รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในข้าวดอกข่างอก
The Study of Total Phenolic Compounds of Germinated Dokkha Rice

รัตนาภรณ์ คชเถื่อน[1] จุฑาวรรณ เขตกัน[1] เย็นจิตร์ มั่นคงพิพัฒน์[1] ธิดารัตน์ พรหมมา[2]
Rattanaporn Kotchatuan[1] Chutawan Keatkan[1] Yenjit Mankhongphiphat[1] Thidarat Promma[2]

[1]นักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
[2]อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทำวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมจาก ข้าวดอกข่างอกในตัวทำละลาย 95% Ethanol และ 95% Methanol ด้วยวิธี Folin Ciocalteu Method โดยได้ทำการทดลองแช่ข้าวดอกข่าในน้ำกลั่นเป็นเวลา 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 และ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาตรวจหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม เพื่อพิจารณาระยะเวลาในการแช่ที่เหมาะสม ซึ่งพบว่าสารสกัด ข้าวดอกข่าในตัวทำละลาย 95% Ethanol และ 95% Methanol ที่แช่น้ำกลั่น 2 ชั่วโมง มีปริมาณค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดคือ 0.246 mg GAE/ml และ 0.219 mg GAE/ml ตามลำดับ แล้วจึงนำ ข้าวดอกข่าแช่น้ำกลั่น 2 ชั่วโมง ไปเพาะงอกที่ระยะเวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 วัน จากนั้นบดให้ละเอียดแช่ในตัวทำละลาย 95% Ethanol และ 95% Methanol เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำไปกรองเพื่อให้ได้สารสกัดจากนั้นนำไปตรวจหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin Ciocalteu Method โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร พบว่าสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอกวันที่ 12 ในตัวทำละลาย 95% Ethanol มีค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุดเท่ากับ 0.087 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/มิลลิลิตร และสารสกัด ข้าวดอกข่าเพาะงอกวันที่ 11 มีค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุดเท่ากับ 0.088 มิลลิกรัม กรดแกลลิก/มิลลิลิตร เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเป็นตัวทำละลายของ 95% Ethanol และ 95% Methanol พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 และเมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมในวันที่เพาะงอกวันเดียวกัน 95% Methanol สามารถสกัดสารประกอบฟีนอลิกรวมได้มากกว่า 95% Ethanol

คำสำคัญ: ข้าวดอกข่างอก / สารประกอบฟีนอลิกรวม / วิธี Folin Ciocalteu

Abstract

The aims of this study were to evaluate total phenolic compounds and compare the extraction of germinated Dokkha rice using two different solvents: 95% ethanol and 95% methanol. Folin Ciocalteu Method was used to detect total phenolic compounds. The experiment was performed by immersing Dokkha rice for 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 and 24 hours respectively. This experiment shown 2 hours is the optimal condition that total phenolic compounds approximately about 0.246 mg GAE/ml and 0.219 mg GAE/ml in the extraction of 95% ethanol and 95% methanol respectively. Then we planted the seed for 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 and 12 days consequently. The germinated seed were grinded and extracted by 95% ethanol and 95% methanol for 24 hours. The extraction were filled and investigated total phenolic compounds by Folin Ciocalteu Method then measured the absorbance at 765 nm. The results shown that the extraction of 95% ethanol in the 12 days was the highest concentration of total phenolic compounds (0.087 mg

GAE/ml). Furthermore, the study indicated that the extraction of 95% methanol in the 11 days was the highest concentration of total phenolic compounds (0.088 mg GAE/ml). Nevertheless, it was found that there was no significant difference with significance level of .05. When we compared the concentration of total phenolic compounds on the same germination day it indicated that the phenolic compounds was extracted by 95% methanol more than 95% ethanol.

Keyword: Germinated Dokkha Rice / Total Phenolic Compounds / Folin Ciocalteu Method

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันคนส่วนใหญ่ต้องเผชิญกับปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคอาหารและพบเจอกับสภาพแวดล้อมที่มีแต่มลพิษ ที่ก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมา ซึ่งทำให้เกิดภาวะความไม่สมดุลของร่างกายระหว่างการเกิดและการป้องกันอนุมูลอิสระ ทำให้มีอนุมูลอิสระเกิดขึ้นภายในเซลล์ร่างกายมากเกินสมดุล จึงทำให้เกิดกระบวนการที่เรียกว่า ออกซิเดชัน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ร่างกายเราใช้ออกซิเจนเข้าไปเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงาน เพื่อให้เซลล์ต่างๆ ได้นำพลังงานนั้นไปใช้ในกระบวนการนี้จะก่อให้เกิดอนุมูลอิสระ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลต่างๆ ในร่างกาย และก่อความเสียหายให้กับเนื้อเยื่อและเอนไซม์ในร่างกาย นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น เช่น มลภาวะต่างๆ สารเคมี ยาฆ่าแมลง อาหารขยะ และความเครียดต่างๆ ก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระในร่างกายได้เช่นเดียวกัน (รัชนี คงคาฉุยฉาย และคณะ, 2551)

การขจัดอนุมูลอิสระให้ลดลงสามารถควบคุมได้ด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นสารที่ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดกระบวนการออกซิเดชันที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระส่วนใหญ่พบได้ในพืชผัก ผลไม้และข้าวที่มีสารประกอบประเภทฟีนอลิก (Phenolic compounds) เป็นองค์ประกอบ (รัชนี คงคาฉุยฉาย และคณะ, 2551)

สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) เป็นสารที่พบตามธรรมชาติในพืชหลายชนิด เช่น ผัก ผลไม้ เครื่องเทศ สมุนไพร ถั่วเมล็ดแห้ง เมล็ดธัญพืช ซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโต สารประกอบ ฟีนอลิกมีโภชนเภสัชและสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ คือ มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) สามารถละลายได้ในน้ำ มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ สามารถป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอลิก จะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ โดยใช้ตัวเองเป็นตัวรับอนุมูลอิสระ (free radical) ทำให้ยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ที่มี อนุมูลอิสระเป็นสาเหตุ แต่สารต้านอนุมูลอิสระจะถูกทำลายไปด้วย นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกยังช่วยในการถนอมอาหาร โดยใช้เป็นสารกันหืน ป้องกันปฏิกิริยาการออกซิเดชันของไขมัน (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, ม.ป.ป.) ปัจจุบันข้าวพันธุ์พื้นเมืองกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในแง่ของการนำมาใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เภสัชกรรม เครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมการแปรรูป โดยเฉพาะข้าวดอกข่า ที่เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองคุณภาพดี มีชื่อเสียงของจังหวัดพังงา เนื่องจากเป็นข้าวที่มีประโยชน์สูงและเป็นที่นิยมของผู้คน ซึ่งมีลักษณะเด่น คือ มีความต้านทานต่อโรค มีเมล็ดยาว สีของเมล็ดข้าวสารมีสีน้ำตาลแดงอมม่วง เมื่อสุกจะมีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นใบเตย รสชาติอร่อย ข้าวไม่แข็ง หุงขึ้นหม้อ ดังนั้นข้าวดอกข่าจึงได้รับการพัฒนาให้อยู่ในรูปของข้าวดอกข่างอกที่มีคุณค่าทางโภชนาการและมีประโยชน์ในเชิงการแพทย์ (สามารถ สยมภาค, 2559)

การเพาะข้าวดอกข่างอก เป็นการนำเอาเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ไปเพาะโดยใช้น้ำและอากาศเป็นตัวกลางในการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ ส่งผลให้เมล็ดเกิดการเจริญเติบโต เพื่อที่จะกลายมาเป็นต้นกล้าต่อไป แต่การเพาะงอกเพื่อการบริโภคนั้นเป็นการเพาะที่เน้นกระทั่งเห็นต้นอ่อนของพืชเริ่มงอกเท่านั้นก่อนจะนำมารับประทาน ทั้งนี้ก็เพื่อเพิ่มความหลากหลายและปรับปรุงคุณภาพของอาหาร เช่น สี กลิ่น รสชาติ เป็นต้น จึงถือได้ว่าการบริโภคพืชงอกนั้นจะให้สารอาหารในปริมาณสูงกว่าพืชทั่วๆ ไป คือ ให้เอนไซม์สูง และให้โปรตีนรวมถึงกากใยที่อยู่ในเมล็ดธัญพืชจะสูงส่งผลให้การโภชนาการเพิ่มขึ้น เช่น การเพาะถั่วงอกซึ่งถือได้ว่าเป็นอาหารที่มีประโยชน์ ย่อยง่าย มีเส้นใยสูง

มีสารอาหารมากมายทั้งกรดอะมิโน คาร์โบไฮเดรต กลูโคส กรดไขมัน ที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้อย่างง่ายดาย นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันและยับยั้งโรคภัยไข้เจ็บได้อีกด้วย (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าสารประกอบฟีนอลิกและข้าวดอกข่างอกมีคุณประโยชน์ที่ดีต่อร่างกาย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในข้าวดอกข่างอก เพราะสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบทางการเกษตรของไทยให้เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีประโยชน์ในเชิงการแพทย์ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในข้าวดอกข่างอก
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในข้าวดอกข่างอกที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 95% Ethanol และ 95% Methanol

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในข้าวดอกข่างอก ด้วยตัวทำละลาย 95% Ethanol และ 95% Methanol ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้น ดังนี้

สารเคมีและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

Folin Ciocalteu Regent (LOBA), Gallic acid (Merck), Ethanol AR grade (Lab-scan), Methanol AR grade (Lab-scan) และเครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (GENESYS 10S UV-Visible Spectrophotometer)

การเตรียมสารสกัดตัวอย่าง

การเตรียมข้าวดอกข่างอก โดยนำเมล็ดข้าวเปลือกข้าวดอกข่ามาทำความสะอาดแล้วนำไปแช่ในน้ำกลั่น 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และนำขึ้นจากน้ำ โดยนำมาเพาะงอกในเวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 วัน จากนั้นนำข้าวดอกข่าที่งอกแล้วมากะเทาะเปลือกข้าวออกและนำไปบดละเอียดด้วยโกร่งบดสาร

วิธีการสกัด

นำข้าวดอกข่างอกที่ผ่านกระบวนการบดละเอียดมาชั่ง จำนวน 12 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 กรัม แล้วแช่ในตัวทำละลาย 95% Ethanol ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็น เวลา 24 ชั่วโมง และทำตามขั้นตอนดังกล่าว โดยเปลี่ยนตัวทำละลายจาก 95% Ethanol เป็น 95% Methanol เมื่อแช่ตัวทำละลายครบระยะเวลาที่กำหนดไว้ จึงนำสารตัวอย่างทั้ง 12 ตัวอย่าง ไปกรองผ่านผ้าขาวบาง จำนวน 1 ครั้ง ให้ได้สารตัวอย่างที่ใส นำสารตัวอย่างที่กรองแล้ว ปิเปตต์ใส่หลอดปั่นเหวี่ยง ปริมาตร 12 มิลลิลิตร เพื่อนำไปแยกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง โดยใช้ระยะเวลาในการปั่นเหวี่ยง 3000 rpm/5 นาที จากนั้นนำสารตัวอย่างที่ปั่นเหวี่ยงเรียบร้อยแล้วกรองผ่านกระดาษกรองขนาดเบอร์ 1 จำนวน 1 ครั้ง ให้ได้สารตัวอย่างที่ใสและไม่มีตะกอนเหลืออยู่แล้วเก็บใส่ภาชนะที่แห้งสนิทและป้องกันแสงได้ สำหรับทำการทดลองต่อไป

การตรวจหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (TOTAL PHENOLIC COMPOUNDS) ของสารสกัดตัวอย่าง โดยวิธี FOLIN CIOCALTEU METHOD

สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compounds) ทำปฏิกิริยากับ Folin Ciocalteu Reagent ซึ่งประกอบด้วย phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents สารดังกล่าวจะถูกรีดิวซ์โดย phenolic hydroxyl groups ของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเกิดเป็น tungsten และ molybdenum blue ซึ่งให้สีน้ำเงินและดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร (Slinkard & Singleton, 1977) โดยปิเปตต์สารสกัดตัวอย่าง ที่สกัดด้วย 95% Ethanol 0.3 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วขนาดเล็ก จากนั้นปิเปตต์สารละลาย 10% Folin Ciocalteu

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat Univercity National Conference

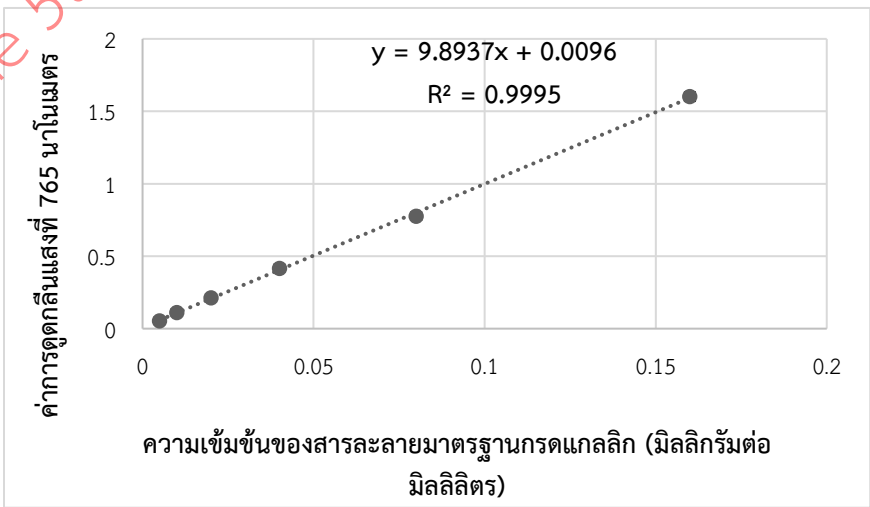
Reagent ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วที่มีสารตัวอย่าง นำไปเขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 8 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นปิเปตต์สารละลาย Na_2CO_3 (7.5% w/v) ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตรใส่ในขวดแก้วที่มีสารตัวอย่าง นำไปเขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร และนำสารละลาย 95% Ethanol 0.3 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย 10% Folin Ciocalteu Reagent 1.5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วที่ไม่มีสารตัวอย่าง เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 8 นาที จากนั้นปิเปตต์สารละลาย Na_2CO_3 (7.5% w/v) ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้องแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร เพื่อเป็นค่า Blank ของการทดลอง จากนั้นทำตามขั้นตอนข้างต้น โดยเปลี่ยน ตัวทำละลายจาก 95% Ethanol เป็น 95% Methanol

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (TOTAL PHENOLIC COMPOUNDS) ของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (GALLIC ACID) โดยวิธี FOLIN CIOCALTEU METHOD

ปิเปตต์สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ความเข้มข้นละ 0.3 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้ว จากนั้นปิเปตต์สารละลาย 10% Folin Ciocalteu reagent ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ในขวดแก้วที่มีสารละลายมาตรฐาน กรดแกลลิก นำไปเขย่าให้เข้ากัน แล้วทิ้งไว้ 8 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นปิเปตต์สารละลาย Na_2CO_3 (7.5% w/v) ใส่ในขวดแก้วที่มีสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก โดยปิเปตต์ตัวอย่างละ 1.2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ที่วัดได้แต่ละความเข้มข้นมาพลอตเป็นกราฟความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก และคำนวณตามสมการเส้นตรง จากนั้นนำผลที่ได้จากการทดสอบสารสกัดตัวอย่างไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นสารประกอบ ฟีนอลิกรวมในสารสกัดตัวอย่าง รายงานผลเป็นมิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตรของสารสกัดตัวอย่าง (mg GAE/ml ; GAE = Gallic acid equivalent) (Lim et al, 2007)

สรุปผลการวิจัย

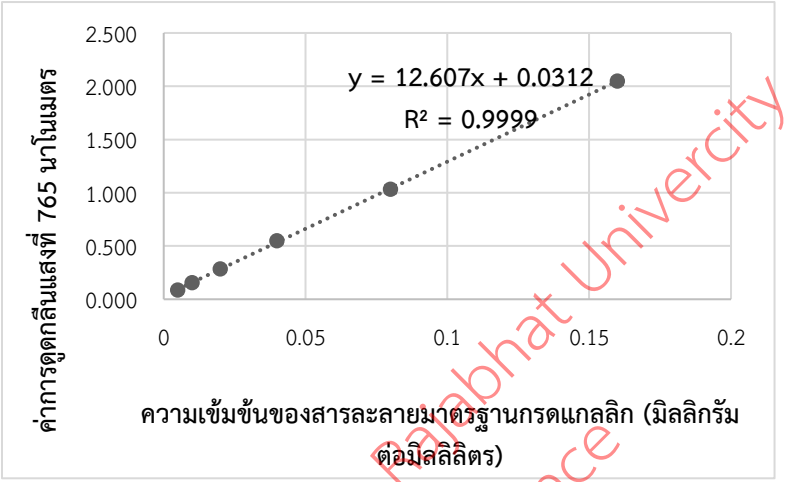
การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในข้าวดอกข่างอก ด้วยวิธี Folin Ciocalteu Method เริ่มจากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมจากสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก โดยมีผลการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ด้วยตัวทำละลาย 95% Ethanol

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference

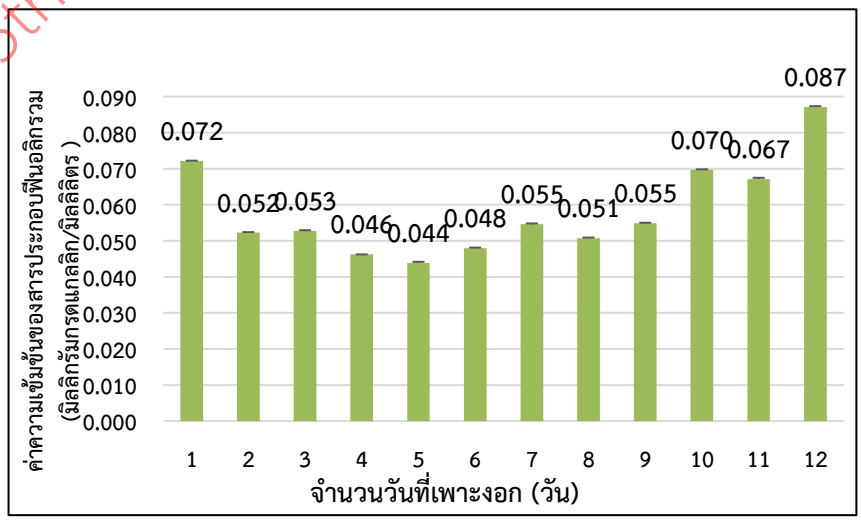
จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร กับความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ในตัวทำละลาย 95% Ethanol ได้สมการของเส้นตรง คือ y = 9.8937x + 0.0096 ดังภาพภาพที่ 1



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร กับความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ด้วยตัวทำละลาย 95% Methanol

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร กับความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก ด้วยตัวทำละลาย 95% Methanol ได้สมการของเส้นตรง คือ y = 12.607x + 0.0312 โดยแทนค่า y เท่ากับ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง และมีค่า R^2 = 0.9999 ดังภาพที่ 2

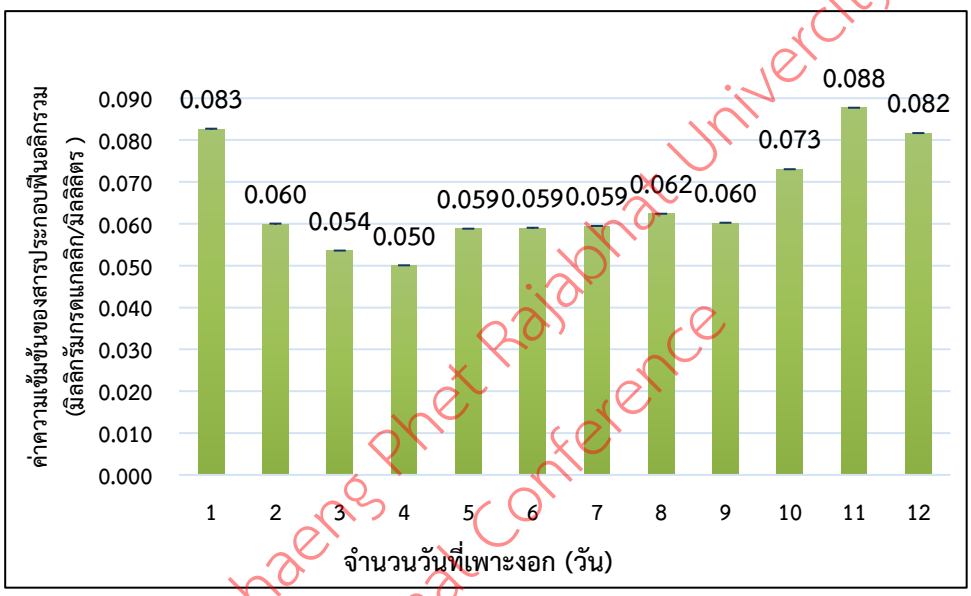
ผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยวิธี Folin Ciocalteu Method ของสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอก ด้วยตัวทำละลาย 95% Ethanol และ 95% Methanol



ภาพที่ 3 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอกรายวันกับจำนวนวันที่เพาะงอก ด้วยตัวทำละลาย 95% Ethanol

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat Univercity National Conference

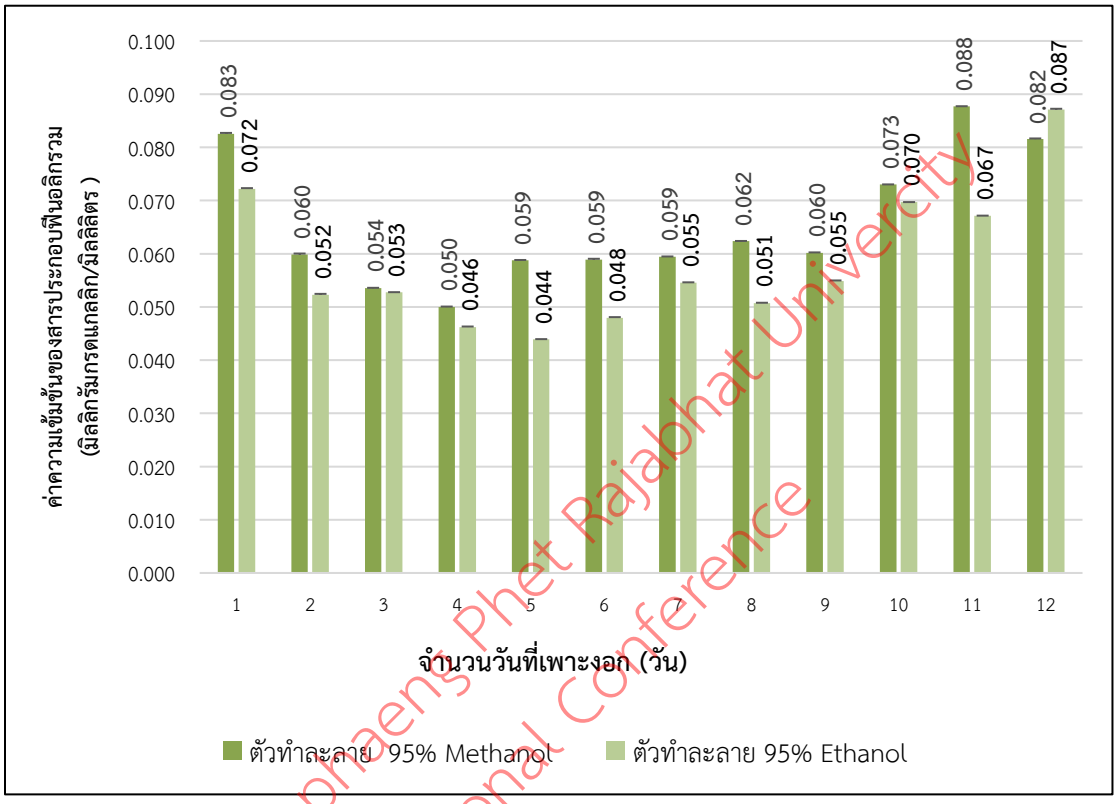
จากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอกรายวัน ด้วยตัวทำละลาย 95% Ethanol พบว่า สารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอก 12 วัน มีค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดเท่ากับ 0.087 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/มิลลิลิตร และรองลงมาคือ สารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอก 1, 10, 11, 7, 9, 3, 2, 8, 6, 4 และ 5 วัน มีค่าความเข้มข้นของสารประกอบ ฟีนอลิกรวมเท่ากับ 0.072, 0.070, 0.067, 0.055, 0.055, 0.053, 0.052, 0.051, 0.048, 0.046 และ 0.044 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/มิลลิลิตร ตามลำดับ



ภาพที่ 4 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอกรายวันกับจำนวนวันที่เพาะงอก ด้วยตัวทำละลาย 95% Methanol

จากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอกรายวัน ด้วยตัวทำละลาย 95% Methanol พบว่า สารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอก 11 วัน มีค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดเท่ากับ 0.088 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/มิลลิลิตร และรองลงมาคือ สารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอก 1, 12, 10, 8, 2, 9, 5, 6, 7, 3 และ 4 วัน มีค่าความเข้มข้นของสารประกอบ ฟีนอลิกรวมเท่ากับ 0.083, 0.082, 0.073, 0.062, 0.060, 0.060, 0.059, 0.059, 0.059, 0.054 และ 0.050 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/มิลลิลิตร ตามลำดับ

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat Univercity National Conference



ภาพที่ 5 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอกรายวันกับจำนวนวันที่เพาะงอกด้วยตัวทำละลาย 95% Methanol และ 95% Ethanol

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอกรายวันกับจำนวนวันที่เพาะงอก ด้วยตัวทำละลาย 95% Methanol และ 95% Ethanol พบว่า ค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอกของตัวทำละลาย 95% Methanol และ 95% Ethanol มีแนวโน้มค่าความความเข้มข้นค่อนข้างใกล้เคียงกันในแต่ละวัน โดยในตัวทำละลาย 95% Methanol จะมีมากกว่า ตัวทำละลาย 95% Ethanol และจากแผนภูมิเปรียบเทียบในวันที่ 1 ค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมจะมีค่าความเข้มข้นสูงทั้ง 2 ตัวทำละลาย แต่มีแนวโน้มลดลงและเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 5 ของตัวทำละลาย 95% Methanol และในวันที่ 6 ของตัวทำละลาย 95% Ethanol โดยค่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้ง 2 ตัวทำละลายและเพิ่มสูงสุดวันที่ 11 ในตัวทำละลาย 95% Methanol ส่วนตัวทำละลาย 95% Ethanol ค่าความเข้มข้นจะเพิ่มสูงสุดในวันที่ 12

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอกรายวัน ด้วยตัวทำละลาย 95% Ethanol พบว่า ในวันที่ 12 มีค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุดเท่ากับ 0.087 มิลลิกรัม กรดแกลลิก/มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากกว่าสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอก 1 วัน ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.072 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/มิลลิลิตร และสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอก 5 วัน ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.044 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/มิลลิลิตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอกรายวัน ด้วยตัวทำละลาย 95% Methanol พบว่า ในวันที่ 11 มีค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุดเท่ากับ 0.088 มิลลิกรัม กรดแกลลิก/มิลลิลิตร ซึ่งมี

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากกว่าสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอก 1 วัน ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.083 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/มิลลิลิตร และสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอก 4 วัน ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.050 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/มิลลิลิตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 และเมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกรวมในวันที่เพาะงอกวันเดียวกัน พบว่า 95% Methanol สามารถสกัดสารประกอบฟีนอลิกรวมได้มากกว่า 95% Ethanol

อภิปรายผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในข้าวดอกข่าเพาะงอกจะเห็นได้ว่า กระบวนการงอกจะเกิดจากเมล็ดข้าวได้รับปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิ ออกซิเจน ความชื้น ระยะเวลา และค่า pH ของน้ำ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลต่อการงอกของเมล็ดและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมีของเมล็ด (ศิริพร ตันจอ และคณะ, 2559) เมื่อเมล็ดมีการดูดน้ำ ทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนลงและทำให้โพรโทพลาสซึมในเซลล์ได้รับน้ำและเข้าสู่การสังเคราะห์เอนไซม์ (enzyme synthesis) เมล็ดข้าวจะเริ่มเกิดการงอกทำให้สารอาหารที่ถูกเก็บไว้ในเมล็ดข้าวถูกย่อยสลายไปตามกระบวนการทางชีวเคมี โดย hydrolytic enzyme จะย่อยสลายสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตที่สะสมไว้ในเอนโดสเปิร์มเปลี่ยนให้เป็นสารที่มีโครงสร้างเล็กลง เช่น ไขมันและน้ำมันจะถูกย่อยเป็นกรดไขมัน โปรตีนจะถูกย่อยเป็นสารประกอบที่มีไนโตรเจน เช่น เพปไทด์และกรดอะมิโน และกระบวนการงอกยังส่งผลให้ปริมาณสารสำคัญในข้าว เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบ ฟีนอลิกรวม วิตามินอี และแกมมาโอไรซานอล มีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งสาเหตุของการเพิ่มขึ้นเกิดจากกระบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ดในขณะที่ hydrolytic enzyme หลายชนิดถูกปลดปล่อยออกมาเพื่อย่อยสลายอาหารที่สะสมในเมล็ดจำพวกแป้งให้เป็นกลูโคสสำหรับใช้เป็นพลังงานเพื่อให้เมล็ดเจริญเติบโต (ภัสจนันท์ หิรัญ และคณะ, 2558) นอกจากนี้กระบวนการงอกยังทำให้วิตามินหลายชนิดเพิ่มปริมาณขึ้น ซึ่งภายหลังกระบวนการงอกทำให้พลังงานในเมล็ดลดลง ดังนั้นจึงทำให้เมล็ดที่ผ่านกระบวนการงอกมีอัตราส่วนระหว่างสารอาหารและพลังงานของวิตามินบางชนิดสูงกว่าเมล็ดปกติ (สกุลกานต์ สิมลา และคณะ, 2560) ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้เมล็ดที่ผ่านกระบวนการงอกมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านกระบวนการงอก และเมื่อเมล็ดเกิดกระบวนการงอกทำให้มีปริมาณสารอาหารเปลี่ยนแปลงไป โดยในข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วแดง ที่ผ่านกระบวนการงอก พบว่า ทำให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต วิตามินบี 1 กาบา สารประกอบฟีนอลิกรวม และกรดไฟทิก เพิ่มมากขึ้น ยกเว้นในข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วแดงจะมีปริมาณไขมัน โปรตีน และกรดไฟทิก ลดลง (อิงฟ้า คำแพง และคณะ, 2552) ทั้งนี้ข้าวกล้องที่ผ่านกระบวนการแช่เพื่อให้ได้เป็นข้าวกล้องงอก จะมีคุณค่าทางอาหารหรือปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เพิ่มขึ้น และข้าวกล้องที่ผ่านกระบวนการงอกจะมีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น แอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกรวม และกาบา สูงกว่าข้าวกล้องปกติ (ศรัณยพร มากทรัพย์, 2559) ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิกเกิดจากเอมไซม์กลูโคซิเดส ที่ถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการงอกของเมล็ดทำหน้าที่เป็นสารคะตะไลซ์ในการสร้างสารประกอบฟีนอลิก อีกทั้งสารประกอบ ฟีนอลิกมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จึงส่งผลให้ข้าวที่ผ่านการเพาะงอกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น (วรัมพร วงศ์สุดิน และคณะ, 2555) โดยข้าวกลุ่มที่มีสีดำ สีน้ำตาล และสีแดง จะมีปริมาณ ฟลาโวนอยด์และสารประกอบ ทฟีนอลิกในปริมาณที่มากกว่าข้าวขาวหรือข้าวที่ไม่มีสี เนื่องจากรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีในเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวเป็นสารในกลุ่มของฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิกที่เป็นองค์ประกอบ (นวลอนงค์ เสมสังข์ และคณะ, ม.ป.ป.) ดังนั้นกระบวนการงอกจึงส่งผลทำให้เมล็ดข้าวดอกข่าเกิดการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกรวมที่เพิ่มขึ้นภายในเมล็ด

เมื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดข้าวดอกข่าเพาะงอก จะเห็นได้ว่า 95% Methanol มีความเหมาะสมในการเป็นตัวทำละลายได้ดีกว่า 95% Ethanol ซึ่งสัมพันธ์กับสภาพขั้วของตัวทำละลาย คือ เมทานอลมีความเป็นขั้วสูงกว่าเอทานอล นอกจากนี้ตัวทำละลายเมทานอลยังมีคุณสมบัติในการ ทำละลายได้กว้างและสามารถสกัดสารที่มีขั้วได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่มีความเป็นขั้วและสามารถละลายได้

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference

ในตัวทำละลายที่มีสภาพขั้วใกล้เคียงกันแต่ส่วนใหญ่สารประกอบฟีนอลิกจะละลายได้ดีใน ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีสภาพขั้วสูงและละลายได้เล็กน้อยในน้ำ ซึ่งจะละลายได้ดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (ศิวาพร ศิวเวชช และณัฏฐินี ใจสะอาด, 2546) จึงทำให้สารประกอบฟีนอลิกละลายได้ดีในเมทานอล เช่นเดียวกับ Araba et al. (2011) ที่ทำการศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากข้าว 2 สายพันธุ์คือ Fajr และ Tarem ซึ่งตัวทำละลายที่ใช้คือ เมทานอล เอทานอล และเอทิลอะซิเตท พบว่า การใช้เมทานอลสกัดจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด รองลงมาคือ เอทานอล และเอทิลอะซิเตท ตามลำดับ รวมถึง Tan et al. (2013) ที่ศึกษาการใช้น้ำและเมทานอลในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากข้าวสายพันธุ์ temukut พบว่า การสกัดด้วยเมทานอลมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าการสกัดด้วยน้ำ และจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าชนิดของ ตัวทำละลายมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ดังนั้นตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดข้าวดอกข่างงอกคือ 95% Methanol

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

สามารถนำตัวทำละลายที่เหมาะสมที่ได้จากการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการสกัดสารกลุ่มฟีนอลิกรวมในงานอื่นๆได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญกลุ่มอื่นๆ ในข้าวดอกข่าเพาะงอก เช่น แอนโทไซยานิน กาบา เป็นต้น
2. ควรศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของข้าวดอกข่างงอกต่อระยะเวลาในการเพาะงอกที่นานขึ้น เพื่อให้เห็นแนวโน้มในการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารชัดเจนขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **Let's Sprout มาเพาะงอกกันเถอะ.** [Online]. Available: https://thaiwholefood.wordpress.com/2013/08/14/lets-sprout.htm [2559, พฤศจิกายน 21].

นวลอนงค์ เสมสังข์, ณกมล แก้วลังการ์, และวีรพงษ์ จันทะชัย. (ม.ป.ป.). **ปริมาณฟลาโวนอย์สารประกอบฟีนอลทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวไทย**. [Online]. Available: http://www.research.cmru.ac.th/research59/ris/download.php?download_file=article&no=545 [2559, พฤศจิกายน 23].

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (ม.ป.ป). **Phenolic compounds/สารประกอบฟีนอล.** [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2585/phenolic-compound [2559, ธันวาคม 19].

ภัสจนันท์ หิรัญ, อรพิน เกิดชูชื่น, และณัฏฐา เลาหกุลจิตต์. (2558). อิทธิพลของกระบวนการทางชีวภาพที่ส่งผลต่อการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 และข้าวฟ่างเฮกการี่. **วารสารวิจัย มสด สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 8**(2), 67-85

รัชนี คงคาฉุยฉาย, ริญ เจริญศิริ, อภิชาต วรรณวิจิตร, และศิริพัฒน์ เรืองพยัคฆ์. (2551). **สารต้านอนุมูลอิสระ. โครงการบูรณาการเทคโนโลยีชีวภาพในการสร้างพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มมูลค่าและคุณค่าสูง**, [Online]. Available: www.inmu.mahidol.ac.th/download.php?f=anti-oxidant-and-rice_Thai.pdf [2559, ธันวาคม 22].

วรัมพร วงศ์สุดิน, พัชราภรณ์ รัตนธรรม, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์, และอรพิน เกิดชูชื่น. (2555). การ

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference

เปลี่ยนแปลงปริมาณสารสำคัญในข้าวกล้องงอก. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 43**(2) (พิเศษ), 553-556.

สกุลกานต์ สิมลา, สุรศักดิ์ บุญแต่ง, และสรพงค์ เบญจศรี. (2560). ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดพืช เมล็ดพืชงอกและเมล็ดพืชงอกอบแห้ง. **แก่นเกษตร 45 ฉบับพิเศษ 1**.

สามารถ สยมภาค. (2559). **"ข้าวดอกข่า! ต้นกำเนิดข้าวไร่พังงา พาเกษตรกรฝ่าวิกฤตเศรษฐกิจ"**. [Online]. Available: http://www.manager.co.th/QOL/ViewNews.aspx?NewsID=9590000002449 [2559, พฤศจิกายน 9].

ศรัณยพร มากทรัพย์. (2559). ผลของความเค็มต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ของข้าวกล้องงอก. **สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยศิลปากร, 3**(6), 182-193

ศิริพร ตันจอ, วนิดา เทวารุทธิ์ ชิติสรรค์กุล, และเนตรนภิส วัฒนสุชาติ. (2559). ผลของการเพาะงอกต่อการดูดซึมธาตุเหล็กและความสามารถในการย่อยโปรตีนของถั่วเหลือง. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 24**(4).

ศิวาพร ศิวเวชช และณัฏฐินี ใจสะอาด. (2546). การสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกมันฝรั่ง. **รายงานสืบเนื่องการประชุมทางวิชาการระดับชาติของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร** (น. 12-19). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อิงฟ้า คำแพง อรพิน เกิดชูชื่น, และณัฏฐา เลาหกุลจิตต์. (2552). การเปลี่ยนแปลงสารอาหารของข้าวและธัญพืชในระหว่างการงอก. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40**(3)(พิเศษ), 341-344.

Araba F., Alemzadehb I., & Maghsoudi V. (2011). Determination of antioxidant component and activity of rice bran Extract. **Scientia Iranica, 18**(6), 1402– 1406.

Lim Y.Y., Lim T.T., & Tee J.J. (2007). **Folin–Ciocalteu reagent**. [Online]. Available: https://www.revolvy.com/main/index.php?s=Folin%E2%80%93Ciocalteu%20reagent [2016, December 22].

Slinkard, K., & Singleton, V.L. (1977). Total phenol analysis : automation and comparison with manual methods. **American journal of Enology and Viticulture. 28**, 49-55.

Tan, B. L., Norhaizan, M. E., Suhaniza, H. J., Lai, C. C., Norazalina, S., & Roselina, K. (2013). Antioxidant properties and antiproliferative effect of brewers' rice extract (temukut) on selected cancer cell lines. **International Food Research Journal, 20**(5), 2117-2124.

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference