องวัดในปฏิกิริยาที่เป็นแอลกอฮอล์ ซึ่งจะทำให้โปรตีนตกตะกอนจึงไม่สามารถวิเคราะห์ในตัวอย่างที่เป็นเลือดได้ อีกทั้งสารปนเปื้อนและโลหะจะรบกวน (interfere) ซึ่งสามารถเป็นตัวรีดิวซ์แล้วทำให้สีของอนุมูลอิสระ DPPH จางลงได้เช่นกัน

2.11 ข้อมูลทั่วไปของผัก

2.11.1 ถั่วเขียวชื่อวิทยาศาสตร์ : *Vigna radiata (L.) R. Wilczek* ถั่วเขียวเป็นพืชล้มลุกประเภทใบเลี้ยงคู่ อยู่ในวงศ์ Leguminosae เป็นพืชตระกูลถั่วที่คนไทยนิยมบริโภคเป็นอาหารคาวอาหารหวาน แหล่งปลูกถั่วเขียวในประเทศไทย ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ปลูกได้ตลอดปี (อภิวรรณ. 2533) โครงสร้างของเมล็ดถั่วเขียวมีลักษณะกลมจนถึงวงรี มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) ประมาณร้อยละ 12.1 ของต้นอ่อน (embryo) ประมาณร้อยละ 2.3 และใบเลี้ยง (cotyledon) ประมาณร้อยละ 85.6 ของน้ำหนักเมล็ด องค์ประกอบทางโภชนาการของเมล็ดถั่วเขียวแต่ละส่วนของถั่วเขียว มีปริมาณสารอาหารแต่ละชนิดแตกต่างกัน ส่วนของต้นอ่อนมีปริมาณโปรตีนและไขมันมากที่สุด ในขณะที่ส่วนของใบเลี้ยงจะมีแป้งมากที่สุด และส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด มีกากใยประเภทเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลินินมากที่สุด (Adsule et al., 1989) สาระสำคัญในถั่วเขียว ปริมาณสารอาหารที่พบในเมล็ดถั่วเขียว 100 กรัม จะมีโปรตีนเท่ากับ 10.6 กรัมไขมัน 0.60 กรัม เถ้า 3 กรัม กากใย 25.60 กรัม แป้ง 60.20 กรัม ฟอสฟอรัส 0.04 กรัม แคลเซียม 0.81 กรัม และเหล็ก 17 กรัม (Adsule et al, 1989)

2.11.2 ผักกาดเขียวปลี ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica juncea var. rugosa* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ผักกาดเขียวปลีเป็นผักที่นอยมนำมาดองบริโภคมากกว่ารับประทานสด ผักกาดเขียวปลีดองมีความต้องการในตลาดสูงมากทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ถือเป็นพืชผักที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ มีลักษณะและรูปทรงต้นหลายแบบ ตั้งแต่พวกไม่เข้าปลีมีแต่เพียงใบเรียงตัวกันหลวมๆ พวก

เข้าปลีกลมแน่นเหมือนหัวใจ และพวกมีส่วนลำต้นพองหนา เป็นต้น ปลูกได้ในดินทุกชนิดที่อุดมสมบูรณ์ ช่วงพีเอชของดินที่พอเหมาะ 6 - 6.5 ความชื้นในดินมากพอเหมาะในระยะการเจริญเติบโต แสงแดดเต็มที่ อุณหภูมิที่เหมาะสม 15-20 องศาเซลเซียส (เมืองทอง ทวนทวี, 2532) สารที่พบในผักกาดเขียวปลี พบเบต้าแคโรทีนที่จะเปลี่ยนเป็นวิตามิน เอ ให้แก่ร่างกาย ทำให้ป้องกันโรคตาฟาง ตาบอดกลางคืน หรือต้อตาชนิดต่างๆ ในคนชราได้ และยังช่วยต้านการเกิดโรคมะเร็ง มีแคลเซียม วิตามินซี เส้นใยอาหาร สามารถป้องกันโลหิตจาง เส้นใยในผักกาดเขียวมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้ช่วยกระตุ้นการบีบตัวของอวัยวะดังกล่าวทำให้ระบบขับถ่ายเป็นไปอย่างปกติ

2.11.3 ผักคะน้ายอด ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica alboglabra bailey* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ลักษณะโดยทั่วไปของคะน้ายอด หรือคะน้าก้าน ลำต้น และก้านใบ อวบ ใหญ่ มีข้อตามลำต้น ใบค่อนข้างแหลม เรียบ สีเขียวอมเทา จำนวนใบต่อต้นน้อยกว่าคะน้าทั่วไป และปล้องยาวกว่า มีน้ำหนักส่วนต้นและก้านมากกว่าใบ ตามักจะแตกออกเป็นยอดใหม่ หลังจากเก็บยอดแรกที่มีช่อดอกตูมติดคะน้าปลูกได้ตลอดปี และเป็นผักที่เจริญเติบโตได้ดีในช่วงฤดูหนาว อุณหภูมิระหว่าง 15-20 องศาเซลเซียส สามารถรับประทานได้ทั้งต้น ใบ และยอดอ่อน ตามประเภทของอาหาร (เกริก ท่วมกลาง, 2547) สารที่พบในผักคะน้ายอด ผักคะน้าส่วนใบ ก้าน และลำต้น อุดมไปด้วยไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 ไนอาซีน วิตามินซี ละเส้นใยอาหารที่มีผลดีต่อการขับถ่าย สารอาหารในคะน้า คะน้ามีวิตามินหลายชนิด เช่น บีตาแคโรทีน 186.92 ไมโครกรัม/100 กรัม ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิด มะเร็งกระเพาะอาหาร มะเร็งลำไส้ มะเร็งปอด และมะเร็งกระเพาะปัสสาวะ และยังมีวิตามินซีช่วยเสริมสร้างเนื้อเยื่อให้ชุ่มชื้นและทำให้ระบบภูมิคุ้มกันโรคมีความแข็งแรงสมบูรณ์นอกจากนี้ยังมีแคลเซียมช่วยเสริมสร้างกระดูก (เกริก ท่วมกลาง, 2547)

2.11.4 ผักชุนฉ่าย ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica juncea czern.&coss.* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ผักชุนฉ่ายลักษณะขอบใบหยัก ใบมีขนเล็กน้อย เป็นผักใบสีเขียว ส่วนสูงประมาณ 4 เซนติเมตร มีรสขมฉุน เป็นพืชที่ปลูกทั่วไป ปลูกง่าย และนิยมนำมาประกอบอาหาร เช่น ต้มจับฉ่าย เป็นต้น (กระยาทิพ เรือนใจ, 2537) สารอาหารที่พบในผักชุนฉ่ายให้วิตามิน A สูง มีใยอาหาร โดยเฉพาะเบต้าแคโรทีนที่จะเปลี่ยนเป็นวิตามิน A ให้แก่ร่างกาย ทำให้ป้องกันโรคตาฟาง ตาบอด กลางคืน หรือต้อตาชนิดต่างๆ ในคนชราได้ นอกจากจะบำรุงสายตายังบำรุงให้ผิวชุ่มชื่น ไม่เหี่ยวย่นก่อนวัยอีกด้วย มีกลิ่นฉุน ช่วยขับลมในกระเพาะอาหาร รักษาโรคหวัด ตลอดจนช่วยย่อยอาหารทำให้ท้องไม่อืดหรือแน่นเฟ้ออีกด้วย อีกทั้งน้ำมันที่สกัดจากเมล็ดผักกาดเขียวยังแก้ปวดและแก้แพ้อากาศ หรือบรรเทาอาการคันได้ดีอีกชนิดหนึ่งด้วย เส้นใยในผักกาดเขียวมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้ ช่วยกระตุ้นการบีบตัวของอวัยวะดังกล่าวทำให้ระบบขับถ่ายเป็นไปอย่างปกติ สุขภาพดี (กระยาทิพ เรือนใจ, 2537)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.11.5 ผักคะน้าใบ ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica Oleracer Var Alboglabra*

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ พันธุ์ใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายใบมนและผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ได้แก่ พันธุ์ฝางเบอร์1 เป็นพืชผักใบเขียวที่นิยมรับประทานทั่วไปโดยบริโภคส่วนของใบและลำ มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียและปลูกกันมากในประเทศจีน ฮ่องกง ไต้หวัน มาเลเซียและประเทศไทย ผักคะน้าเป็นผักอายุ 2 ปี แต่ปลูกเป็นผักฤดูเดียว อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน ผักคะน้าสามารถปลูกได้ตลอดปี คะน้าเป็นผักที่นิยมปลูกปละบริโภคกันมากทั่วทุกภาคของไทย ส่วนที่ใช้บริโภคคือใบและลำต้น คะน้าเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิเฉลี่ย 20 องศาเซลเซียส แต่ก็สามารถทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ดี สารอาหารที่พบในคะน้าใบ คุณค่าอาหาร ต่อ 100 กรัม พบโปรตีน 2.7 กรัม ไขมัน 0.5 กรัมคาร์โบไฮเดรต 2.2 กรัม แคลเซียม 245 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 80 มิลลิกรัม เหล็ก 1.2 มิลลิกรัม วิตามิน บี 1 0.05 มิลลิกรัมวิตามิน บี 2 0.08 มิลลิกรัม วิตามิน ซี 141 มิลลิกรัม เบต้าแคโรทีน 181 RE เป็นต้น รับประทานแล้วช่วยระบายเพราะมีเส้นใยอาหารมากจึงช่วยรักษาโรค ท้องผูก ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล และยังช่วยบำรุงผิวพรรณ (กระยาทิพย์ เรือนใจ, 2537)

2.11.6 ผักแมงลัก ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Ocimun americanum Lin* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชล้มลุกในสกุลกะเพราและโหระพาลักษณะของต้นจะคล้ายกับต้นกะเพรา ต่างกันที่กลิ่นและสีใบจะอ่อนกว่า มีลำต้นสูงประมาณ 30-80 เซนติเมตร มีกลิ่นหอมทุกส่วน ใบเดี่ยว ใบเรียงตรงข้ามเป็นคู่ๆ ดอกและช่อจะออกที่ปลายยอด อาจเป็นช่อเดี่ยวหรือแตกออกเป็นช่อย่อยๆ ดอกจะบานจากล่างไปบน กลีบดอกสีขาวแบ่งเป็น 2 ปากและร่วงง่าย เกสรตัวผู้จะยื่นยาวกว่ากลีบดอก ดอกย่อยออกโดยรอบก้านก่อเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นมีดอกย่อย 6 ดอก แบ่งเป็น 2 ส่วน ดอกตรงกลางจะบานก่อนและช่อดอกย่อยที่อยู่ชั้นล่างสุดของก้านช่อดอกจะบานก่อนเช่นกัน ผล 1 ดอกมีผล 4 ผล มีขนาดเล็ก เรียกว่า เม็ดแมงลัก ซึ่งมีลักษณะกลมรีและมีสีดำ ต้นแมงลัก ส่วนที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ก็คือ เมล็ดแมงลัก และ ใบแมงลัก ลำต้นแข็งแรง แตกกิ่งก้านสาขามาก (เกริก ท่วมกลาง, 2547) ใบแมงลัก 1 ขีด ให้เบต้าแคโรทีนสูงถึง 590.56 ไมโครกรัมเทียบหน่วยเรตินัลให้แคลเซียม 140 มิลลิกรัม ต้านทานการก่อมะเร็งและอนุมูลอิสระ ยังมีแคลเซียม วิตามินซี เส้นใยอาหารมีสรรพคุณช่วยระบบขับถ่าย ขับลม ขับเหงื่อ แก้ไอ บรรเทาอาการปวดฟัน แก้โรคทางเดินอาหาร ให้พลังงาน 30 กิโลแคลอรี (เมฆ จันทร์ประยูร, 2541)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.11.7 ฟักทอง ชื่อวิทยาศาสตร์: *Cucurbita moschata Decne.* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชล้มลุก เป็นเคลือ ยอดชอนไชไปตามพื้นหรือกิ่งไม้ ผิวของผลขณะยังอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่จะมีสีเหลืองสลับเขียว ผิวขรุขระเล็กน้อยโดยเปลือกจะมีลักษณะแข็งเนื้อในมีสีเหลือพร้อมด้วยเมล็ดสีขาวแบนๆ ติดอยู่ สารที่พบในฟักทอง พบโปรตีน 1.7กรัม ไขมัน 0.2 กรัม คาร์โบไฮเดรต 8.5 กรัม แคลเซียม 8.5 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 17 มิลลิกรัม เหล็ก 0.67 มิลลิกรัม วิตามิน บี 10.06 มิลลิกรัม วิตามินบี 20.06 มิลลิกรัมวิตามิน ซี 6 มิลลิกรัม เบต้า-คาโรทีน ช่วยป้องกันมะเร็ง ช่วยป้องกันไม่ให้ต่อมลูกหมากโต ป้องกันและรักษาโรคนิ่ว โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง ช่วยขับพยาธิตัวตืด น้ำมันจากเมล็ดช่วยบำรุงและมีส่วนช่วยควบคุมน้ำตาลในเลือด(กระยาทิพย์ เรือนใจ, 2537)

2.11.8 ผักกาดเขียว ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica juncea (L.) Czern.* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ พืชล้มลุกลำต้นตั้งตรงสูงได้ถึง 1 เมตร เกลี้ยงแตกกิ่งด้านสาขามากใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับกันไม่มีหู ใบที่โคนต้นรูปขอบขนานแกมรูปหอกขอบหยักเป็นแฉกยาวได้ถึง 20 เซนติเมตร มีก้านใบ ส่วนใบที่อยู่ตอนบนรูปหอกแคบๆก้านใบสั้นมากหรือไม่มีเลย ดอกออกเป็นช่อตั้งตรงที่ปลายยอด มีทั้งเพศผู้ และเพศเมียในดอกเดียวกัน กลีบรองกลีบดอก 4 กลีบ รูปไข่แกมขอบขนาน เรียงเป็นสองชั้น กลีบดอก 4 กลีบ สีเหลือสดโคนกลีบสอบแคบคล้ายก้านเกสรผู้ 6 อัน สี่อันยาวเรียงอยู่วงในสองอันสั้นเรียงอยู่วงนอก อับเรณูรูปหัวลูกศรเมื่อแก่จะแตกตามยาวรังไข่รูปยาว มี 2 ช่อง เชื่อมติดกันท่อรับไข่เรียวเล็กปลายท่อเป็นหัวกลม ผลเป็นฝัก รูปยาวแคบแกมรูปหอก ยาว1.2 – 3.5 เซนติเมตร ค่อนข้างแบน เมล็ด เล็ก สีดำ ผิวขรุขระ สารที่พบในผักกาดเขียว เช่น เบต้าแคโรทีนที่จะเปลี่ยนเป็นวิตามิน A ให้แก่ร่างกาย ทำให้ป้องกันโรคตาฟาง ตาบอด กลางคืน หรือต้อตาชนิดต่างๆ ในคนชราได้ นอกจากจะบำรุงสายตายังบำรุงให้ผิวชุ่มชื่น ไม่เหี่ยวย่นก่อนวัย (กระยาทิพย์ เรือนใจ, 2537)

2.11.9 ผักบุ้งจีน (พันธุ์เรียวไผ่) ชื่อวิทยาศาสตร์: *Ipomoea aquaticaForsk. Var. reptan* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ราก รากของผักบุ้งจีนเป็นระบบรากแก้ว มีรากแขนงแตกออกทางด้านข้างของรากแก้วแลยังสามารถแตกรากฝอยออกมาจากข้อของลำต้นได้ด้วยโดยมักจะเกิดตามข้อที่อยู่บริเวณโคนเถาลำต้น ผักบุ้งจีนเป็นไม้ล้มลุก ในระยะแรกของการเจริญเติบโตจะมีลำต้นตั้งตรง ในระยะต่อไปลำต้นจะเลื้อยทอดยอดไปตามพื้นดินหรือน้ำลำต้นมีสีเขียวและปล้องข้างในกลวง รากจะเกิดที่ข้อทุกข้อที่สัมผัสกับพื้นดินหรือน้ำที่ข้อมักมีตาแตกออกมา ทั้งตาใบและตาดอก โดยตาใบจะอยู่ด้านนอกส่วนตาดอกจะอยู่ด้านในใบ ใบผักบุ้งจีนเป็นใบเดี่ยว รูปร่างคล้ายหอก โคนใบกว้างแล้วค่อยๆ เรียวเล็กไปตอนปลาย ปลายใบแหลมที่โคนใบเป็นรูปหัวใจ ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่น ใบมีความยาวประมาณ 7-15 เซนติเมตร ก้านใบยาว 3-8 เซนติเมตร สำหรับการจัดเรียงของใบเป็นแบบเรียงสลับ ข้อหนึ่งจะมีใบเพียงใบดอกและช่อดอก ดอกผักบุ้งจีนเป็นดอกสมบูรณ์ คือมีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน แต่ละดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยงสีเขียว 5 อัน กลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นรูปกรวยด้านนอกมีสี

ขาวด้านในมีสีม่วง การจัดเรียงของกลีบดอกขณะที่ดอกยังตูมอยู่จะซ้อนกันเป็นใบจักร เมื่อบานจะมีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร มีเกสรตัวผู้ 5 อัน และเกสรตัวเมีย 1 อัน รังไข่ตั้งอยู่เหนือบริเวณที่เกิดของกลีบดอกและเกสรตัวผู้ รังไข่มี 4 ห้อง ไข่ติดอยู่กับแกนกลางของรังไข่ ใน 1 ห้องของรังไข่อาจมี 1 เมล็ดหรือมากกว่าก็ได้ ในฤดูวันสั้นจะออกดอกมีฝักและเมล็ด ในฤดูวันยาวจะเจริญเติบโตทางลำต้นและใบการผสมเกสรของผักบุ้งจีนเป็นแบบผสมตัวเอง และมีการผสมข้ามดอกบ้างเนื่องจากลมและแมลง ดอกผักบุ้งจีนจะเริ่มบานในเวลาเช้า ละอองเกสรตัวผู้และยอดเกสรตัวเมียพร้อมที่จะผสมในเวลา 10.00-15.00 น. ระยะเวลาหลังผสมจนผสมติดประมาณ 3-4 วัน และจากผสมติดจนเมล็ดแก่ประมาณ40-50วัน ผล เป็นผลเดี่ยว รูปร่างค่อนข้างกลม มีขนาดใหญ่ที่สุดเมื่ออายุ ประมาณ 30 วันหลังดอกบาน มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.42 เซนติเมตร หลังจากนั้นจะมีขนาดเล็กลง ลักษณะผิวภายนอกจะเหี่ยวย่น ขรุขระ ไม่แตก เมื่อแห้งสีของผลเมื่อแก่จะมีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้ม ใน 1 ผลมีเมล็ด 4-5 เมล็ดเมล็ด เมล็ดผักบุ้งจีนมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยมฐานมน มีสีน้ำตาล เปลือกหุ้มเมล็ดมีสี 3 ระดับคือ สีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลแก่ และสีน้ำตาลดำ มีขนาดเล็ก ความกว้างโดยเฉลี่ยประมาณ 0.4 เซนติเมตร ยาว 0.5 เซนติเมตร ไม่มีอาหารสะสมในเอนโดสเปิร์ม แต่มีอาหารสะสมในใบเลี้ยงซึ่งติดอยู่กับ เอ็มบริโอเพื่อคอยทำหน้าที่ให้อาหาร ผักบุ้งจีนเป็นพืชที่มีอัตราการพักตัวสูง โดยจะพักตัวในลักษณะของเมล็ดแข็งหรือที่เรียกว่าเมล็ดหิน เมล็ดที่มีสีเข้มกว่า จะมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งสูงกว่า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) สารสำคัญของผักบุ้งจีน (พันธุ์เรียวไผ่) ช่วยในการบำรุงสายตา แม้จะมีผักตัวอื่น ๆ ที่มีวิตามินเอเช่นกัน สรรพคุณระบุว่า โดยในผักบุ้ง 100 กรัมจะให้พลังงาน 22 กิโลแคลอรี่ และประกอบด้วยเส้นใย วิตามินและแร่ธาตุอื่นๆอีกด้วย เช่น วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินบี3 ธาตุแคลเซียม ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก เป็นต้น ผักบุ้งจีนนั้นจะมีวิตามินซีสูงและสรรพคุณทางยามาก ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตต่ำนั้นควรหลีกเลี่ยงการรับประทานผักบุ้ง เพราะผักบุ้งมีคุณสมบัติไปช่วยลดความดันโลหิต จะทำให้ความดันยิ่งต่ำลงไปใหญ่อาจจะก่อให้เกิดอาการเป็นตะคริวได้ง่ายและบ่อยขึ้น ทำให้ร่างกายอ่อนแอและเบต้าแคโรทีน (วิตามินเอที่ช่วยบำรุงสายตา) หากรับประทานผักบุ้งจีนสดๆจะทำให้คุณค่าของวิตามินและแร่ธาตุเหล่านี้ไม่เสียไปกับความร้อนอีกด้วย

2.11.10 ผักกาดกวางตุ้ง (พันธุ์เขียวกวางตุ้ง) ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica chinensisJuslvarparachinensis (Bailey) Tsen& Lee* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชอายุปีเดียว โดยใช้บริโภคส่วนของใบและก้านใบ เป็นผักที่นิยมบริโภคกันมาก ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว อายุการเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 35-45 วัน ก็สามารถเก็บเกี่ยวได้ เป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง นำมาประกอบอาหารประเภทผัดแกงจืด ผักจิ้ม เป็นต้นที่สามารถปลูกได้ทุกฤดูและนิยมปลูกกันทั่วประเทศทั้งในรูปของสวนผักการค้าและสวนผักใกล้บ้านเพื่อบริโภค ราก เป็นระบบรากแก้วอยู่ในระดับตื้นส่วนที่ใหญ่สุดของรากแก้วประมาณ1.20เซนติเมตร มีรากแขนงแตกออกจากรากแก้วมาก โดยรากแขนงแผ่อยู่ตามบริเวณผิวดินรากแก้วอาจมีขนาดใหญ่ขึ้นถ้าดินมีสภาพชื้นและเย็น ลำต้น ตั้งตรงมีสีเขียวขนาดโตเต็มที่ใช้รับประทานได้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.4-1.8 เซนติเมตร สูงประมาณ 43-54 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ก่อนออกดอกลำต้นจะสั้น มีข้อถี่มากจนดูเป็นกระจุกที่โคนต้น เมื่อออกดอกแล้วในระยะติดฝักต้นจะสูงขึ้นมาก โดยเฉลี่ยสูงประมาณ 85-144 เซนติเมตร ใบ ใบเลี้ยงมี 2 ใบ มีสีเขียว ปลายใบตรงกลางจะเว้าเข้า ส่วนใบจริงจะแตกเป็นกระจุกที่บริเวณโคนต้น เป็นใบเดี่ยว ใบเรียบไม่ห่อหัว สีเขียว ใบอ่อนมีสีเขียวอ่อน ขอบใบเป็นรอยฟันเลื่อยเล็กมาก ใบแก่ผิวใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย ไม่มีขน ของใบเรียบหรืออาจมีรอยเว้าตื้นๆ ขนาดเล็กโคนใบหยักเป็นคลื่นเล็กน้อย ปลายใบมน ก้านใบที่ติดกับลำต้นมีสีเขียวอ่อนเป็นร่องและเรียวกลมขึ้นไปหาแผ่นใบ ก้านใบหนาและมีสีขาวอมเขียว สำหรับใบที่ช่อดอกจะมีก้านใบยาว 2-3 เซนติเมตร รูปใบเรียวแหลมไปทางฐานใบและปลายใบ ขอบใบเรียบ ผักกวางตุ้งมีคุณประโยชน์คือ มีวิตามินซีถึง 6 มิลลิกรัม/100 กรัมที่บริโภค และยังมีแคลเซียมสูงถึง 8.5 มิลลิกรัม/100 กรัม ที่หรูไปกว่านั้นคือมีเบต้าแคโรทีนมากถึง 225 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมที่บริโภค จึงช่วยบำรุงสายตาและเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกายได้ดี แม้ผักกวางตุ้งจะมีคาร์โบไฮเดรตด้วย แต่ก็มีไขมันต่ำมากทั้งเป็นไขมันไม่อิ่มตัวจึงไม่มีพิษภัยใด ๆ ผักกวางตุ้งยังให้กากใยอาหารทำให้ถ่ายคล่องอีกด้วย

2.11.11 ผักกาดกวางตุ้ง (พันธุ์กวางตุ้งดอกต้นเขียว) ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica chinensisJusl*var*parachinensis (Bailey) Tsen& Lee* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นผักที่นิยมบริโภคกันมาก ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว อายุการเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 35-45 วัน ก็สามารถเก็บเกี่ยวได้ เป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง นำมาประกอบอาหารประเภทผัด แกงจืด ผักจิ้ม เป็นต้น สามารถปลูกได้ทุกฤดูและนิยมปลูกกันทั่วประเทศทั้งในรูปของสวนผักการค้า(กัญจนา ดีวิเศษ และคณะ, 2548) ราก เป็นระบบรากแก้ว อยู่ในระดับตื้น ส่วนที่ใหญ่สุดของรากแก้ว ประมาณ 1.20 เซนติเมตร มีรากแขนงแตกออกจากรากแก้วมาก โดยรากแขนงแผ่อยู่ตามบริเวณผิวดิน รากแก้วอาจมีขนาดใหญ่ขึ้น ถ้าดินมีสภาพชื้นและเย็น ลำต้นตั้งตรง มีสีเขียว ขนาดโตเต็มที่ใช้รับประทานได้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.4-1.8 เซนติเมตร สูงประมาณ 43-54 เซนติเมตร ก่อนออกดอกลำต้นจะสั้น มีข้อถี่มากจนดูเป็นกระจุกที่โคนต้น เมื่อออกดอกแล้วในระยะติดฝักต้นจะสูงขึ้นมาก โดยเฉลี่ยสูงประมาณ 85-144 เซนติเมตร ใบใบเลี้ยงมี 2 ใบ มีสีเขียว ปลายใบตรงกลางจะเว้าเข้า ส่วนใบจริงจะแตกเป็นกระจุกที่บริเวณโคนต้น เป็นใบเดี่ยว ใบเรียบไม่ห่อหัว สีเขียว ใบอ่อนมีสีเขียวอ่อน ขอบใบเป็นรอยฟันเลื่อยเล็กมาก ใบแก่ผิวใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย ไม่มีขน ของใบเรียบหรืออาจมีรอยเว้าตื้นๆ ขนาดเล็กโคนใบหยักเป็นคลื่นเล็กน้อย ปลายใบมน ก้านใบที่ติดกับลำต้นมีสีเขียวอ่อนเป็นร่องและเรียวกลมขึ้นไปหาแผ่นใบ ก้านใบหนาและมีสีขาวอมเขียว สำหรับใบที่ช่อดอกจะมีก้านใบยาว 2-3 เซนติเมตร รูปใบเรียวแหลมไปทางฐานใบและปลายใบ ขอบใบเรียบ ช่อดอกและดอกผักกาดเขียวกวางตุ้งจะออกดอกเมื่ออายุประมาณ 55-75 วัน ช่อดอกยาว 50-90 เซนติเมตร ดอกตูมรวมกลุ่มอยู่บนยอดดอกช่อดอก ดอกบานจากด้านล่างไปหาด้านบน ดอกที่บานแล้วมีก้านดอกยาวกว่าดอกที่ตูม ดอกเป็นแบบสมบูรณ์เพศ ขนาดดอก 1-1.5 เซนติเมตร กลีบชั้นนอกสีเขียวอ่อน 4 อัน ขนาดเล็กกลีบกว้าง 0.1-0.2 เซนติเมตร ยาว 0.7-0.8 เซนติเมตร กลีบชั้นในสีเหลืองสด 4 อัน แยกเป็นกลีบๆ ขนาดกลีบกว้าง 0.5-0.6 เซนติเมตร ยาว 1.1-1.2 เซนติเมตร มีเกสรตัวผู้ 6 อัน อับเกสรสีเหลืองแก่ ก้านชูเกสรสีเหลือง รังไข่ยาว 0.5-0.6

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เซนติเมตร ซึ่งอยู่เหนือกลีบดอกและเกสรตัวผู้ก้านเกสรตัวเมียสีเขียว ยาว 0.2-0.25 เซนติเมตร ยอดเกสรตัวเมียเป็นตุ่มสีเหลืองอ่อน ดอกบานในตอนเช้าประมาณเวลา 08.00 น. ผลผลมีลักษณะเป็นฝักรูปร่างเรียวยาว แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนปลายไม่มีเมล็ด ยาวประมาณ 0.9-1.5 เซนติเมตร และส่วนที่มีเมล็ดยาวประมาณ 3-4.1 เซนติเมตร กว้าง 0.3-0.5 เซนติเมตร ก้านผลยาว 1.3-2.5 เซนติเมตร ผลตั้งขึ้น เมื่อผลแก่จะแตกตามยาวจากโคนไปหาปลายผลเมื่ออ่อนมีสีเขียว ผลแก่มีสีน้ำตาล เมล็ดค่อนข้างกลม มีทั้งสีน้ำตาลและสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ ผิวเมล็ดมีลายแบบร่างแห เห็นไม่ค่อยชัด น้ำหนัก 1,000 เมล็ดประมาณ 2.5 กรัม ผักกาดกวางตุ้งช่วยลด การเสี่ยงจากการเป็นโรคมะเร็งโรค กล้ามเนื้อเสื่อม โรคเลือดหัวใจตีบและแก้ไอ ช่วยขับเสมหะ

2.11.12 ผักกาดเขียว (พันธุ์เขียวน้อย) ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica juncea* (L.) Czern ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ลำต้น พืชล้มลุกลำต้นตั้งตรงสูงได้ถึง 1 เมตรเกลี้ยงแตกกิ่งด้านสาขามาก ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับกันไม่มีหูใบใบที่โคนต้นรูปขอบขนานแกมรูปหอกขอบหยักเป็นแฉกยาวได้ถึง 20 เซนติเมตรมีก้านใบส่วนใบที่อยู่ตอนบนรูปหอกแคบๆก้านใบสั้นมากหรือไม่มีเลย ดอก ออกเป็นช่อตั้งตรงที่ปลายยอดมีทั้งเพศผู้ และเพศเมียในดอกเดียวกันกลีบรองกลีบดอก 4 กลีบรูปไข่แกมขอบขนานเรียงเป็นสองชั้นกลีบดอก 4 กลีบสีเหลือสดโคนกลีบสอบแคบคล้ายก้านเกสรผู้ 6 อันยาวเรียงอยู่วงในสองอันสั้นเรียงอยู่วงนอกอับเรณูรูปหัวลูกศรเมื่อแก่จะแตกตามยาวรังไข่รูปยาวมี 2 ช่องเชื่อมติดกันท่อรับไข่เรียวเล็กปลายท่อเป็นหัวกลม ผล เป็นฝักรูปยาวแคบแกมรูปหอกยาว 1.2 – 3.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1.2 เซนติเมตรเมล็ดเล็กสีดำผิวขรุขระ (พันธุ์เขียวน้อย) ผักกาดเขียว มีสารอาหารสูง ช่วยบำรุงสายตาให้มีประกายที่สดใส โดยเฉพาะเบต้าแคโรทีนที่จะเปลี่ยนเป็นวิตามิน A ให้แก่ร่างกาย ทำให้ป้องกันโรคตาฟาง ตาบอดกลางคืน หรือต้อตาชนิดต่างๆ ในคนชราได้ และยังช่วยต้านการเกิดโรคมะเร็ง มีแคลเซียม วิตามินซี เส้นใยอาหารสามารถป้องกันโลหิตจาง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.11.13 ผักกาดขาว (พันธุ์ขาวปลีพันธุ์เบา) ชื่อวิทยาศาสตร์: *Brassica compestris ssp. Pekinensis* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์เป็นพืชผักอยู่ในตระกูลกะหล่ำ เป็นผักที่ปลูกกันมากในประเทศจีนตอนใต้ ไต้หวันและในประเทศไทย ผักกาดขาวปลี นับว่าเป็นผัก ที่มีความสำคัญ ทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากมีผู้นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายส่วน ที่ใช้บริโภค ได้แก่ส่วนใบรับประทาน เป็นผักสดหรือใช้ประกอบอาหารอื่น ๆ ผักกาดขาวปลี เป็นผักที่มีอายุปีเดียว สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่ปลูกได้ดีที่สุดในช่วงเดือน ตุลาคม-กุมภาพันธ์ ขึ้นได้ในดินเกือบ ทุกชนิด ชอบดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีความเป็นกรดด่าง (pH) ของดินอยู่ในช่วงพอเหมาะประมาณ 6-6.8 อุณหภูมิที่เหมาะสม อยู่ระหว่าง 25-20 องศาเซลเซียส และควรได้รับแสงแดดตลอดวัน พันธุ์ผักกาดขาวปลีแบ่งตามลักษณะของปลีได้เป็น 3 พวกใหญ่ ๆ คือ พันธุ์ปลียาว มีลักษณะทรงสูง รูปไข่ ได้แก่ พันธุ์มิชิลีหรือผักกาดหางหงส์, ผักกาดโสภณ, ผักกาดขาวปลีผรั่ง พันธุ์ปลีกลม ลักษณะทรงสั้นกว่า อ้วนกลมกว่า เช่น พันธุ์ซาลาเดียไฮบริดพันธุ์ทรงบิคคอลไพรด์ไอบริด ฯลฯ มักเป็นพันธุ์เบาอายุสั้น พันธุ์ปลีหลวม หรือไม่ห่อปลี ส่วนใหญ่เป็นผักพื้นเมืองของเอเชีย พวกนี้มักไม่ห่อปลี ปลูกได้แม้อากาศไม่หนาวฝนตกชุก ได้แก่

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

พันธุ์ผักกาดขาวใหญ่ (อายุ 45 วัน) ผักกาดขาวธรรมดา (อายุ 40 วัน) สารสำคัญของผักกาดขาว (พันธุ์ขาวปลีพันธุ์เบา)หัวผักกาดขาว มีรสเผ็ดหวาน คุณสมบัติเย็น (เป็นยิน) ช่วยย่อย แก้ไอมีเสมหะ ไม่มีเสียง อาเจียนเป็นโลหิต ท้องเสีย(สุกานดา เดชวิชิตชัย, 2556) เมล็ด มีรสเผ็ดหวาน คุณสมบัติเป็นกลาง แก้ไอมีเสมหะ ช่วยให้ย่อยท้องเสีย ใบ มีรสเผ็ดขม คุณสมบัติเป็นกลาง ช่วยย่อย เจ็บคอ ท้องเสีย ขับน้ำนมตำรับยา บรรเทาอาการเรอเปรี้ยวหั่นหัวผักกาดขาวดิบ 3-4 แว่นเคี้ยวกิน บรรเทา ไฟไหม้น้ำร้อนลวกหรือโดนสะเก็ดไฟ: ตำหัวผักกาดขาวให้แหลกแล้วพอกบริเวณที่เป็น หรือจะใช้เมล็ดทำให้แหลกแล้วพอกก็ได้ บรรเทาฟกช้ำดำเขียว (ไม่เป็นแผล) ใช้หัวหรือใบตำให้ละเอียดแล้วพอกบริเวณที่เป็น หรือใช้เมล็ด 60 กรัม ตำให้ละเอียด คลุกกับเหล้า (อุ่นให้ร้อน) พอกบริเวณที่เป็น รักษาแผลในปาก คั้นน้ำหัวผักกาดขาวแล้วใช้บ้วนปากบ่อยๆ

2.11.14 คะน้า (พันธุ์คะน้าฮ่องกงจัมโบ้) ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica alboglabra* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ จัดเป็นคะน้ายอดชนิดหนึ่งอยู่ในตระกูลกะหล่ำมีต้นกำเนิดจากประเทศจีน ลักษณะลำต้นและใบมีสีเขียวเข้ม ใบมีลักษณะเรียว ไม่กลม ลำต้นมีขนาดเล็กกว่าคะน้า ยอดดอยคำ กรอบไม่เป็นเสี้ยน ดอกมีสีขาวหรือสีเหลืองทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ คะน้ามีสารต้านอนุมูลอิสระ คือวิตามินซีและเบต้าแคโรทีน ซึ่งร่างการจะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอที่มีผลต่อการบำรุงสายตาเสริมสร้างสุขภาพผิวพรรณและต้านทานการติดเชื้อ และคะน้าให้โฟเลตและธาตุเหล็กสูงซึ่งสารทั้งสองชนิดนี้จำเป็นต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง

2.11.15 คะน้ายอด (พันธุ์ไต้หวัน) ชื่อวิทยาศาสตร์ :*Brassica alboglabra Bailey.* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ผักคะน้าเป็นผักที่สามารถเพาะปลูกได้ตลอดปี (แต่ช่วงเวลาเพาะปลูกที่ดีที่สุดจะในช่วงเดือนตุลาคม – เมษายน) มีระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวสั้น สำหรับบ้านเราสายพันธุ์ที่นิยมปลูกจะมีอยู่ด้วยกัน 3 สานพันธุ์ได้แก่ พันธุ์ใบกลม พันธุ์ใบแหลม พันธุ์ยอดหรือก้าน เป็นต้น คะน้ามีวิตามินหลายชนิด เช่น เบต้าแคโรทีน 186.92 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิด มะเร็งกระเพาะอาหาร มะเร็งลำไส้ มะเร็งปอด และมะเร็งกระเพาะปัสสาวะ และยังมีวิตามินซีช่วยเสริมสร้างเนื้อเยื่อให้ชุ่มชื้น และทำให้ระบบภูมิคุ้มกันโรคมีความแข็งแรงสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังมีแคลเซียมช่วยเสริมสร้างกระดูก

2.11.16 ผักกาดขาว (พันธุ์ใหญ่PAT-TSA 1427) ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Brassica pekinensis* ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ผักกาดขาวปลี เป็นผักที่มีอายุปีเดียว สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่ปลูกได้ดีที่สุดในช่วงเดือน ตุลาคม-กุมภาพันธ์ ขึ้นได้ในดินเกือบ ทุกชนิด ชอบดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีความเป็นกรดด่าง (pH) ของดินอยู่ในช่วงพอเหมาะประมาณ 6-6.8 อุณหภูมิที่ เหมาะสม อยู่ระหว่าง 25-20 องศาเซลเซียส และควรได้รับแสงแดดตลอดวัน เป็นพืชอายุปีเดียว มีระบบรากตื้น ใบมีลักษณะห่อปลียาวหรืออาจห่อหลวมๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ใบมีสีขาวถึงสีเขียวอ่อน สำหรับสรรพคุณช่วยป้องกันโรคมะเร็งลำไส้นั้น ปัจจุบันยังไม่ทราบขนาดของเส้นใยอาหารที่ต้องรับประทานอย่างแน่นอน แต่ในสหรัฐได้กำหนดให้เพศชายวัยสูงอายุ ควรบริโภคเส้นใยอาหารประมาณ 18 กรัมต่อวัน และสำหรับวัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

249829

หนุ่มสาวควรรับประทาน 20-25 กรัมต่อวัน และการรับประทานที่มากกว่าปริมาณที่กำหนดก็ไม่ได้ช่วยลดอัตราความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งแต่อย่างใด แต่จะช่วยทำให้ระบบขับถ่ายทำงานได้ดีมากขึ้น อย่างเช่นในเรื่องของการขับถ่าย แก้อาการท้องผูก เป็นต้น

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชุติกาญจน์ ศักดิ์สิงห์ (2551 : บทคัดย่อ) การหาปริมารสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ในผักพื้นบ้านจำนวน 23 ชนิด โดยสกัดจากตัวอย่างผักด้วยเมทานอล การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยวิธี โฟลิน-ซิโอแคลทู พบว่า ตัวอย่างผักทั้งหมดมีสารประกอบฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ โดยพบปริมารสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในช่วง 10-170 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิก ผักติ้วมีสารประกอบฟีนอลิกมากกว่าผักพื้นบ้านชนิดอื่นๆ ในขณะที่ผักกูดมีสารประกอบฟีนอลิกน้อยที่สุด การหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระใช้วิธี DPPH แล้วเปรียบเทียบกับค่า IC_{50} ผลจากการวิจัยพบว่า ร้อยละ 21.74 ของผักพื้นบ้านจำนวน 23 ตัวอย่าง ได้แก่ ขี้เหล็ก ผักหวานบ้าน ผักเม็ก ผักติ้ว และกระถิน มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่ากรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 1,000 ไมโครมิลลิลิตร และผักร้อยละ 30.43 ได้แก่ กระเพรา โหระพา สะเดา ใบแมงลัก ใบมะเฟือง ผักหวานป่า และผักกะโดน มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่ากรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 200-500 ไมโครมิลลิลิตร แล้วยังพบว่าผักเม็ก มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด และใบยอมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระค่อนข้างต่ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วรัญญา ชาปัญญา และ ศิรินันท์ ทองภู (2556 : บทคัดย่อ) ศึกษาสารสกัดงาดำงอกที่ระยะเวลาต่างกันตั้งแต่ 0 – 72 ชั่วโมง จากนั้นนำมาสกัดด้วยเฮกเซนและเอทานอล เพื่อศึกษาหาปริมาณโพลิฟีนอลรวมด้วยวิธีโฟลิน–ซิโอแคลทู (Folin–Ciocalteu) และหาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2–diphyl-1–picrylhydrazyl (DPPH) จากการศึกษาพบว่า เมื่อระยะเวลาในการเพาะงาดำงอกเพิ่มขึ้นปริมาณโพลิฟีนอลรวมและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจะเพิ่มสูงขึ้นในชั้นเอทานอลมีปริมาณโฟลิฟีนอลรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าชั้นเฮกเซนและที่เวลา 72 ชั่วโมง มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด

สิริพร ลาวัลย์ (2546 : บทคัดย่อ) การศึกษาปริมาณวิตามินซีในถั่วงอก ในระยะเวลาการงอกเพาะถั่วเป็นเวลา 4 วัน ซึ่งเป็นอายุของถั่วงอกที่วางจำหน่ายในท้องตลาด โดยใช้วิธี Oxidometric color development ผลการศึกษาคือ ถั่วงอกมีอายุ 4 วัน มีความยาวเฉลี่ย 4.3 เซนติเมตร ถั่วงอกมีความยาวที่น่าสนใจคือ ถั่วงอกอายุ 2 วัน มีความยาวเฉลี่ย 1 เซนติเมตรหรือเรียกว่าถั่วงอกหัวโตเมื่อ

ทำการศึกษาวิตามินซีพบ ว่าปริมาณวิตามินซีในถั่วงอกจะอยู่ในช่วงวันที่ 2 ของการเพาะ จะมีปริมาณวิตามินซี เฉลี่ย 29.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมถั่วงอก เท่ากับวิตามินซี 1 ใน 3 ของความต้องการของร่างกายต่อวัน เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซี ในถั่วงอกผ่านการแช่น้ำ ซึ่งถั่วงอกอายุ 2 และ4 วัน พบ ว่าอายุ ที่อายุ 2 วัน มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่า 4 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.01$) โดยถั่วงอกอายุสองวันที่ไม่ผ่านการแช่น้ำมีวิตามินเฉลี่ยสูงสุด 26.18 มิลลิกรัมต่อ100 และถั่วงอกที่มีอายุ 4 วัน ผ่านการแช่น้ำ 8 ชั่วโมง มีปริมาณวิตามินซี เฉลี่ย 6.44 มิลลิกรัมต่อ100กรัม

Tarzi, B.G. et al. (2012) การงอกเป็นกระบวนการหนึ่งที่ส่งผลมากที่สุดต่อการปรับปรุงคุณภาพของพืชตระกูลถั่ว วิตามินและสารประกอบบางชนิดที่มีประโยชน์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระมักจะเปลี่ยนแปลงอย่างมากในช่วงเวลาของการงอกซึ่งคำจำกัดความของสารต้านอนุมูลอิสระคือสารประกอบที่มีความสามารถ ในการยับยังชะลอการทำให้เกิดการเหม็นหื่นหรือในรสชาติอื่นๆในอาหาร หรือทำหน้าที่ในการป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกายมนุษย์

Zincă, G. and Vizireanu, C. (2013 :บทคัดย่อ) สารประกอบฟลาโวนอยด์และสารประกอบโพลิฟีนอลิกมีประโยชน์ด้านการต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นที่มาของโรคต่าง เช่น โรคมะเร็ง โรคความเสื่อมทางสรีระโรคหลอดเลือดหัวใจโรคความจำเสื่อมเป็นต้นการวิเคราะห์ปริมาณสารโพลิฟีนอลิก และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในต้นงอกของแอลฟัลฟา หลังจากวันที่ 1 จนถึงวันที่ 7 ของการงอก พบว่าให้ปริมาณสารโพลิฟีนอลและให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่สูง ซึ่งปรากฏในวันที่ 2 วันที่ 3 วันที่ 6 และวันที่ 7 ของการงอก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมอุปกรณ์และห้องสำหรับการทดลอง

ทำความสะอาดห้องที่จะทำการทดลองและเตรียมอุปกรณ์สำหรับการเพาะเมล็ดพันธุ์พร้อมกับทำความสะอาดให้เรียบร้อย

3.2 การเตรียมพืชทดลอง

พืชที่ใช้ในการทดลองคือ ผักกาดกวางตุ้ง (*Brassica chinensis Jusl var parachinensis (Bailey)* Tsen & Lee) ชุนฉ่าย (*Brassica juncea (L.) Coss.* Var. *Sareptana Sinskaja*) คะน้าใบ (*Brassica alboglabra*) ผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquaticaForsk. Var. reptan*) ผักกาดกวางตุ้ง (*Brassica chinensisJuslvarparachinensis.)* ผักกาดกวางตุ้ง (*Brassica chinensis Juslvarparachinensis (Bailey) Tsen& Lee*) ผักกาดเขียว(*Brassica juncea(L.)Czern.*) ผักกาดขาว (*Brassica compestris ssp. Pekinensis.*) คะน้า (*Brassica alboglabra.*) คะน้ายอด (*Brassica alboglabra Bailey.*) ผักกาดขาว (*Brassica pekinensis*) และคะน้ายอด (*Brassica oleracea* var.*alboglabra*) มีขั้นตอนดังนี้

1) นำแผ่นฟองน้ำขนาด 12 × 30 เซนติเมตร มากรีดเป็นแถวแผ่นละ 12–15 แถว ตามแนวยาวโดยให้ความลึกประมาณพอดีที่จะปิดเมล็ดพันธุ์ให้พ้นจากแสง เพื่อใช้เพาะเมล็ด

2) จากนั้นนำฟองน้ำไปแช่น้ำเพื่อทำให้เกิดการอุ้มน้ำ หลังจากนั้นบิดน้ำออกพอหมาดๆ แล้วนำเมล็ดพันธุ์ลงปลูกโดยใช้ช้อนพลาสติกในการปลูกและใช้น้ำเป็นตัวล่อในการที่จะให้เมล็ดพันธุ์เรียงเป็นแถว

3) นำฟองน้ำที่ทำการปลูกเมล็ดพันธุ์แล้วไปวางในถาดสแตนเลดแล้วรดน้ำให้ชุ่ม โดย 3 วันแรกเก็บไว้ในที่มืด และอีก 4 วันเก็บไว้ในที่สว่าง

4) เมื่อครบ 7 วัน เก็บตัวอย่างต้นงอกทั้งวัด วัดความยาวของใบและชั่งน้ำหนัก

3.3 การเตรียมตัวอย่างผักงอก

1) นำตัวอย่างผักที่ซื้อมาจาก ร้านร้านท่าขอนยาง ตำบลท่าขอนยาง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม นำเมล็ดพันธุ์ไปชั่งน้ำหนัก แล้วล้างด้วยเอทานอล แช่น้ำกลั่นทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง คัดเมล็ดที่ลีบออก แล้วนำแผ่นฟองน้ำที่กรีดแล้วมาแช่น้ำไว้ประมาณ 15 นาที ก่อนการเพาะตัวอย่างใน

แผ่นฟองน้ำเพาะตัวอย่างตามที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้ว นำฟองน้ำที่เพาะเมล็ดพันธุ์แล้วไปวางในถาดสแตนเลด แล้วใช้ถาดสแตนเลด อีกใบปิดไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้โดนแสงเป็นเวลา 3 วัน และหลังจากนั้นอีก 4 วัน เก็บไว้ในที่สว่าง ทำการปลูกที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2) ทำการเก็บต้นงอก 7 วัน

3) นำผักงอกที่เก็บได้ ไปล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง แล้วนำไปผึ่ง และนำไปชั่งน้ำหนักผักสด บันทึกน้ำหนัก

4) นำผักงอกไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบประมาณ 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าผักจะแห้ง

5) หลังจากนั้นนำมาบดให้ละเอียด แล้วชั่งน้ำหนักแห้งที่ได้ บันทึกน้ำหนัก แล้วเก็บในถุงซิปปิดด้วยกระดาษอลูมีเนียมฟอยล์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อทำสารสกัดด้วยเอธานอลต่อไป

3.4 การทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (Ursini et al., 1994)

1) เตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ต่อลิตร (Stock DPPH)

2) เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

3) เตรียมสารละลายตัวอย่าง (Stock sample) ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

4) วิเคราะห์หาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

- ปิเปตสารละลายตัวอย่าง (เตรียมความเข้มข้นที่ต้องการจาก stock sample) มาทำปฏิกิริยากับสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ในอัตราส่วน 1:1 ในการทดลองเขย่าตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตนิค 21 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วนำไปคำนวณ โดยสารสกัดเอธานอลจากผักงอก และสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกทำการทดสอบเช่นเดียวกับสารสกัดผักงอก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณโพลีฟีนอลรวม (Singleton et al., 1999).

1) เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้น 0, 5, 10, 25, 50, 75 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) เตรียมสารละลาย Folin ciocalteu ความเข้มข้น 0.2 N

3) เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลต่อลิตร

4) เตรียมตัวอย่างผักงอกที่ ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

-ปิเปตสารมาตรฐานหรือสารตัวอย่าง 0.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย Folin ciocalteu มา 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 7.5 %w/v ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย vortex จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเวลา 2 ชั่วโมง ทำการทดลองอย่างละ 3 ซ้ำ นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง สเปกโตนิค 21 ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร คำนวณปริมาณโพลีฟีนอลรวม โดยอาศัยช่วงความเป็นเส้นตรงของสารมาตรฐานกรดแกลิก

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้สถิติพื้นฐานได้แก่ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD.)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การเพาะปลูกผักพื้นบ้านงอก

หลังจากเพาะผักพื้นบ้านงอก 16 ชนิด ในฟองน้ำที่ชุ่มไปด้วยน้ำ ระยะเวลา 7 วัน นำตัวอย่างผักงอกแต่ละชนิดมาวัดส่วนสูงและขนาดของใบ โดยการสุ่มผักงอกแต่ละชนิดมาตัวอย่างละมา 30 ต้น พบว่าถั่วเขียวมีขนาดยาวที่สุด 24.2 เซนติเมตร ขนาดใบ 2.5 ตารางเซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตาราง 4.1 ส่วนสูง ขนาดของใบ ร้อยละของผลผลิต และร้อยละของการสกัด จากผักงอกแต่ละชนิด

ตัวอย่าง n=30	ส่วนสูง ± S.D	ขนาดใบ ± SD.	%Yield	%การสกัด
ผักกวางตุ้งดอกต้นเขียว	4.97 ± 0.21	0.16 ± 0.02	9.40	30.13
ผักบุ้งจีน	7.79 ± 0.36	1.83 ± 0.10	14.47	56.77
ผักกาดเขียวกวางตุ้ง	4.16 ± 0.14	0.14 ± 0.03	6.34	8.91
ผักกาดขาวพันธุ์ใหญ่	5.41 ± 0.30	0.16 ± 0.01	3.14	44.41
ผักกาดเขียวน้อย	5.48 ± 0.31	0.14 ± 0.01	2.90	49.17
ผักคะน้ายอดใต้หวัน	5.19 ± 0.31	0.17 ± 0.02	4.31	41.18
ผักคะน้ายอดฮ่องกง	4.70 ± 0.04	0.11 ± 0.01	5.79	53.82
ผักกาดขาวปลีพันธุ์เบา	4.71 ± 0.05	0.11 ± 0.01	17.10	45.70
ถั่วเขียว	24.2 ± 0.265	2.5 ± 0.00	3.45	11.59
เขียวปลี	6.3 ± 0.289	0.22 ± 0.06	3.11	33.33
คะน้ายอด	6.07 ± 0.379	0.16 ± 0.00	5.53	30.79
ชุนฉ่าย	3.73 ± 0.058	0.10 ± 0.02	6.06	13.77
คะน้าใบ	3.8 ± 0.100	0.17 ± 0.00	6.29	15.44
แมงลัก	2.97 ± 0.058	0.17 ± 0.04	4.05	20.27
ฟักทอง	23.3 ± 0.702	2.6 ± 0.10	8.61	31.15
กาดเขียว	4.37 ± 0.29	0.1 ± 0.02	3.93	20.00

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.2 การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณโพลิฟีนอลรวมของสารสกัดจากผักงอก

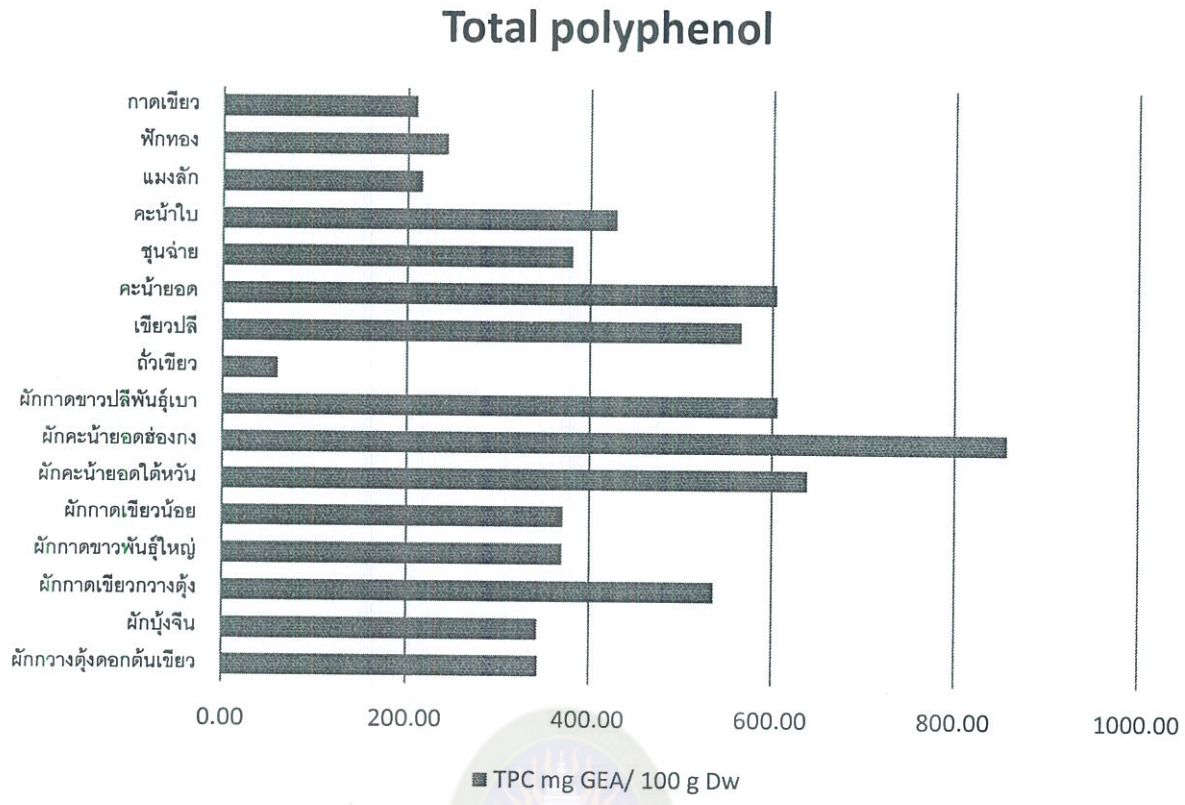
จากตัวอย่างผักงอกนำมาอบให้แห้ง ด้วยการนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแห้ง จากนั้นนำมาบดให้ละเอียด นำผงอบแห้งของผักพื้นบ้านงอกแต่ละชนิดมาสกัดด้วยเอธานอลเป็นตัวทำละลาย ทำการสกัดซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นนำไประเหยให้แห้ง นำสารสกัดที่ได้มาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณโพลิฟีนอลิกรวม ด้วยวิธี DPPH และ Folin ciocaleteu ตามลำดับ สารสกัดที่ได้มีลักษณะเหนียวข้นเป็นสีน้ำตาล บางชนิดสีเขียวอมเหลือง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผัก ลักษณะกลิ่นค่อนข้างแรง สำหรับการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า คะน้ายอดใต้หวัน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้สูงสุดเท่ากับ 3.40 µg/mL โดยค่า IC_{50} แสดงถึงประสิทธิภาพหรือความเข้มข้นของสารสกัดในการต้านอนุมูลอิสระให้ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้คะน้ายอดมีองค์ประกอบของสารในกลุ่มโพลิฟีนอล และสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ โดยสารกลุ่มดังกล่าวมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งในคะน้ายอด จากการทดลองพบว่าปริมาณโพลิฟีนอลรวมเท่ากับ 638.88 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อหนึ่งร้อยกรัมน้ำหนักแห้งของสารสกัด ปริมาณดังกล่าวสอดคล้องกับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ สำหรับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักอีก 15 ชนิดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยตามลำดับดังต่อไป ผักกาดเขียวกวางตุ้ง ชุนฉ่าย คะน้ายอด คะน้าใบ แมงลัก ผักกาดขาวปลีพันธุ์เบา ผักคะน้ายอดฮ่องกง เขียวปลี ผักกาดขาวพันธุ์ใหญ่ ผักกวางตุ้งดอกต้นเขียว ฟักทอง ผักกาดเขียวน้อย ผักบุ้งจีน ผักกาดเขียว ถั่วเขียว ตามลำดับ สำหรับสารสกัดจากผักพื้นบ้านชนิดอื่นๆ ได้แสดงในตารางที่ 2 และภาพ ที่ 4.1 และ 4.2 ทั้งนี้แล้วด้วยการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาถึงข้อมูลเบื้องต้น ในการเลือกตัวอย่างผักพื้นบ้าน เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกสายพันธุ์ของผักชนิดๆ ต่างๆ ที่เราสามารถเพาะปลูกเองได้ ทั้งนี้เพื่อศึกษาในขั้นต่อไป ว่าระยะเวลาใดที่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักชนิดนั้น รวมถึงศึกษาองค์ประกอบทางเคมี เพื่อให้มั่นใจว่าสารหรือองค์ประกอบในผักงอกนั้น มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิก หรือสารมาตรฐานวิตามินอี นอกจากนี้แล้วยังรวมไปถึงการศึกษากลไกลการเปลี่ยนแปลงของผักงอกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ต่อไปอีกด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

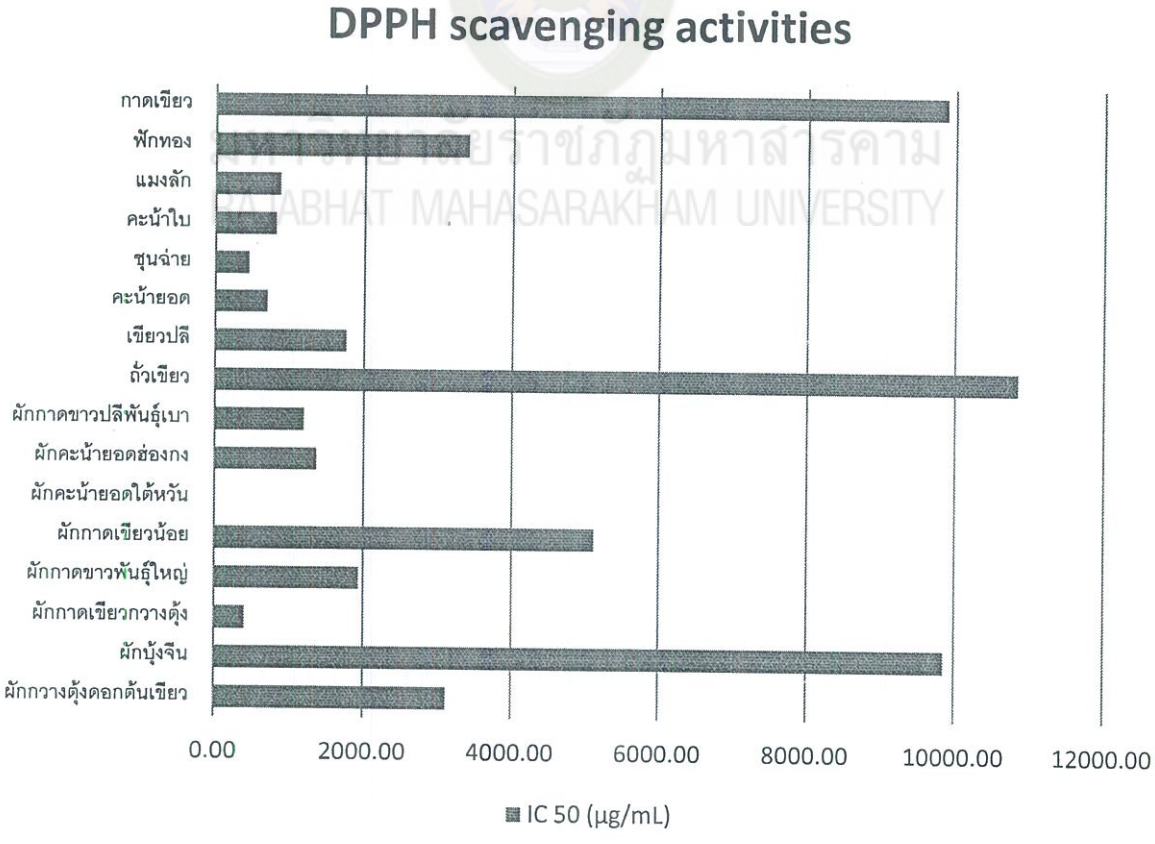
ตารางที่ 4.2 ปริมาณโพลิฟีนอลิกรวม (TPC) และความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50 % (IC_{50}) ในสารสกัดจากผักพื้นบ้านงอกชนิดต่างๆ

สารสกัด n=3	TPC mg GEA/ 100 gDw	IC_{50} (µg/mL)
ผักกวางตุ้งดอกต้นเขียว	344.37	3124.07
ผักบุ้งจีน	343.23	9857.80
ผักกาดเขียวกวางตุ้ง	536.30	408.30
ผักกาดขาวพันธุ์ใหญ่	370.06	1939.14
ผักกาดเขียวน้อย	371.28	5117.44
ผักคะน้ายอดใต้หวัน	638.88	3.40
ผักคะน้ายอดฮ่องกง	857.14	1366.49
ผักกาดขาวปลีพันธุ์เบา	605.96	1198.71
ถั่วเขียว	59.67	10850.86
เขียวปลี	565.93	1764.50
คะน้ายอด	604.47	695.76
ชุนฉ่าย	380.67	448.54
คะน้าใบ	429.03	809.16
แมงลัก	216.28	864.75
ฟักทอง	244.25	3403.14
กาดเขียว	210.20	9887.23

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.1 ปริมาณฟีนอลิกรวมจากสารสกัดของผักพื้นบ้านทั้ง 16 ชนิด



ภาพที่ 4.2 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดของผักพื้นบ้านทั้ง 16 ชนิด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และวิเคราะห์ปริมาณโพลิฟีนอลิกจากสารสกัดด้วยเอธานอลในผักพื้นบ้านงอกทั้ง 16 ชนิดพบว่า สารสกัดจากผักคะน้าใต้หวันมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ครึ่งหนึ่ง เท่ากับ 3.40 µg/mL และสารสกัดจากผักคะน้าฮ่องกงมีปริมาณโพลิฟีนอลิกรวมมากที่สุด เท่ากับ 857.14 mg GEA/100gDW โดยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสอดคล้องกับปริมาณโพลีฟีนอลิกรวม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า พบว่าปริมาณโพลิฟีนอลิกรวมของสารสกัดผักงอกจะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการงอก รวมถึงชนิดของผัก เมื่อทำการเปรียบเทียบกับสารสกัดจากเมล็ด (สิริพร ลาวัลย์, 2546; Zincă, G. and Vizireanu, C., 2013)

อภิปรายผล

การเพาะปลูกผักพื้นบ้านงอกในช่วงระยะเวลา 7 วันในผักทั้ง 16 ชนิดพบให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่ดีโดยเฉพาะ สารสกัดจากคะน้าใต้หวัน พบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าสารมาตรฐาน trolox (IC_{50}; 5.34 µg/mL) และมีปริมาณโพลีฟีนอลิกที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดผักพื้นบ้านชนิดอื่นๆ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากงานวิจัยดังกล่าวเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการต่อยอดและเพื่อเพิ่มมูลค่าของสารสกัดจากผักพื้นบ้านงอกในการพัฒนาสารสกัดมาเป็นองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ทางเวชสำอาง หรืออาหารเสริมต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

สำหรับการทดสอบฤทธิ์ด้วยวิธี DPPH ยังเป็นวิธีการพื้นฐานทำให้งานศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถระบุถึงชนิดหรือองค์ประกอบของสารสกัด จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมด้วยเทคนิคทางเคมีวิเคราะห์ที่เหมาะสม เช่น HPLC หรือ GC-MS เป็นต้น หลังจากที่มีการตรวจสอบเบื้องต้นในผักพื้นบ้านแต่ละชนิด สำหรับงานต่อไปคือการศึกษาผลของระยะเวลาที่มีต่อปริมาณโพลิฟีนอลรวมตลอดจนฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ช่วงเป็นเมล็ดจนกระทั่งเปลี่ยนเป็นต้นงอก ช่วงระยะเวลา 0-7 วัน ตลอดจนคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความชื้น ปริมาณเถ้า เส้นใย โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2550). ผักพื้นบ้าน,[Online]. ได้จาก http://singburi.doae.go.th/acri [วันที่สืบค้น 5 ตุลาคม 2558].

กัญจนา ดีวิเศษ และคณะ. (2548).ผักพื้นบ้านภาคเหนือ. พิมพ์ครั้งที่ 2, ศูนย์พัฒนาตำราการแพทย์แผนไทย, นนทบุรี.

กระยาทิพย์ เรือนใจ. (2537). มหัศจรรย์พืชสวนครัว. กรุงเทพฯ : ประดิพัทธ์.

เกริก ท่ามกลาง. (2547). เทคนิคการปลูกผักสวนครัว. กรุงเทพฯ : สถาพรบุ๊คส์.

เจนริรา จิรัมย์ และประสงค์ สีหานาม. (2544). อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ. แหล่งที่มาและกลไกการเกิดปฏิกิริยา, ว.วิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ 1(1): 59-70.

ชัยฤกษ์ สงวนทรัพยากร. (2529). Soilless Culture (การปลูกพืชในน้ำยา). วารสารพืชสวน 20 (3) : 10-14.

ชุติกาญจน์ ศักดิ์สิงห์. (2551). การศึกษาสมบัติต้านอนุมูลอิสระในผักพื้นบ้าน. ขอนแก่น : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ดนุ เกษรศิริ และคณะ. (2551). การใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากพืชธรรมชาติป้องกันอาการบาดเจ็บและภาวะเครียดออกซิเดชันในผู้ป่วยบีต้า-ธาลัสซีเมียฮีโมโกลบินอี. ภาควิชาเคมี. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุหรันพันธุ์สวรรค์. (2552). การศึกษาฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระในผักช้าเลือด.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก, 101น.

บังอร วงศ์รักษ์ และคณะ. (2550). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้าน. กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

บุหรัน พันธุ์สวรรค. (2556). อนุมูลอิสระสารต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 21, 3277-3279.

ปวิชนันท์ รักษ์สัจ. (2546). การสกัดสารแอนติออกซิแดนท์จากเปลือกถั่วเขียว. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เมฆ จันทร์ประยูร. (2541). ผักพื้นบ้าน. กรุงเทพฯ : ไททรรศน์. ผักกาดกวางตุ้ง (ผักพื้นบ้าน). ผักพื้นบ้าน.สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2558. จาก http://www.agric-prod.mju.ac.th.

ผักพื้นบ้าน อาหารไทย (2548). กรุงเทพฯ: แสงแดด.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มะลิวรรณ อมตธงไชย และคณะ. (2552). การพัฒนาเทคนิควิเคราะห์แอมเพอร์โรเมทรีแบบใหม่สำหรับวิเคราะห์และประเมินหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างพืชสมุนไพรไทย.ภาควิชาวิทยาศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ระวิวรรณ แก้วอมตวงศ์ และคณะ. (2549). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณสารฟีนอลรวมของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด. วารสารวิชาการ ม.อบ 8; 80-86.

รุ่งโรจน์เหน่คำ.(2551).สมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ ที่สกัดจากผักกระถิน ผักแส้ว และผักคาวตอง. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลลิตา ธีระสิริ. (2543). ผักพื้นบ้านต้านโรคคุณค่าจากธรรมชาติของผักไทย. กรุงเทพฯ : รวมทรรศน์.

วรัญญา ชาปัญญา และคณะ. (2556). ผลของระยะเวลาในการเพาะงาดำงอกต่อฤทธิ์ในการต้าน อนุมูลอิสระและปริมาณโพลิฟีนอลรวม. มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

เมฆ จันทน์ประยูร. (2548). ธรรมชาติบำบัดป้องกันรักษาโรคหัวใจ. เอกสารประกอบการสัมมนาภูมิปัญญาพื้นบ้านภาคใต้ หมอและยาสมุนไพร ครั้งที่ 6. ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

สุกานดา เดชวิชิตชัย. (2556). ผักกาดขาว สรรพคุณและประโยชน์ของผักกาดขาว.[Online].ได้จาก http://www.the dane.com [วันที่สืบค้น 17 พฤศจิกายน 2558].

หยาดฝน ทะนงการกิจ. (2554). การผลิตใยอาหารผงที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสารกลุ่มกลูโคซิโนเลตและซัลโฟราเฟนจากกาบใบนอกของกะหล่ำปลี. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อัญชนา เจนวิถีสุข. (2544). การตรวจหาและบ่งชี้ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระจากผักพื้นบ้านและสมุนไพรไทย.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ . มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สิริพร ลาวัลย์ (2546). ปริมาณวิตามินซีในถั่วงอก. วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคามปีที่ 22; 19-26.

สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ และคณะ. (2532). ผักบ้านเราสวนผัก. กรุงเทพฯ : สยามคอมกราฟฟิก.

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

Bast, A., Haeren, G. and Doelmen, C. (1991)."Oxidants and antioxidants: state of art". American Journal of Medicine 91: 2-13.

Chattopadhyay, K. and Chattopadhyay, B. D. (2008)." Effect of nicotine on lipid profile, peroxidation & antioxidant enzymes in female rats with restricted dietary protein". Journal of research and education in indian medicine. 127: 571-576.

Denisov, (2005).Antioxidant activity andtotal phenolic content of Iranian Ocimumaccessions, Food Chem. 83: 547-550.

Frankel, E. N. et al (1998). "Commercial grape juices inhibit the in vitro oxidation of human low-density lipoproteins". Journal of the American Oil Chemists' Society 46: 834-838.

Gornish and Garbary.(2010). Antioxidant activities of extract and fractionsfrom the hypocotyls of the mangrove plantKandeliacandel. International Journal of Molecular Sciences. 11: 4080-4093.

Gressier, B., Lebegue, S. and Brunet, C. (1994)."Proxidant properties of methotrexate evaluation and prevention by an antioxidant drug".Archiv der Pharmazie-Chemistry in Life Science. 49: 679-681.

Halliwell, B. et al. (1995). "The characterization of antioxidants".Food and Chemical Toxicology 33: 601-617.

Halliwell, B. (2009)"The wanderings of a free radical". Free Radical Biology and Medicine. 46: 531-542.

Lai, A. K. et al. (2007). "Colour in relation to total antioxidant capacity of beers assessed using the FRAP assay". Alcohol and Alcoholism. 42: 55-57.

Nakabeppu, Y. et al. (2006). "Mutagenesis and carcinogenesis caused by the oxidation of nucleic acids". Journal of Biological Chemistry. 387: 373-382.

Puerta, T. (1999)."Inhibition of leukocytes lipoxygenase by phenolics from virgin olive oil".Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 57: 445-449.

Tarzi, B.G. et al. (2012). "The effect of germination on phenolic content and antioxidant activity of Chickpe" Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 11(4): 1137–1143.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Valacchi, G. et al. (2004). "In vivo ozone exposure induces antioxidant stress-related responses in murine lung and skin". Free Radical Biology and Medicine. 36: 673-681.

Sies, H., Stahl, W. and Sundquist, A. (1992). "Antioxidant functions of vitamins, vitamin E and C, beta-carotene and other carotenoids". Annals of the New York Academy of sciences. 368: 7-19.

Singleton, V.L., Orthofer, R. & Lamuela-Raventos, R.M. (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology. 299, 152-178.

Ursini, F., Maiorino, M., Morazzoni, P., Roveri, A. & Pifferi, G. (1994) A novel antioxidant flavonoid (IdB) affecting molecular mechanisms of cellular activation.

. Free Radical Biology and Medicine. 16, 547-553.

Yang, J.H. et al. (2000). "Antioxidant and related compounds.BaosciBiotechnol". Journal of Biochemistry & Cell Biology. 61: 1646-1649.

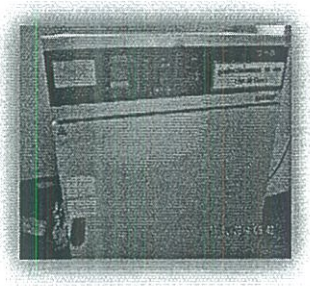
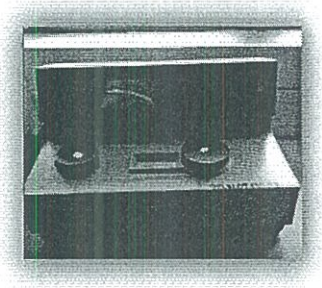
Zinca, G. and Vizireanu, C. (2013). "Impact of germination on phenolic compounds content and antioxidant activity of alfalfa seeds (*Medicago sativa* L.)" Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. 19(1): 105-110.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

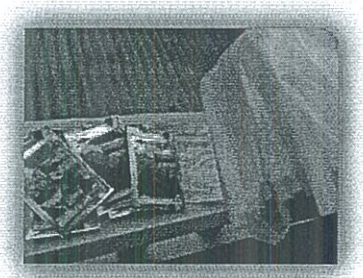
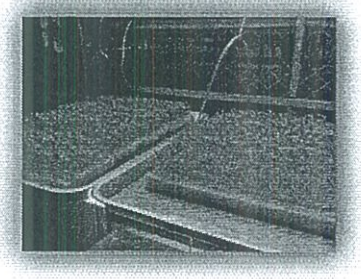
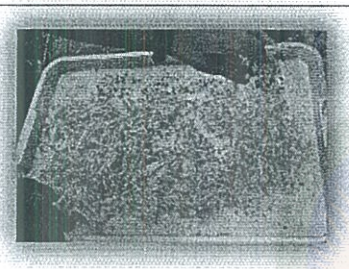
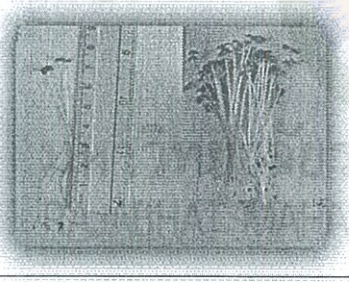
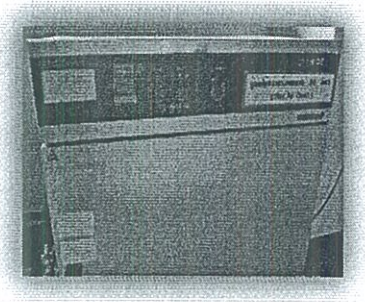
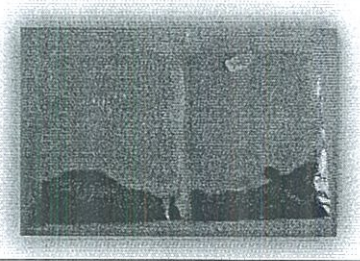
	ภาพที่ ก – 1 ตู้อบลมร้อน
	ภาพที่ ก – 2 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
	ภาพที่ ก – 3 เครื่องเขย่า
	ภาพที่ ก – 4 เครื่องปั่น
	ภาพที่ ก – 5 เครื่อง Rotary Vacuum Evapolator
	ภาพที่ ก – 6 เครื่องสเปกโทรนิกซ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

วัตถุดิบและขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

	**ภาพที่** ข – 1 เมล็ดผักตัวอย่างและฟองน้ำวางบน
	**ภาพที่** ข – 2 ปลูกในฟองน้ำวางบนถาดสแตนเลส ขนาด 19 นิ้ว
	**ภาพที่** ข – 3 เก็บตัวอย่าง
	**ภาพที่** ข – 4 สุ่มตัวอย่างและวัดสัดส่วนต้นงอก
	**ภาพที่** ข – 5 นำไปอบและปั่น
	**ภาพที่** ข – 6 เก็บใส่ถุงซิปแล้วเก็บที่อุณหภูมิ - 20 องศา

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวขวัญยืน เลี่ยมสำโรง

ตำแหน่ง อาจารย์

หน่วยงานที่สังกัด สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ประวัติการศึกษา

- ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 2552
- ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 2548

ผลงานวิชาการ

- **Kwanyuen Leamsamrong,** Piyanete Chantiratikul, Prapairat Seephonkai, Sujint Anguravirut, Benjamart Chitsomboon, Paksiri Sinchaikit and Maitree Suttajit, 2006. Antioxidant and antihemolytic activities of polyphenolic compounds extracted from tammarin seed pericarp, The First Conference on the Natural Products for Health and Beauty. Maha Sarakham, Thailand

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- **Kwanyuen Leumsamrong,** Piyanete Chantiratikul, Maitree Suttajit, 2007. Flow injection spectrophotometric determination for quantitative determination of total polyphenols contents in fruit juices, Colloquium Spectroscopicum Internationale XXXV, September 23-27, Xiamen, China

- **Kwanyuen Leumsamrong** and Piyanete Chantiratikul. 2007. Flow injection analysis method for determination of total phenolic compound by using Folin-ciocalteu reagent, International sysmposium on flow-based analysis VII, December 16-18, Chiang Mai Thailand

- **Kwanyuen Leumsamrong,** Piyanete Chantiratikul, Maitree Suttajit, 2009. Injection analysis system for the determination of total phenolic compounds by using Folin-ciocalteu assay, Asian Journal of Applied Science, 184-190

- Piyanete Chantiratikul and **Kwanyuen Leamsamrong,** 2012 Flow Injection Spectrophoto-metric System for Determination of Flavonoids in Tea Using Modified Dowd Assay, Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 1322-1328

- **Kwanyuen Leumsamrong** and Piyanete Chantiratikul. 2012. Development of flow injection analysis for the determination of flavonoid contents in tea, The 4th Science Research Conference, March 12-13, Payao Thailand

-**Kwanyuen Leumsamrong**, Walaiporn Tongjaroenbuangam and Piyanete Chantiratikul. 2015. Acute toxicity study of enriched selenium (*Brassica oleracea* var.*albogabra* L.) seedling in Wistar rat, The 7th Northeast Pharmacy Research Conference of 2015, Isan Journal of Pharmaceutical Sciences, 7-8 March, Khonkaen Thailand

- **Kwanyuen Leamsamrong**, Sorasak Pirun, Nuttapol Chanpirom, Leangjai Nontasee and Butsayamas Rattanadon. 2015 Antioxidant activities and total polyphenolic contents in local vegetable sprouts. The 41st Congress on Science and Technology of Thailand, 6-8 November, Nakornratchasima Thailand

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวบุษยมาส รัตนดอน

ตำแหน่ง อาจารย์

หน่วยงานที่สังกัด สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ที่อยู่ปัจจุบัน 73/200 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

ประวัติการศึกษา

- ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาเภสัชเคมีและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2551

- ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีวเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2548

ผลงานวิชาการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- **Rattanadon, B.** Porasuphatana, S. Khunkitti, W. Aromdee, C. Antioxidant activities of *Mimusops elengi*'s flowers. *The 1st Sino-Thai Conference on Traditional Medicine and Natural Health product (STCTMNHP).* 2006; 81-88.
- Aromdee **C, Rattanandon B.** Quality of Dried *Mimusops Elengi* L. Flower. *Herbal Conference-2009*, Bangalore : Feb 26-28, 2009
- Chantana Aromdee and **Butsayamat Rattanadon.** Quantitative analysis of some volatile components in Mimusops elengi L. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 31 (3), 285-288, May - Jun. 2009
- Chantana Aromdee, **Butsayamat Rattanadon.** Determination of p-hydroxybenzaldehyde in the flower of *Mimusop elengi* Linn. *Phama Indochina VI*, December 15-18, 2009
- Aromdee C, **Rattanadon B,** Khunkitti W. Volatile compositions of fresh and dried pikul flowers and antimicrobial activity of the dried flowers. *Pure and*

Applied Chemistry International Conference (PACCON2010). January 21-23, 2010

- ศรินทร์ ทองธรรมชาติ, บุษยมาส รัตนดอน, พงษ์พัฒน์ ไชยปัญหา, ศศิวิมล สีเขียว, ศุภดา สว่างโคตร, อานนท์ โกมลพันธ์, ธนนชาติ อิ่มสมบัติ. การเตรียมและการหาลักษณะเฉพาะวัสดุค้ำจุนผสมของไคโตซาน/อะกาโรสสำหรับประยุกต์ใช้ในด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อ. การประชุมวิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ 4, 29-30 มกราคม 2558

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY