

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วและเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่ง

โดย

นางสาวเสน่ห์ บัวสนิท	หัวหน้าโครงการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทศพร นามโฮง	คณะวิจัย
นางสาวสุภาพร พาเจริญ	คณะวิจัย
นางสาวจันทร์เพ็ญ บุตรใส	คณะวิจัย
นางสาววรรภา วงศ์แสงธรรม	คณะวิจัย

เดือนกุมภาพันธ์ ปี 2560

สัญญาเลขที่ RDG59A0002/16

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วและเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่ง

โดย

นางสาวเสน่ห์ บัวสนิท	หัวหน้าโครงการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทศพร นามโฮง	คณะวิจัย
นางสาวสุภาพร พาเจริญ	คณะวิจัย
นางสาวจันทร์เพ็ญ บุตรใส	คณะวิจัย
นางสาววรรภา วงศ์แสงธรรม	คณะวิจัย

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.-สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วและเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่ง ได้รับงบประมาณสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ โดยหน่วยวิจัยนวัตกรรมเพื่อชุมชนและสังคม สถาบันวิจัยและพัฒนา ในการพัฒนาโจทย์วิจัยการศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วและเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่งครั้งนี้ หากไม่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณคงไม่สามารถดำเนินการได้สำเร็จลุล่วงได้ รวมถึงความร่วมมือจากกลุ่มผู้แปรรูปแห้ว กลุ่มสตรีแม่บ้าน อสม แปรรูปผลิตภัณฑ์แห้วอ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี จ่าสิบเอกอนันต์ ดอกกุหลาบ ผู้ประสานงานกลุ่มและร่วมดำเนินกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี และคณะผู้ร่วมวิจัยในการสำรวจ วิจัยศึกษาทดลอง และร่วมถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ จึงทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย
นางสาวเสน่ห์ บัวสนิท
นางสาวสุภาพร พาเจริญ
นางสาวจันทร์เพ็ญ บุตรใส
นางสาววรรภา วงศ์แสงธรรม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทศพร นามโฮง

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการการศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วและเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาวิธีการลดจุดดำในแห้วต้มและใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ของกระบวนการผลิตแห้วต้มโดยการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ งานวิจัยได้มีการศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแห้ว วิธีการลดการเกิดจุดดำ สารที่ก่อให้เกิดจุดดำในแห้วต้ม และวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากการสำรวจพบว่าชุมชนมีความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตแห้ว โดยในกลุ่มผู้แปรรูปแห้ว มีการทำผลิตภัณฑ์จากแห้วหลายชนิด ได้แก่ แห้วต้ม แห้วอบแห้งรสน้ำผึ้ง ข้าวเกรียบแห้ว แห้วในน้ำเชื่อม รวมถึงน้ำแห้ว ทั้งนี้ที่ผ่านมาผู้บริโภคมักมองว่าแห้วที่มีจุดดำจะไม่น่ารับประทาน ผู้แปรรูปจึงต้องการแก้ปัญหาในการเกิดสีน้ำตาลของผลแห้ว เพื่อยุติการใช้สารฟอกขาวในผลผลิต ต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆจากแห้ว และการจัดการเพิ่มมูลค่ากับน้ำต้มแห้วซึ่งเหลือทิ้งจากการแปรรูป จากการศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแห้ว พบว่า เนื้อแห้ว มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 6.53โปรตีน ร้อยละ 9.39ไขมัน ร้อยละ 0.68 เส้นใย (Crude fiber)ร้อยละ 6.67 เถ้าร้อยละ 7.17และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ร้อยละ 69.56 และเปลือกแห้วมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 8.22 โปรตีน ร้อยละ 11.21 ไขมัน ร้อยละ 1.2 เส้นใย (Crude fiber)ร้อยละ 13.97 เถ้าร้อยละ 7.51 และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ร้อยละ 57.89 ในการทดลองเพื่อการลดการเกิดสีในกระบวนการต้มแห้วโดยแช่ลงในสารละลายกรดซิตริกสามารถทำให้ค่าสี (ค่า L*) มีความสว่างขึ้น แต่ไม่สามารถลดจุดดำลงได้ทั้งหมด รวมถึงการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ โดยสารสกัดจากรำข้าวสามารถลดการเกิดจุดดำในแห้วได้ดีกว่าสารสกัดอื่น ๆ สารสกัดจากรำข้าว ระดับความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล 2 4 และ 6% จากผลการทดลองพบว่าการแช่สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลร่วมกับการนึ่งด้วยไอน้ำสามารถช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาล

จากการศึกษาจุดดำในแห้วเพื่อพิสูจน์ว่าจุดดำในแห้วคือสารที่มีประโยชน์ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด สารต้านอนุมูลอิสระ จึงได้วิเคราะห์จุดดำในแห้ว พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดจากการวิเคราะห์จากเปลือกแห้ว จุดกลางที่เป็นสีดำ และในเนื้อแห้ว พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดของแห้วที่มีสีดำตรงกลาง และในเนื้อแห้วค่อนข้างสูงโดยพบในเปลือกแห้ว 148.43 mg Gallic acid/ml เฉพาะจุดดำตรงกลาง 89.50 mg Gallic acid/ml และส่วนที่เป็นเนื้อ 75.25 mg Gallic acid/ml 9k,]efy[และศึกษา % ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น(DPPH scavenging activity)ของจุดดำ และเนื้อแห้ว พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยพบในเปลือกแห้ว 72.65 % เฉพาะจุดดำตรงกลาง 63.10 % และส่วนที่เป็นเนื้อ 45.16 % จึงเห็นประโยชน์จากสารสรดำในแห้ว และนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกลุ่มเป็นชาเปลือกแห้ว

ผลการศึกษาการทำชาจากเปลือกแห้วโดยการใช้เปลือกแห้วดิบและเปลือกแห้วต้ม พบว่า ไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) ในผลิตภัณฑ์ชาที่ใช้กระบวนการผลิตวิธีเดียวกัน แต่การให้ความร้อนด้วยวิธีอบ นึ่ง และการคั่วทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง โดยวิธีอบและนึ่งมีผลต่อความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) ไม่แตกต่างกัน ค่าความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 6.93±0.18 - 7.40±0.44 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ เท่ากับ 0.23±0.09 - 0.33±0.27

และการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้ว สามารถนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นน้ำส้มสายชูได้ซึ่งน้ำส้มสายชูหมักที่ผลิตได้จากน้ำต้มแห้วมีลักษณะใส มีสีส้มอ่อน มีค่า L*50.17±0.87 ค่า a*เท่ากับ 1.05±0.84 และค่า b* เท่ากับ 0.40±0.46 มีค่าTSS เท่ากับ 12.33±0.01 ค่า pH เท่ากับ2.81±0.01 และวัดปริมาณ CH_3COOH ได้เท่ากับ 4.14 %

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ RDG59A0002/16

ชื่อโครงการ **การศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วและเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่ง**

หัวหน้าโครงการ **นางสาวเสน่ห์ บัวสนิท**

ระยะเวลาดำเนินงาน1 ปี (ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม2559 ถึงวันที่1 มีนาคม2560)

การศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์นั้นเพื่อให้มีข้อมูลพื้นฐานประกอบในการทำผลิตภัณฑ์จึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพด้วยทั้งนี้ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีกายภาพของแห้วสด และเปลือกแห้ว เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเปลือกแห้วและน้ำแห้วต่อไป โดยการศึกษาพบว่าแห้วที่ได้จากกลุ่มเกษตรกร พบว่าในแห้วสดที่นำมาวิเคราะห์โดยการทำเป็นแป้งแห้วมีปริมาณเยื่อใยสูง ที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีสูง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหัวแห้ว พบว่า มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 6.53 โปรตีน ร้อยละ 9.39ไขมัน ร้อยละ 0.68 เส้นใย (Crude fiber)ร้อยละ 6.67 เถ้าร้อยละ 7.17และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ร้อยละ 69.56 และเปลือกแห้วมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 8.22 โปรตีน ร้อยละ 11.21 ไขมัน ร้อยละ 1.2 เส้นใย (Crude fiber)ร้อยละ 13.97 เถ้าร้อยละ 7.51 และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ร้อยละ 57.89 และการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีในกระบวนการต้มแห้วโดยแช่ลงในสารละลายกรดซิตริกสามารถทำให้ค่าสี (ค่า L*) มีความสว่างขึ้น แต่ไม่สามารถลดจุดดำลงได้ทั้งหมดโดยการทดลองโดยเตรียมตัวอย่างแห้วแช่ลงในสารละลายกรดซิตริก ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 0.6 M, 0.8M ,1.0M ,1.2 M และ1.4 M โดยนำแห้วแช่ในสารลายในเวลา 60 นาที แห้วมีสีขาวขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแห้วที่แช่ในน้ำเปล่า นำมาต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการต้ม 30 นาที และนำมาวัดค่าทางกายภาพได้แก่ค่าค่าความแน่นเนื้อ และค่าสี พบว่าในเวลาการต้ม 30 นาที สีของแห้วไม่แตกต่างกัน โดยยังพบจุดดำในแห้วต้ม แต่ลักษณะของสีมีความสว่าง(ค่า L*) เพิ่มขึ้นรวมถึงการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ พบว่าสารสกัดจากรำข้าวสามารถลดการเกิดจุดดำในแห้วได้ดีกว่าสารสกัดอื่น ๆ สารสกัดจากรำข้าว ระดับความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล 2 4 และ 6% จากผลการทดลองพบว่าการแช่สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลร่วมกับการนึ่งด้วยไอน้ำสามารถช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาล ผลจากการศึกษาถึงการเกิดจุดดำในแห้วพบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดจากการวิเคราะห์จากเปลือกแห้ว จุดกลางที่เป็นสีดำ และในเนื้อแห้ว พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดของแห้วที่มีสีดำตรงกลาง และในเนื้อแห้วค่อนข้างสูงโดยพบในเปลือกแห้ว 148.43 mg Gallic acid/ml เฉพาะจุดดำตรงกลาง 89.50 mg Gallic acid/ml และส่วนที่เป็นเนื้อ 75.25 mg Gallic acid/ml 9k,Jefy[และศึกษา % ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น(DPPH scavenging activity)ของจุดดำ และเนื้อแห้ว พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยพบในเปลือกแห้ว 72.65 % เฉพาะจุดดำตรงกลาง 63.10 % และส่วนที่เป็นเนื้อ 45.16 % การใช้สารสกัดจากธรรมชาติ พบว่าสารสกัดจากรำข้าวสามารถลดการเกิดจุดดำในแห้วได้ดีกว่าสารสกัดอื่น ๆ สารสกัดจากรำข้าว ระดับความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล 2,4 และ 6% จากผลการทดลองพบว่าการแช่สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลร่วมกับการนึ่งด้วยไอน้ำสามารถช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ ในการศึกษากระบวนการผลิตชาเปลือกแล้วโดยพัฒนาเป็นชาแห้ว และวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

พบว่า การใช้เปลือกแห้วดิบและเปลือกแห้วต้ม ไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) ในผลิตภัณฑ์ชาที่ใช้กระบวนการผลิตวิธีเดียวกัน แต่ผลของการให้ความร้อนด้วยวิธีอบ นึ่ง และการคั่วมีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลงตามลำดับ โดยวิธีอบและนึ่งมีผลต่อความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การคั่วมีผลทำให้ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) มีค่าต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ ตัวอย่างน้ำชาที่ได้ทั้งหมดมีสีแดงออกน้ำเงินเล็กน้อย มีค่าความสว่างปานกลาง (moderate Light, Less Red, Less Blue) มีค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่แตกต่างกัน (6.93±0.18 - 7.40±0.44 และ 0.23±0.09 - 0.33±0.27 ตามลำดับ) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า น้ำชาที่ได้จากเปลือกแห้วต้ม คั่วแล้วอบ ได้รับคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุดและการศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูจากน้ำต้มแห้วทดสอบคุณภาพ พบว่าการใส่ปริมาณน้ำหมัก 1 ใน 5 ของขนาดบรรจุภัณฑ์ ทำให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดน้ำส้มในกลุ่ม Acetic acid bacteria ทำงานได้ดีมีให้ปริมาณกรดน้ำส้มที่สูงเนื่องจากเชื้อ *A. aceti* ต้องการอากาศ (วราวุฒิและรุ่งนภา, 2532) สอดคล้องกับวริศชนม์และกุลพร(2553) ที่พบว่าระดับความสูง ของน้ำหมักที่มากขึ้นจะทำให้การเปลี่ยนแอลกอฮอล์ ให้เป็นกรดอะซีติกด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลง น้ำส้มสายชูหมักมีลักษณะใส มีสีส้มอ่อน มีค่า L* เท่ากับ 50.17±0.87 b ค่าa* เท่ากับ 1.05±0.84b ค่า b* เท่ากับ 0.40±0.46a และมีค่าTSS เท่ากับ 12.33±0.01 ค่า pH เท่ากับ2.81±0.01 และปริมาณ CH_3COOH เท่ากับ 4.14 %

คำสำคัญ **แห้ว แป้งแห้ว จุดดำ ชา น้ำส้มสายชู**

สารบัญ

สารบัญเรื่อง

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมา หลักการและเหตุผล 1

วัตถุประสงค์ของโครงการ 1

กรอบแนวคิดในการดำเนินงาน 1

วิธีดำเนินการ 5

บทที่ 2 การดำเนินงานด้านการพัฒนาระบบบริหารจัดการงานวิจัย ผลการวิจัย 7

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแห้ว 8

ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีน้ำตาลในกระบวนการต้มแห้ว 9

ผลการศึกษาการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแห้วด้วยสารสกัดจากธรรมชาติ 12

ผลการศึกษาสารที่ก่อให้เกิดจุดดำในแห้วต้ม 15

ผลการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเปลือกแห้วและน้ำต้มแห้วที่เหลือจากกระบวนการแปรรูป 17

บทที่ 3 การดำเนินงานด้านการพัฒนางานวิจัยเชิงประเด็น 24

บทที่ 4 ข้อวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย 27

ภาคผนวก 30

บรรณานุกรม 49

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพของแห้วสดและเปลือกแห้ว 6

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางเคมีของแป้งแห้วและเปลือกแห้วโดยน้ำหนักแห้ง 7

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางเคมีของแป้งแห้ว 7

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกในการแช่แห้ว เพื่อลดการเปลี่ยนสีในแห้วต้ม 7

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบแห้วดิบปอกเปลือกและแห้วต้ม 8

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดโปรตีนรำข้าว 10

ตารางที่ 7 แสดงค่าสีของแห้วเมื่อผ่านกระบวนการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลด้วยกระบวนการให้ความร้อนร่วมกับสารสกัดจากธรรมชาติ 11

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก(mg Gallic acid/ml)ในแห้ว 12

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น(DPPH scavenging activity) 12

ตารางที่ 10 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น(%DPPH) ของผลิตภัณฑ์ชาจากเปลือกแห้ว 14

ตารางที่ 11 ค่าสี ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้(TSS) ของน้ำชาเปลือกแห้ว 15

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำชาจากชาเปลือกแห้ว 16

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของน้ำส้มสายชูจากเปลือกแห้ว **19**

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 ลงพื้นที่สัมภาษณ์ เก็บข้อมูลเพื่อศึกษาวิธีการยับยั้งการเกิดสีในแห้วสดปอกเปลือกด้วยสารสกัดธรรมชาติ 6

ภาพที่ 2 ชุดทดสอบสารฟอกขาว 8

ภาพที่ 3 สารสกัดจากรำข้าวที่ผลิตได้ 9

ภาพที่ 4 การทดสอบการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลแห้ว 10

ภาพที่ 5 ขั้นตอนการผลิตชาจากเปลือกแห้ว 13

ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์ชาจากเปลือกแห้ว 14

ภาพที่ 7 ลักษณะของน้ำชาเปลือกแห้วที่ได้จากวิธีการต่างๆ 14

ภาพที่ 8 การเตรียมกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูในห้องปฏิบัติการ 17

ภาพที่ 9 ผลิตภัณฑ์กระบวนการหมักจากหัวเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cereviase* 18

ภาพที่ 10 ผลิตภัณฑ์กระบวนการหมักจากจากแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* เป็นน้ำส้มสายชู 18

ภาพผนวกที่ 1 กลุ่มผู้ใช้ 29

ภาพผนวกที่ 2 ผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม 29

ภาพผนวกที่ 3 การเตรียมตัวอย่างเพื่อทำแป้งแห้ว 30

ภาพผนวกที่ 4 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพผลิตภัณฑ์ 30

ภาพผนวกที่ 5 การล้างแห้วเพื่อนำเปลือกไปใช้ในการผลิตชา 31

ภาพผนวกที่ 6 กรรมวิธีการผลิตชาจากเปลือกแห้ว a. การอบ b. การนึ่ง และ c. การคั่ว 31

ภาพผนวกที่ 7 กรรมวิธีa. การบด b. การร่อน และ c. การบรรจุชาจากเปลือกแห้ว 32

ภาพผนวกที่ 8 ถ่ายทอดองค์ความรู้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร เรื่อง การผลิตน้ำส้มสายชูจากน้ำต้มแห้ว 33

ภาพผนวกที่ 9 ถ่ายทอดองค์ความรู้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร เรื่อง การผลิตชาแห้ว 34

ภาพผนวกที่10 ถ่ายทอดองค์ความรู้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร 35

ภาพผนวกที่11 เอกสารประกอบการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากเปลือกแห้วเป็นชา 36-37

ภาพผนวกที่ 12 เอกสารประกอบการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วเป็นน้ำส้มสายชู 38-43

บทที่ 1 บทนำ

(ว่าด้วยหลักการ เหตุผล ความเป็นมาของโครงการวิจัย และให้ข้อมูล เกี่ยวกับโครงการวิจัย)

สัญญาเลขที่ RDG59A0002/16

ชื่อโครงการ การศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วและเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่ง

หัวหน้าโครงการ : นางสาวเสน่ห์ บัวสนิท

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

หน่วยงานร่วมโครงการ : หน่วยนวัตกรรมเพื่อสังคมและชุมชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ

ระยะเวลาดำเนินการ : 1 ปี (ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม2559 ถึงวันที่1 มีนาคม2560)

---

1. ความเป็นมา หลักการและเหตุผล

เป็นที่ทราบกันว่า แห้วเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดสุพรรณบุรี แหล่งผลิตใหญ่อยู่ในพื้นที่เทศบาลตำบลวังยางและตำบลดอนมดแดง อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี มีพื้นที่ปลูกประมาณ 2,500 ไร่ ผลผลิตแห้วดิบรวม 10,000 ตันต่อปี สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในชุมชนนับ 100 ล้านบาทต่อปี และยังก่อให้เกิดอาชีพรับจ้างปอกแห้ว และแปรรูปเบื้องต้น สร้างงานให้กับหลายครัวเรือนในชุมชน แต่ในระยะที่ผ่านมามีกระแสความปลอดภัยอาหาร มีการตรวจพบสารพิษปนเปื้อนในผลผลิต ผู้บริโภคมีความระมัดระวังในการซื้อผลผลิตแปรรูปมากขึ้น ทำให้ราคาผลผลิตต่ำลง

ชุมชนมีความต้องการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตแห้ว ต้องการแก้ปัญหาในการเกิดสีน้ำตาลของผลแห้ว เพื่อยุติการใช้สารฟอกขาวในผลผลิต มีความต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆจากแห้ว การจัดการเพิ่มมูลค่ากับน้ำต้มแห้วซึ่งเหลือทิ้งจากการแปรรูป ตลอดจนการจัดการสถานที่แปรรูปให้ได้มาตรฐาน GMP และสามารถขอเลขทะเบียนอาหารให้กับผลิตภัณฑ์แปรรูปได้ และจากการลงพื้นที่สำรวจความต้องการของกลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากแห้วแล้วนั้น สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร ได้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่บริการวิชาการของมหาวิทยาลัยฯ จึงเห็นปัญหาเพื่อเป็นโจทย์วิจัยแก้ปัญหาเหล่านี้แก่ชุมชน เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตอันจะเป็นการสร้างรายได้เพิ่มให้กับชุมชน และเสริมสร้างความปลอดภัยอาหารให้แก่ผู้บริโภค

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาวิธีการลดจุดดำในแห้วต้ม
2. ศึกษาสารที่ก่อให้เกิดจุดดำในแห้วต้ม
3. ศึกษาการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ของกระบวนการผลิตแห้วต้ม

3. กรอบแนวคิดในการดำเนินงาน

แห้วจีนมีชื่อภาษาอังกฤษว่า วอร์เตอร์เชสนัท (Chinese water chestnut) เป็นพืชปีเดียวขึ้นในน้ำเหมือนข้าว ปัจจุบันมีการปลูกแห้วจีนมากบริเวณสองฝั่งแม่น้ำท่าจีน เขตอำเภอเมือง อำเภอศรีประจันต์และอำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี เนื้อที่ปลูกประมาณ 500-1000 ไร่ ได้ผลผลิตดีแต่ราคาไม่ค่อยดีนัก ทำให้เกษตรกรประสบปัญหา

ขายผลผลิตไม่ได้ตามที่ต้องการ แห้วเป็นพืชพืชสมุนไพรตระกูลกก มีสรรพคุณเป็นยามีเนื้อสัมผัสกรอบ โดยแห้วสุพรรณบุรี ลูกโต เนื้อเยอะ ประโยชน์ของแห้วใช้ผสมในอาหาร ประเภทต่าง ๆ ได้แก่ อาหารคาว ผัดจับฉ่ายเจ หอยจ้อ อาหารหวาน เต้าทึง ผสมในขนมไทย ทับทิมกรอบ ใช้แป้งทำขนมได้ เนื่องจากมีโปรตีนสูง ซึ่งใกล้เคียงในแป้งสาลี และมีคาร์โบไฮเดรตสูง ผลิตเป็นแป้งได้ มีการศึกษาวิจัยพบว่า แห้ว อุดมสมบูรณ์ไปด้วย วิตามินบี 1 ที่ช่วยเสริมสร้างความจำ ให้เป็นเลิศ ช่วยบำรุงสมอง ป้องกันการเป็นโรคเหน็บชา และยังมีวิตามินบี 2 ที่ช่วยป้องกันการเป็น โรคปากนกกระจอก เป็นแหล่งของ วิตามินอี ใยอาหาร และมีคาร์โบไฮเดรตสูง แห้วจีนเป็นพืชที่มีสรรพคุณในการบำรุงร่างกาย แก้กระหายน้ำ บรรเทาอาการไอ ช่วยการทำงานของระบบปัสสาวะได้ดี แก้อาการอาหารไม่ย่อย ท้องผูก (Chinesefood –recipes.com, 2005) หัวแห้วประกอบด้วยส่วนที่กินได้ร้อยละ 46 ส่วนที่เป็นของแข็งร้อยละ 22 (อรวรรณ เคหะสุขเจริญ , 2529) เมื่อปอกแห้วทิ้งไว้จะเกิดสีน้ำตาล ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่น่าพึงพอใจ มีรายงานว่าสารจากธรรมชาติหลายชนิดสามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในผักและผลไม้ได้ โดยพบว่าเมื่อนำแอปเปิลสดตัดแต่งจุ่มในน้ำสับปะรด พบว่าน้ำสับปะรดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแอปเปิลสดตัดแต่งได้เป็นอย่างดี (Lozano-De- Gonzalez et.al 1993) นอกจากนี้มีการทดลองแช่ผักสลัดลงในสารละลายที่ประกอบด้วยกรดแอสคอร์บิก แซนแทนกัม พบว่าจะช่วยป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในผักได้ดีขึ้น (Wyss et.al 1990) และมีการทดลองใช้ EDTA ร่วมกับโซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต พบว่าสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในมันฝรั่งปอกเปลือกได้ (Feinberg et.al 1987) และเมื่อนำมาใช้ร่วมกับกรดซิตริกซึ่งเป็นสารเพิ่มความเป็นกรดในอาหาร พบว่าสามารถช่วยในการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์โพลิฟีนอลได้ ซึ่งสอดคล้องกับการใช้กรดซิตริกในเห็ดพบว่าจะช่วยป้องกันการเปลี่ยนสีในเห็ดได้ (McCord and Kilara , 1983) แป้งที่ได้จากหัวแห้ว มีลักษณะคล้ายแป้งจากมันเทศและแป้งมันสำปะหลัง และน้ำที่สกัดได้จากแห้วประกอบด้วยสารปฏิชีวนะ (อรวรรณ เคหะสุขเจริญ , 2529) หัวแห้วจีนสดมีปริมาณคาร์โบไฮเดรทอยู่สูงโดยมีถึงร้อยละ 14.98 (ผาณิต รุจิรพิสิฐ, 2549) ทำให้สามารถนำมาผลิตเป็นแป้งได้ ซึ่งแป้งฟลาวร์ที่ได้มีปริมาณโปรตีนโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 8.57-10.41 และปริมาณคาร์โบไฮเดรทร้อยละ 74.57-79.47 แป้งฟลาวร์และสตาร์ช จากแห้ว มีปริมาณอะมิโลสสูง เหมาะกับการนำไปทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ (ผาณิต รุจิรพิสิฐ, 2549) ดังนั้นจึงมีสมมติฐานว่าการสกัดแป้งจากแห้วจีนจึงเป็นการแปรรูปแห้วจีนให้อยู่ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาง่ายโดยยังมีองค์ประกอบทางเคมีหลายๆอย่างที่ใกล้เคียงกับหัวแห้วจีนสด นอกจากนี้มีรายงานของ ผณิต รุจิรพิสิฐ 2551 ได้รายงานเรื่องการผลิตแป้งแผ่นจากแป้งฟลาวร์แห้วจีน สามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารได้หลายชนิด และได้ศึกษาแป้งฟลาวร์แห้วจีนเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งจากแห้วจีนที่มีคุณสมบัติดี เนื่องจากมีปริมาณอะมิโลสสูง (32.75% โดยน้ำหนักแห้ง) ซึ่งแป้งที่มีอะมิโลสสูงสามารถนำมาผลิตเป็นแผ่นฟิล์ม หรือแป้งแผ่นได้ดี จากผลการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า อัตราส่วนของแป้งฟลาวร์แห้วจีนต่อน้ำที่ใช้ในการผลิตแป้งแผ่นที่เหมาะสม คือ 1 ต่อ 4 มีรายงานวิจัยว่าได้นำ whey protein concentrate (WPC)ในการผลิตแป้งฟลาวร์จากแห้วไปแทนที่แป้งแห้วบางส่วนในการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ปราศจากกลูเตนพบว่าเมื่อปริมาณ WPC เพิ่มขึ้นทำให้คุกกี้มีความแข็งเพิ่มขึ้น และมีการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากขึ้น (Sawati Sarabhai ,2015) และมีรายงานว่าขนาดของอนุภาคของแป้งแห้วมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งฟลาวร์ ซึ่งจะช่วยในเรื่องการปรับสูตรเพื่อนำแป้งไปทำผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดที่ปราศจากกลูเตน (Jasim Ahmed ,2016) มีการใช้แป้งจาก Chestnut ร่วมกับแป้งข้าวเจ้าที่อัตราส่วนต่างๆในการทำขนมปังปราศจากกลูเตน (Ilkem Demirkesen,2010) และพบว่ามีการใช้แป้งจาก chestnut ทดแทนแป้งสาลีในการทำขนมปังพบว่าสามารถเพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ มีปริมาณเยื่อใยและน้ำตาลสูงขึ้นกว่าการใช้แป้งสาลีอย่างเดียว (Chiara Dall ‘ Asta ,2013) เชิญพร จันทรสนาม และคณะ (2555)ได้ศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์แห้วทอดกรอบปรุงรส โดยศึกษากระบวนการผลิตแห้วทอดกรอบและการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทอดแห้ว คือ180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาทีมีค่าสี L*

a* และb* เท่ากับ 59.99, 9.20 และ33.54 ตามลำดับ ความชื้นเท่ากับ ร้อยละ 4.22 ปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.50 และเนื้อสัมผัสเท่ากับ 87.07 กิโลกรัมต่อวินาที จากองค์ประกอบของแห้วที่พบว่า หัวแห้วประกอบด้วยส่วนที่กินได้ ร้อยละ 46 โดยเป็นของแข็งจากส่วนที่กินได้คิดเป็นร้อยละ 22 โดยประมาณ โปรตีนร้อยละ 1.4 คาร์โบไฮเดรต และเส้นใยต่ำกว่าร้อยละ 1 หัวแห้วสดประกอบมี ความชื้นร้อยละ 77.9 โปรตีนร้อยละ 1.53 ไขมันร้อยละ 0.15 ไนโตรเจนร้อยละ 18.9 น้ำตาลร้อยละ 1.94 ซูโครส ร้อยละ 6.35 แป้งร้อยละ 7.34 เส้นใย ร้อยละ 0.94 เถ้า ร้อยละ 1.19 แคลเซียม 2-10 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมของส่วนที่กินได้ ฟอสฟอรัส 52.2-65 มิลลิกรัม เหล็ก 0.43-0.6 มิลลิกรัม ไทอามีน 0.24 มิลลิกรัม ไรโบฟลาวิน 0.007 มิลลิกรัม กรดแอสโคบิก 9.2 มิลลิกรัม(สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ ,มปป) ประโยชน์ของแห้ว ใช้ทำแป้ง ซึ่งแป้งที่ได้จากหัวแห้วมีลักษณะคล้ายกับแป้งจากมันเทศหรือมันสำปะหลัง เนื้อแห้วสีขาวมีลักษณะ กรอบ ใช้รับประทานสด ใช้ในขนมไทย เช่น ขนมตะโก้แห้ว เต้าทึงทับทิมกรอบ น้ำนำไปคั้นหรือจะต้มดื่ม ทำขนม หรือใช้ประกอบอาหารก็ได้ หัวเล็ก ๆใช้เลี้ยงสัตว์ ส่วนของลำต้นหรือใบใช้ในการบรรจุหีบห่อผลไม้ ใช้ทำตะกร้า ทอเสื่อ (อรวรรณ เคหะสุขเจริญ, 2529) นอกจากนี้ทำเป็น แห้วต้ม แห้วอบแห้ง รสน้ำผึ้ง ข้าวเกรียบแห้ว แปรรูปโดยบรรจุกระป๋อง ในอาหารคาว ใช้ในผัดจับฉ่ายเจ หอยจ้อ และจากองค์ประกอบพบว่าแห้วมีส่วนที่กินได้ร้อยละ 46 เป็นส่วนของเหลือที่เหลือทิ้งคิดเป็น ร้อยละ 54 ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ เช่น การทำ แห้ง (dehydration) หรือการดึงน้ำออก อาจเรียกว่า drying เป็นกระบวนการที่ความร้อนถูกถ่ายเทด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งไปยังวัสดุที่มีความชื้นเพื่อกำจัดความชื้นออกจากอาหารด้วยการระเหยน้ำ โดยอาศัยความร้อนแฝงของการระเหยการทำ แห้งเป็นวิธีการถนอมอาหารที่นิยมมานานโดยวิธีการดั้งเดิมคือการนำอาหารไปตากแดดจนอาหารนั้นแห้ง สามารถเก็บไว้ได้นาน การทำแห้งเป็นการทำโดยการลดความชื้นของอาหารด้วยการระเหยน้ำ ออกจากผิวของอาหาร

ปฏิกิริยาสีน้ำตาลมักเกิดในผักและผลไม้ได้อย่างรวดเร็ว หลังจากที่พืชถูกทำลายด้วยการปอกเปลือกหรือตัดแต่ง ทำให้เกิดปัญหาที่ต่ออายุการเก็บของผักและผลไม้ สาเหตุมาจากปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง โดยปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลซึ่งเป็นสับสเตรทกับเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาสีน้ำตาล ความสัมพันธ์ของปฏิกิริยาสีน้ำตาลของสารประกอบ phenolic และเอนไซม์ polyphenol oxidase เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาสีน้ำตาลเอนไซม์polyphenol oxidase (PPO: EC 1. 14. 18. 1) จัดเป็นเอนไซม์ที่สำคัญของปฏิกิริยาสีน้ำตาลเนื่องมาจากเอนไซม์ โดยมี copper เป็นองค์ประกอบ ซึ่งเอนไซม์ polyphenol oxidase มักมีชื่อตามสับสเตรท เช่น Tyrosinase, Diphenoloxidase, Catecholase, Phenolase (Martinez and Whitaker, 1995) นอกจากนี้เอนไซม์ polyphenol oxidase ยังเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของผักและผลไม้ชนิดอื่น โดยเอนไซม์ peroxidase มีบทบาทในผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพทางด้าน กลิ่นรส สี เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการในระหว่างกระบวนการผลิตและเก็บรักษา จากการศึกษาของ Bolanos and Silva (2004) พบว่าเอนไซม์ peroxidase จะมีกิจกรรมสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มของสีที่เพิ่มขึ้นในมันแกว การเกิดสีน้ำตาลเริ่มจากเอนไซม์ polyphenol oxidase เปลี่ยน phenol ไปเป็น o-quinone สามารถเกิดปฏิกิริยา polymerization จนได้สารประกอบสีน้ำตาล (melanin) ซึ่ง melanin อาจเกิดปฏิกิริยากับกรดอะมิโนและโปรตีนเป็นสารประกอบสีน้ำตาล หากไม่ต้องการสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลซึ่งการใช้สารยับยั้งจัดเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ โดยสารยับยั้งมีหลายประเภท คือ reducing agents, chelating agents, acidulants, enzyme inhibitors, enzyme treatments, complexing agents

การเกิดสีคล้ำหรือสีน้ำตาลอย่างรวดเร็วในอาหาร ตั้งแต่กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ เช่น ระหว่างกาแปรรูป หรือระหว่างการเก็บเพื่อรอจำหน่าย ซึ่งเป็น ลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ในผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล สามารถเกิดได้จากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ได้แก่ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล เกิดระหว่างน้ำตาลรีดิวส์ กับกรดอะมิโนหรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยาผลิตผลที่ได้จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นสารประกอบหลายชนิด ที่ให้สีน้ำตาลและกลิ่นรสต่างๆ ทั้งที่พึงประสงค์ และไม่พึงประสงค์ ผลผลิตที่ไม่พึงประสงค์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด พบระหว่างการเก็บรักษา ทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ปฏิกิริยาการเกิดคาราเมล (caramelization) คือ ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของโมเลกุลน้ำตาลด้วยความร้อนสูง และมีการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) ของสารประกอบคาร์บอนได้เป็นสารที่มีกลิ่นและรสเฉพาะตัว เรียกว่า คาราเมล และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ โดยปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzymatic browningreaction) คือปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ชนิดหนึ่งซึงมักพบในอาหาร โดยเฉพาะ ผัก ผลไม้ โดยเกิดขึ้นบริเวณผิวหน้าของอาหาร เมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจะเกิดขึ้นได้โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญคือคือ สารประกอบฟินอล เอนไซม์ ในกลุ่มฟีนอเลส (phenolase) เช่น polyphenol oxidase (PPO) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ค่า pH ที่เหมาะสม ค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ฟีนอเลส อยู่ระหว่าง 5-7 และออกซิเจน ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวกับเอนไซม์นี้เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน เกิดขึ้นเมื่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเกิดการฉีกขาด เช่นการบด การหั่น หรือสับ ทำให้เอนไซม์ สารที่ทำปฏิกิริยา (substrate) และออกซิเจนเข้ามาสัมผัสกันสาร monophenol (ไม่มีสี) จะถูกออกซิไดซ์ เป็นไดฟีนอล (diphenol) ซึ่งไม่มีสี และถูกออกซิไดซ์ต่อเป็น *o*-quinone ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับกรดแอมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาล และจะรวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลใหญ่และมีสีน้ำตาล ซึ่งในแห้วจะพบการเกิดสีน้ำตาลหรือสีดำเนื่องจากการให้ความร้อน มีผลทำให้สารต้านอนุมูลอิสระลดลง ทำให้มองเห็นสีจากการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ชัดเจน Enzyatic browing reaction มักพบเป็นปัญหาการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการ (นิธิยา, 2557)

การป้องกันปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ สามารถทำได้โดยการทำให้เอนไซม์ ซึ่งเป็นโปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ (protein denaturation) ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การใช้ความร้อน เช่น การลวก (blanching) การลวกเป็นการใช้ความร้อนระยะเวลาสั้นๆ เพื่อทำให้เอนไซม์สูญเสียสภาพธรรมชาติ การปรับให้เป็นกรดที่เหมาะสมเป็นการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ การใช้สารรีดิวซิงเอเจนต์ (reducing agent) เพื่อรีดิวซ์ o-quinone กลับเป็นสารประกอบฟีนอล ซึ่งไม่มีสี สารรีดิวซิงเอเจนต์ที่ใช้ได้แก่ สารซัลไฟต์ หรือแช่ในสารละลายโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ กรดอิริทอร์เบต และเกลือของกรดอิริทอร์เบต การป้องกันไม่ให้สัมผัสกับออกซิเจน หรือการดัดแปรสภาพบรรยากาศ

หรือสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ พบได้ทั้งในพืช สัตว์ และ จุลชีพบางชนิด มีการศึกษาหาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระกันอย่างกว้างขวางในพืชสมุนไพร ผลไม้ ผัก เครื่องเทศ (จริงแท้, 2550) สารต้านอนุมูลอิสระส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบไนโตรเจนและแคโรทีนอยด์ (วิภาดา และยิ่งยง, 2554)

4. วิธีดำเนินการ

การศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วและเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่ง มีการลงพื้นที่เพื่อศึกษากลุ่มและการแปรรูปผลิตภัณฑ์โดยการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลนำประกอบการวิจัย และลงพื้นที่เก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพ ปัจจัยที่ก่อให้เกิดสีน้ำตาล ดังนี้

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแห้ว

ทำการเก็บตัวอย่างแห้วสดจากกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแห้วในตำบล วังยาง อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี นำมาวิเคราะห์คุณภาพดังต่อไปนี้

1.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแห้วสด โดยหาปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย (Crude fiber) เถ้า และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (AOAC,2000)

1.2 วิเคราะห์ปริมาณแป้ง (AOAC,2000)

1.3 วิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส โดยวิธี Colorimetric method (มอก. 638-2529)

1.4 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีกายภาพ โดยการวัดค่า pH ค่าสี ของแป้ง ค่าดัชนีการอุ้มน้ำ(water absorption index,WAI) และดัชนีการละลายน้ำของแป้ง (water solubility index,WSI) (ดัดแปลงจากวิธีของ Anderson และ คณะ ,1969)

1.5 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกแห้ว โดยหาปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย (Crude fiber) เถ้า และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (AOAC,2000)

1.6 วิเคราะห์สารตกค้างในแห้วสดและน้ำต้มแห้ว(องค์การเภสัชกรรม,ชุดทดสอบ)

2. การศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีน้ำตาลในกระบวนการต้มแห้ว

ในการศึกษาการลดการเกิดสีน้ำตาลของแห้วสดในกระบวนการตัดแต่ง นำแห้วที่ได้ทำการตัดแต่งแช่ลงในสารละลายกรดซิตริก ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 0.6 M , 0.8 M , 1.0 M , 1.2 M และ 1.4 M โดยนำแห้วแช่ในสารลายในเวลา 60 นาที นำไปต้มและทำการวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงของแห้วด้วยการวัดผลโดยการประเมินด้วยสายตาและเครื่องวัดสี

3.ศึกษาการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแห้วด้วยสารสกัดจากธรรมชาติ

3.1 ศึกษาผลของสภาวะของการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแห้วโดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติชนิดต่างๆ รวมถึงชนิดสารสกัดจากธรรมชาติเช่น เปลือกสัปปะรด, รำข้าว ที่มีความสามารถในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแห้ว การศึกษามีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 3 ปัจจัย คือ ระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยไอน้ำเดือด ชนิดสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล และปริมาณสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ใช้ โดย กำหนดระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยไอน้ำเดือด 3 ระดับคือ 0 (ไม่มีการให้ความร้อน) 5, 10 นาทีสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ศึกษามี 3 ชนิด กรดซิตริก สารสกัดจากสัปปะรด สารสกัดจากรำข้าว ระดับความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล 2,4 และ 6% ในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสีแห้วโดยใช้เครื่อง colorimeter (Minolta CR - 200) วัดสีของผลแห้วบริเวณแก้มผลสองข้าง บันทึกค่าที่ได้ในรูป L และ a value ซึ่งแสดงถึง ความสว่างและความมีสีแดงของเปลือกผล ตามลำดับ วัดระดับการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลโดยการประเมินด้วยสายตา โดยบันทึกเป็นเปอร์เซ็นต์พื้นที่ที่เกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผล รวมทั้งประเมินคุณภาพในการบริโภค ใช้การประเมินลักษณะคำถามแบบ profile test (quality scoring test) ในด้านกลิ่นรสชาติ สภาพเนื้อสัมผัสของเนื้อผล ลักษณะเนื้อผลและการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของผล

4. การศึกษาสารที่ก่อให้เกิดจุดดำในแห้วต้ม

4.1 วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก Wolfe, *et al.,* (2003)

4.2 วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงส์ (AOAC,2000)

4.3 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC,2000)

5. ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเปลือกแห้วและน้ำต้มแห้วที่เหลือจากกระบวนการแปรรูป

จากกระบวนการตัดแต่งและปลอกเปลือกแห้ว มีเศษเหลือจากแห้วโดยศึกษาโดยศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกแห้วและพัฒนาเป็นผลิตผลิตภัณฑ์ ดังนี้

5.1 พัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากเปลือกแห้วโดยนำเศษแห้วที่เหลือจากกระบวนการตัดแต่งแห้ว โดยพัฒนาเป็นชาแห้ว และวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางประสาทสัมผัส ใช้รูปแบบการประเมินแบบ 9 point hedonic scale test โดยประเมินการยอมรับ ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

5.2 พัฒนาผลิตภัณฑ์โดยผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำต้มแห้วบรรจุขวด ศึกษากรรมวิธีการผลิต นำผลิตภัณฑ์มาทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้รูปแบบการประเมินแบบ 9 point hedonic scale test โดยประเมินการยอมรับ ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และ ความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

6. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Block Design (CRD) เปรียบความแตกต่างของสิ่งทดลองโดยใช้ Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมทางสถิติ

บทที่ 2
การดำเนินงานด้านการพัฒนาระบบบริหารจัดการงานวิจัย

การวิจัยการศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วและเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่งเป็นการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแห้ว โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแห้วสด โดยหาปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย (Crude fiber) เถ้า และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดปริมาณแป้ง ปริมาณอะมิโลส ค่า pH ค่าสี ของแป้ง ค่าดัชนีการอุ้มน้ำ การละลายน้ำของแป้งรวมถึง วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกแห้ว และสารตกค้างในแห้วสดและน้ำต้มแห้ว ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีน้ำตาลในกระบวนการต้มแห้ว การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแห้วด้วยสารสกัดจากธรรมชาติ โดยศึกษาผลของสภาวะของการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแห้วโดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติชนิดต่างๆ รวมถึงชนิดสารสกัดจากธรรมชาติเช่น เปลือกสับปะรด, รำข้าว ที่มีความสามารถในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแห้ว สารที่ก่อให้เกิดจุดดำในแห้วต้ม และศึกษาการใช้ประโยชน์จากเปลือกแห้วและน้ำต้มแห้วที่เหลือจากกระบวนการแปรรูป โดยพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากเปลือกแห้วโดยนำเศษแห้วที่เหลือจากกระบวนการตัดแต่งแห้ว โดยพัฒนาเป็นชาแห้ว และผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำต้มแห้ว โดยในการวิจัยมีการกำหนดกิจกรรมดังตารางต่อไปนี้

กิจกรรม (ตามTOR)	ผลที่คาดหวัง (ตามTOR)	ผลที่เกิดขึ้นจริง	คำชี้แจง (ทำได้หรือไม่ได้เพราะอะไร)
1.ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแห้ว 2.ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีน้ำตาลในกระบวนการต้มแห้ว	ตามวัตถุประสงค์ที่ 1	ข้อมูลองค์ประกอบของแห้วสดและแป้งแห้ว และวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผลสด	ทำได้วัตถุประสงค์ที่ 1
3.ศึกษาวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแห้วสดปอกเปลือกด้วยสารสกัดธรรมชาติ 4.การศึกษาสารที่ก่อให้เกิดจุดดำในแห้วต้ม	ตามวัตถุประสงค์ที่ 2	ข้อมูลการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผลสด	ทำได้วัตถุประสงค์ที่ 2 การศึกษาสารที่ก่อให้เกิดจุดดำในแห้วต้ม(ทำเพิ่มจากข้อเสนอแนะผู้ทรงคุณวุฒิ)
5.ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเปลือกแห้วและน้ำต้มแห้วที่เหลือจากกระบวนการแปรรูป	ตามวัตถุประสงค์ที่ 3	วิธีการทำผลิตภัณฑ์จากแห้ว เปลือกแห้วรวมทั้งการนำน้ำต้มให้ไปใช้ประโยชน์	ทำได้วัตถุประสงค์ที่ 3

ผลการวิจัย

1.ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแห้ว

1.1 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีในกระบวนการต้มแห้ว

จากการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างแห้วสด และทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เคมีกายภาพ ของหัวแห้วสด และองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกแห้ว เพื่อศึกษาศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีในกระบวนการต้มแห้วและศึกษาวิธีการยับยั้งการเกิดสีในแห้วสดปอกเปลือกด้วยสารสกัดธรรมชาติ โดยผลการวิจัยสามารถทำการทดลองวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างมาศึกษาองค์ประกอบต่าง ๆ ทางเคมีและกายภาพ ดังนี้



ภาพที่ 1 ลงพื้นที่สัมภาษณ์ เก็บข้อมูลเพื่อศึกษาวิธีการยับยั้งการเกิดสีในแห้วสดปอกเปลือกด้วยสารสกัดธรรมชาติ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของแห้วสดและเปลือกแห้ว ผลการวัดค่าคุณภาพค่าเนื้อสัมผัสและค่าสี ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพของแห้วสดและเปลือกแห้ว

ตัวอย่าง/ค่าคุณภาพ	ค่าความแน่นเนื้อ	ค่าpH	ค่าสี		
			L*	a*	b*
แห้วสด	1030.77±70.92	6.65	99.811±2.54	-0.078±0.18	11.705±0.59
เปลือกแห้ว	-	-	77.865±3.16	0.952±0.70	10.444±1.87

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหัวแห้ว ได้ผลตามตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางเคมีของแป้งแห้วโดยพบว่า มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 6.53 โปรตีน ร้อยละ 9.39 ไขมัน ร้อยละ 0.68 เส้นใย (Crude fiber) ร้อยละ 6.67 เถ้า ร้อยละ 7.17 และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 69.56 และเปลือกแห้วโดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งในการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่าแห้วจาก ต.วังยาง อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรีนั้นมี ปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง สอดคล้องกับ ผาณิต (2549) ที่ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และสมบัติทาง เคมีกายภาพของแป้งฟลาวร์และ สตาร์ชจากแห้วจีน แต่จากการทดลอง นอกจากปริมาณโปรตีนสูงแล้ว พบว่าเส้นใย (Crude fiber) และเถ้ายังมีปริมาณสูงด้วย เช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าแห้วมีแนวโน้มจากการเก็บเกี่ยวด้วยอายุที่มีระยะยาว จึงอาจต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของแห้วจากอายุการเก็บเกี่ยว เพื่อควบคุมผลิตภัณฑ์แปรรูปต่อไป ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางเคมีของแป้งแห้วและเปลือกแห้วโดยน้ำหนักแห้ง

ตัวอย่าง / องค์ประกอบทางเคมี	ความชื้น (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	เส้นใย (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (ร้อยละ)
แป้งแห้ว	6.53 ±0.10	9.39±0.04	0.68±0.17	6.67	7.17 ±04	69.56
เปลือกแห้ว	8.22±1.01	11.21±0.45	1.2±0.12	13.97	7.51±017	57.89

จากการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางเคมีของแป้งแห้ว โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีการอุ้มน้ำ ดัชนีการละลายน้ำของแป้ง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Brix°)พบว่า แป้งแห้วมีค่าดัชนีการอุ้มน้ำ 2.69 และค่าดัชนีการละลายน้ำของแป้งฟลาวร์ 4.16 ซึ่งแป้งดิบจะไม่ละลายน้ำที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากมีพันธะไฮโดรเจนซึ่งเกิดจากหมู่ไฮดรอกซิลของ โมเลกุลแป้งที่อยู่ใกล้ ๆ กันเชื่อมต่อกันอยู่ (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2546) จึงทำให้ค่าดัชนีการอุ้มน้ำและดัชนีการละลายน้ำมีค่าต่ำ และถึงแม้ว่าแป้งจะไม่ละลายน้ำในขณะอยู่ในน้ำเย็น แต่จะดูดซึมน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย (Leach และคณะ, 1959) ได้ผลตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางเคมีของแป้งแห้ว

ตัวอย่าง / องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณอะไมโลส (ร้อยละ)	ปริมาณแป้ง (ร้อยละ)	ค่าดัชนีการอุ้มน้ำ	ดัชนีการละลายน้ำของแป้ง	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Brix°)
แป้งแห้ว	9.04 ± 0.16	25.42	2.69±0.16	4.16 ±0.095	4.8

2.ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีน้ำตาลในกระบวนการต้มแห้ว

จากการศึกษาการใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีในกระบวนการต้มแห้ว โดยทำแห้วปลอดภัยเพื่อลดการใช้สารฟอกขาว การทดลองโดยเตรียมตัวอย่างแห้วแช่ลงในสารละลายกรดซิตริก ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 0.6 M, 0.8M ,1.0M ,1.2 M และ1.4 M โดยนำแห้วแช่ในสารลายในเวลา 60 นาที แห้วมีสีขาวขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแห้วที่แช่ในน้ำเปล่า นำมาต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการต้ม 30 นาที และนำมาวัดค่าทางกายภาพได้แก่ค่าค่าความแน่นเนื้อ และค่าสี พบว่าในเวลาการต้ม 30 นาที สีของแห้วไม่แตกต่างกัน โดยยังพบจุดดำในแห้วต้ม แต่ลักษณะของสีมีความสว่าง(ค่า L*)เพิ่มขึ้น ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกในการแช่แห้ว เพื่อลดการเปลี่ยนสีในแห้วต้ม

ตัวอย่าง	สารละลายกรดซิตริก					
	ควบคุม	0.6 M	0.8M	1.0M	1.2 M	1.4 M
ค่าเนื้อสัมผัส(g)	859.60	822.78	816.29	827.37	771.30	731.98
ค่าสี L*	50.03±3.54	51.60±1.73	52.62±1.94	51.67±3.93	53.50±1.46	54.45±2.10
a*	-1.01±0.99	-2.13±1.32	-3.29±0.24	-2.42±2.04	0.42±0.70	-2.32±1.51
b*	2.32±2.65	1.03±3.35	1.68±1.54	1.13±3.44	3.04±5.73	0.61±2.12

ในการทดลองขั้นแรกโดยการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ มาศึกษาอุณหภูมิในการต้มที่แตกต่างกัน 5 ระดับ เพื่อศึกษาระยะเวลาในการต้มแห้วที่เหมาะสมนั้นพบว่าเมื่อแช่ตัวอย่างในสารละลายซิตริกเป็นเวลา 60 นาที เนื้อของตัวอย่างจะมีความนุ่มเพิ่มขึ้น จึงต้องมีการทดลองหาจุดที่เหมาะสมต่อไปในการศึกษาวิธีการยับยั้งการเกิดสีในแห้วสดปอกเปลือกด้วยสารสกัดธรรมชาติเนื่องจากพบว่าในการเก็บรักษาสภาพของแห้วให้มีสีของแห้วหลังการปลอกยังคงสภาพเดิมหรือใกล้เคียงสภาพเดิมมากที่สุด เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงเหตุผลในการศึกษาวิธีการยับยั้งการเกิดสีในแห้วสดปอกเปลือกด้วยสารสกัดธรรมชาติโดยได้ศึกษาแห้วจากแหล่งต่าง ๆ โดยศึกษาสารฟอกขาวในแห้วโดยสุ่มตัวอย่างจากตลาดต่าง โดยศึกษาการทดสอบสารฟอกสีจากแห้วปอกเปลือก พบว่าการทดสอบสารฟอกสีจากแห้วปอกเปลือกจากท้องตลาด จากผลการทดลองพบว่าแห้วปอกเปลือกในท้องตลาดจะมีสีขาวมากเมื่อนำมาทดสอบกับชุดทดสอบสารฟอกขาวของกระทรวงสาธารณสุขพบว่า แห้วดิบที่ซื้อจาก ตลาดสี่มุมเมือง ตลาดไทตลาดหัวรอ ตลาดจอมพลพบสารฟอกขาวทุกตัวอย่าง ส่วนแห้วต้มนั้นพบสารฟอกขาวตกค้างในตัวอย่างของตลาดไท กับตลาดจอมพล ซึ่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีฟ้าอ่อนแสดงว่าไม่มีสารฟอกขาว และแห้วและน้ำแห้วที่ได้จากตัวอย่างทดลองไม่พบสารฟอกขาว ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวแสดงว่าไม่มีสารฟอกขาว ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีดำแสดงว่ามีสารฟอกขาวประเภทโซเดียมไฮโดรซัลไฟล์ ซึ่งความไวของชุดทดสอบระดับต่ำสุดที่ตรวจได้ ร้อยละ 0.05

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์สารตกค้างในแห้วสดและน้ำต้มแห้ว

	การทำปฏิกิริยากับสารทดสอบ
<u>แห้วดิบ</u>	
ตลาดสี่มุมเมือง	ใส → ดำ
ตลาดไท	ใส → เทาเข้ม
ตลาดหัวรอ	ใส → เทาอ่อน
ตลาดจอมพล	ใส → ดำ
<u>แห้วต้ม</u>	
ตลาดสี่มุมเมือง	ใส → เทา
ตลาดไท	ใส → ฟ้า
ตลาดหัวรอ	ใส → เทาอ่อน
ตลาดจอมพล	ใส → เขียว
<u>แห้วเก็บจากตัวอย่างทดลอง</u>	
แห้วดิบ	ใส → ฟ้าอ่อน
น้ำต้มแห้ว	ใส → ฟ้าอ่อน



ภาพที่ 2 ชุดทดสอบสารฟอกขาว

สารฟอกขาวเป็นสารเคมีประเภทหนึ่งที่มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลายในการผลิตอาหารหลายประเภท ทั้งในอาหารที่อนุญาตและไม่อนุญาตให้ใส่สารฟอกขาว โดยพบการตกค้างปริมาณสูงในอาหารหลายชนิดทั้งที่จำหน่ายในประเทศและอาหารส่งออก จึงถูกจัดเป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่ต้องมีการเฝ้าระวังในการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอย่างใกล้ชิด สารฟอกขาวที่นิยมใช้ในอาหารบ้านเราส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของสารประกอบซัลไฟต์ ซึ่งเป็นชื่อรวมของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และเกลืออนินทรีย์ของกรด ซัลฟูรัสซึ่งแตกตัวให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารฟอกขาวบางตัวไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอาหาร เนื่องจากเป็นสารที่ก่อให้เกิดอันตรายอย่างมากต่อสุขภาพ ได้แก่ สารไฮโดรซัลไฟต์ หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า "ยาซัด" ซึ่งเป็นสารที่นิยมใช้ในการฟอกย้อมผ้า แต่พบว่าผู้ผลิตหลายรายนำมาใช้ในการผลิตอาหารเพื่อฟอกสีอาหารให้ดูน่ากิน

การบริโภคอาหารที่มี โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์เจือปนจะทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุขยังไม่มีประกาศกระทรวงสาธารณสุขในการควบคุมการใช้โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ในอาหารแต่มีการควบคุมเฉพาะสารในกลุ่มซัลไฟต์ (สารฟอกขาว) เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์โซเดียมซัลไฟต์ โซเดียมไบซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ซึ่งอนุญาตให้ใช้ตามประกาศ ฯ ฉบับที่ 84 (พ.ศ. 2527) เรื่องวัตถุเจือปนอาหารแต่ปัจจุบันยังคงตรวจพบโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์เจือปนในอาหารหลายชนิด ผู้จำหน่ายอาหารบางรายได้นำผงเคมีที่ใช้ฟอกแห (โซเดียมไดไทโอไนต์ หรือ โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์) มาใช้ในอาหาร เพื่อให้อาหารมีสีขาว ดูคุณภาพดี

3. ผลการศึกษาการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแห้วด้วยสารสกัดจากธรรมชาติ

จากการรำข้าวที่ผ่านการสกัดไขมันแล้ว มาสกัดโปรตีนเพื่อเป็นสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแห้วพบว่าตะกอนโปรตีนรำข้าวเข้มข้น มีปริมาณโปรตีนร้อยละ58.91 ค่าการละลายไนโตรเจนร้อยละ 58.91 มีค่า pH เท่ากับ 4.56 และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 187.43 mg GAE/100g รำข้าว ดังตารางที่ 6



ภาพที่ 3 สารสกัดจากรำข้าวที่ผลิตได้

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดโปรตีนรำข้าว

โปรตีน (ร้อยละ)	ค่าการละลายไนโตรเจน (ร้อยละ)	ค่า pH	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก mg GAE/100g รำข้าว
58.91±0.94	23.59±1.09	4.56±0.32	187.43±2.54

ผลของ**การศึกษา**วิธีที่เหมาะสมในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแห้วโดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติชนิดต่างๆ โดยวัดค่าคุณภาพวัดค่าสี และการวัดค่า pH จากการศึกษามีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 3 ปัจจัย คือ ระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยไอน้ำเดือด ชนิดสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล และปริมาณสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ใช้ โดย กำหนดระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยไอน้ำเดือด 3 ระดับ คือ 0 (ไม่มีการให้ความร้อน) 5 และ 10 นาที สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ศึกษามี 3 ชนิด กรดซิตริก สารสกัดจากสับปะรด และสารสกัดจากรำข้าว ระดับความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล 2,4 และ 6% จากผลการทดลองพบว่า การแช่สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลร่วมกับการนึ่งด้วยไอน้ำสามารถช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้



ภาพที่ 4 การทดสอบการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลแห้ว

ตารางที่ 7 แสดงค่าสีของแห้วเมื่อผ่านกระบวนการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลด้วยกระบวนการให้ความร้อนร่วมกับสารสกัดจากธรรมชาติ

Blanching Time(min)	Type of treament	Amount of inhibitor%	pH	Storage time (hr.)					
				0	3	6	12	24	48
				ΔL^*					
	Control		7.03±0.24	37.04±0.41	33.27±0.87	31.03±0.46	29.04±0.91	25.39±0.21	20.22±0.45
	ซิตริก	1	4.12±0.45	39.87±0.27	38.03±1.04	36.83±0.97	33.90±0.45	29.21±0.56	25.01±0.78
		2	3.76±0.78	40.01±0.13	39.01±0.91	38.20±0.79	35.10±0.45	29.30±0.38	26.21±0.91
		3	3.31±0.92	41.21±1.08	40.21±2.09	38.46±0.63	35.50±0.21	30.16±0.95	26.73±1.09
0	สัปปะรด	2	3.94±1.30	39.87±1.15	39.87±0.73	31.03±0.46	29.04±0.91	25.39±0.21	20.22±0.45
		5	3.36±0.43	40.36±0.94	40.36±0.12	36.83±0.97	33.90±0.45	29.21±0.56	25.01±0.78
		10	3.01±0.11	40.01±0.37	40.01±0.98	38.20±0.79	35.10±0.45	29.30±0.38	26.21±0.91
	สารสกัดรำข้าว	2	4.51±0.79	40.01±0.47	39.02±0.32	38.46±0.63	34.50±0.21	30.16±0.95	26.73±1.09
		5	4.74±0.32	40.89±0.35	39.12±0.32	38.02±0.33	35.02±0.45	31.23±0.21	26.99±1.09
		10	4.91±0.35	41.09±0.91	41.00±0.74	39.08±0.19	36.23±0.25	32.24±0.29	27.23±1.02
	ซิตริก	1	4.12±0.45	55.59±0.98	55.59±0.44	54.59±0.22	53.00±0.37	61.00±1.04	50.00±0.76
		2	3.76±0.78	57.21±0.37	57.21±-0.25	56.21±0.21	55.38±0.43	52.38±0.87	50.98±0.94
		3	3.31±0.92	58.67±0.45	58.67±0.48	57.67±0.67	55.00±0.87	53.00±0.95	50.90±0.78
5	สัปปะรด	2	3.94±1.23	54.20±1.02	54.20±0.21	54.20±0.87	53.45±0.21	61.40±-0.23	52.45±0.11
		5	3.36±0.43	54.99±0.33	54.99±0.35	53.99±0.35	53.90±0.97	61.90±0.46	54.91±0.39
		10	3.01±0.11	55.83±0.76	55.83±0.98	54.83±0.37	68.91±0.64	63.67±0.49	55.94±0.37
	สารสกัดรำข้าว	2	4.51±0.79	54.20±1.03	54.20±0.28	54.20±0.77	63.10±0.35	61.67±0.51	59.12±0.32
		5	4.74±0.32	54.99±0.91	54.99±0.65	54.90±0.18	57.41±0.34	54.31±0.64	50.14±0.86
		10	4.91±0.35	57.83±0.72	57.83±0.11	57.13±0.93	58.41±0.54	54.41±0.83	50.18±0.99
	ซิตริก	1	4.12±0.45	70.01±0.16	70.00±0.94	69.00±1.04	65.00±0.37	61.00±1.04	57.00±0.76
		2	3.76±0.78	71.45±0.65	71.38±0.38	70.38±1.23	65.38±0.43	61.38±0.87	58.98±1.93
10		3	3.31±0.92	72.03±0.45	72.00±0.22	69.80±0.46	65.00±0.87	61.00±0.95	60.00±0.76
	สัปปะรด	2	3.94±1.23	63.21±0.38	63.20±0.74	62.45±0.56	61.45±0.21	61.40±-0.23	59.45±0.19
		5	3.36±0.43	66.94±0.74	66.90±0.32	66.30±0.99	64.90±0.97	61.90±0.46	60.91±0.32
		10	3.01±0.11	68.91±0.84	68.43±0.94	67.91±1.20	64.91±0.64	63.67±0.49	60.94±0.57
	สารสกัดรำข้าว	2	4.51±0.79	63.92±0.63	63.84±0.23	63.82±1.04	63.10±0.35	61.67±0.51	59.12±0.32
		5	4.74±0.32	67.43±0.18	67.41±0.11	67.41±0.25	65.44±0.34	64.41±0.64	60.14±0.86
		10	4.91±0.35	68.45±0.43	68.41±0.32	66.59±0.85	63.21±0.54	61.32±0.83	60.18±0.99

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องคือ สารที่สามารถยับยั้งกิจกรรมของ PPO ได้ดีที่สุด คือ กรดแอสคอร์บิค ซีสเตอีน และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ตามลำดับ ในขณะที่ Yang และคณะ (2000) ศึกษาสารที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง PPO จากกล้วย *Musa sapientum* L. พบว่า ซีสเตอีน กรดแอสคอร์บิค กรดซิตริก และกรดอะซีติก มีประสิทธิภาพในการยับยั้งกิจกรรมของ PPO ได้ดี กรดแอสคอร์บิคจึงถูกนำมาใช้บ่อยที่สุดสำหรับการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้ Martinez และ Whitaker (1995) ระบุว่าการปรับลดค่า pH ของระบบให้มีค่า pH ไม่เกิน 4 ด้วยกรดต่างๆ เช่น กรดแอสคอร์บิค กรดซิตริก และกรดอะซีติก สามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของน้ำผลไม้ และชิ้นผลไม้ได้ อย่างไรก็ดีการใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในปริมาณที่มาก หรือน้อยเกินไป อาจส่งผลแห้วที่ได้ มีมีกลิ่นรสผิดปกติจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค หรือไม่สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ได้ตลอดอายุการเก็บรักษา จึงมีงานวิจัยจำนวนมากสนใจศึกษาถึงการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาทางเอนไซม์ในผัก และผลไม้ต่างๆ โดยการใช้ความร้อนร่วมกับการใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของผัก และผลไม้ต่างๆ เช่น มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) กล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* L. (ABB group) 'Kluai Nam Wa') สับปะรด (*Ananas comosus* L.) แอปเปิ้ล (*Malus* sp.) และมะม่วง (*Mangifera indica* L.) เป็นต้นในอนาคตสารสกัดจากเปลือกสับปะรดและสารสกัดจากรำข้าวอาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งนอกจากจะช่วยรักษาคุณภาพของผลผลิตของแห้วแล้ว ยังช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมี ซึ่งเป็นการเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้บริโภคอย่างยิ่งและยังเป็นการลดปริมาณส่วนที่เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรดได้อีกด้วย

4.ผลกการศึกษาสารที่ก่อให้เกิดจุดดำในแห้วต้ม

ในการศึกษาการเกิดจุดดำในแห้วเพื่อพิสูจน์ส่วนที่เป็นจุดดำในแห้วหลังกระบวนการต้ม โดยการศึกษาสารที่ก่อให้เกิดจุดดำสำคัญที่เป็นประโยชน์ โดยทั่วไปในธรรมชาติพบสารประกอบฟีนอลิคหลายชนิด ที่พบมากสุดจะเป็นกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และโพลิฟีนอล เช่น ลิกนิน (Lignin) และแทนนิน (Tannin) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในอาหาร และเครื่องดื่มที่มาจากพืชผักและผลไม้จะแตกต่างกัน ออกไปตามชนิดของพืช โครงสร้างของพืช โดยเฉพาะ จำนวนและองค์ประกอบของหมู่ไฮดรอกซิล และการ แทนที่ของ aromatic ring วิธีการปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูป และการเก็บรักษา(ปรียนันท์, 2549) นอกจากนี้ปัจจัยที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความคงตัวของสารประกอบฟีนอลิก ได้แก่ อุณหภูมิ และความเป็นกรด- ด่าง เป็นต้น ส่งผลทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง เนื่องจากเสื่อมสลายได้ง่ายด้วยความร้อน (ศรัณย์ และคณะ 2555) สอดคล้องกับพงศธร และ คณะ (2551) รายงานว่าการใช้ความร้อนใน กระบวนการแปรรูปมีส่วนทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง พัชรีและสกุลกานต์ ศึกษาผลของกรรมวิธีการประกอบอาหารต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ในดอกชมจันทรพบว่าชมจันทร์สด มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดคงเหลือมากกว่าการต้ม การตาก และ การอบ โดยความร้อนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สารต้านอนุมูลอิสระหลายตัวถูกทำลายไป ความร้อนที่แตกต่าง กันก็มีผลต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเช่นเดียวกับที่พบ ในกระบวนการคั่วชาสมุนไพรและกระบวนการผลิตที่ มีการให้ความร้อนแก่วัตถุดิบ ล้วนส่งผลต่อปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิคและความสามารถในการต้านอนุมูล อิสระทั้งสิ้น (พงศธร และคณะ, 2551; Areekul and Mettamethar, 2006)

ผลวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยวิธีไตเตรทการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (Total Phenolic Compound)โดยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric method ตามวิธีของ Wolfe, *et al.,* (2003) และวิเคราะห์ปริมาณ2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) Radical Scavenging Capacity) เป็นการศึกษาความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ความเข้มข้นต่างๆ ของตัวอย่างกับสารละลายมาตรฐาน DPPH ติดตามปฏิกิริยาโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 515 mm ที่ 30 นาทีจนกระทั่งค่าการดูดกลืนแสงคงที่ วิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (DPPH scavenging activity)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น(DPPH scavenging activity)โดยการเตรียมตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่างๆ ตัวอย่างน้ำแห้วจากส่วนต่างๆแล้วทำการวิเคราะห์และ คำนวณ% radical scavenging activity พบว่า**%**ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นของเปลือกแห้วมีค่ามากที่สุด ซึ่งสอดคล้องปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรองลงมาคือผลจากการวิเคราะห์เฉพาะจุดดำตรงกลางและ ส่วนที่เป็นเนื้อมีปริมาณต่ำสุด ผลแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก(mg Gallic acid/ml)ในแห้ว

ตัวอย่าง	**ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (mg Gallic acid/ml)**	**%ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (DPPH scavenging activity)**
เปลือกแห้ว	148.43±0.45[a]	72.65±0.79[a]
เฉพาะจุดดำตรงกลาง	89.50±0.12[b]	63.10±0.16[b]
ส่วนที่เป็นเนื้อ	75.25±0.34[c]	45.16±0.32[c]

จากการศึกษาปริมาณโปรตีน และปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ที่คาดว่ามีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดในแห้วต้ม ซึ่งปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล เกิดระหว่างน้ำตาลรีดิวส์ กับกรดอะมิโนหรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยาผลิตผลที่ได้จากปฏิกิริยาเมลลาร์ดเป็นสารประกอบหลายชนิด ที่ให้สีน้ำตาลและกลิ่นรสต่างๆ ทั้งที่พึงประสงค์ และไม่พึงประสงค์ ผลผลิตที่ไม่พึงประสงค์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด พบระหว่างการเก็บรักษา ทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ได้ทำการศึกษา 2 บริเวณ คือ จุดกลางที่เกิดสีดำ และเนื้อแห้วบริเวณรอบนอก พบว่า บริเวณจุดกึ่งกลางของแห้ว มีปริมาณโปรตีน ปริมาน้ำตาลรีดิวส์ และของแข็งที่ละลายได้น้อยกว่าเนื้อแห้วบริเวณรอบนอก โดยปริมาณที่วิเคราะห์ได้ แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (^{o}Brix)

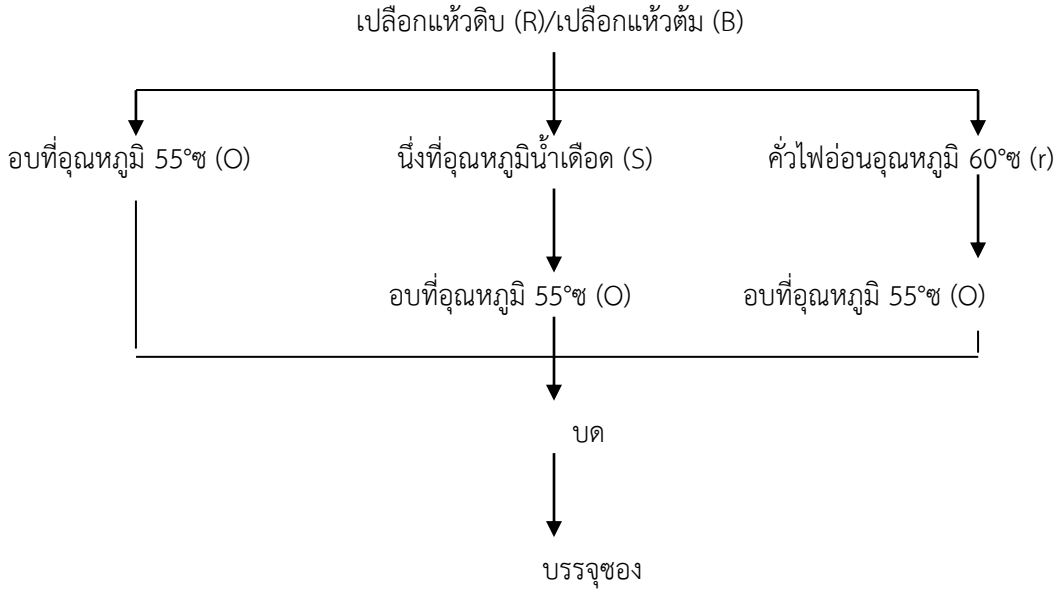
ตัวอย่าง	การวัดค่าคุณภาพ		
	ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำตาล(กรัม/100 กรัม)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (^{o}Brix)
จุดกลาง	1.71	0.09	6.6
เนื้อแห้ว	1.81	0.11	7.5

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์บริเวณจุดกึ่งกลางและในเนื้อแห้ว พบว่าปริมาณปริมาณน้ำตาลในแห้วมีปริมาณน้อย จนไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ โดยการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) ชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non enzymatic browning reaction) นั้นเป็นปฏิกริยาที่ที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวส์ (reducing sugar) กับกรดแอมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

5.ผลการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเปลือกแห้วและน้ำต้มแห้วที่เหลือจากกระบวนการแปรรูป

5.1การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากเปลือกแห้วโดยนำเศษแห้วที่เหลือจากกระบวนการตัดแต่งแห้ว

เตรียมเปลือกแห้วเพื่อการผลิตชา ทำการศึกษาเปลือกแห้วที่ผ่านกระบวนการที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ เปลือกแห้วจากแห้วดิบและเปลือกแห้วจากแห้วที่ผ่านการต้ม มาทำการศึกษาวิธีการทำชาจากเปลือกแห้วในขั้นต่อไป และศึกษากรรมวิธีการผลิตชา นำเปลือกแห้วทั้งสองชนิดมาผ่านกรรมวิธีการผลิตชาที่แตกต่างกัน 3 วิธี โดยมีขั้นตอนดังแสดง



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการผลิตชาจากเปลือกแห้ว

จากกระบวนการผลิตจะได้ชาเปลือกแห้วที่ผลิตจากเปลือกแห้วและกรรมวิธีแตกต่างกัน 6 ตัวอย่าง คือ ชาเปลือกแห้วดิบแล้วอบ (RO) ชาเปลือกแห้วต้มแล้วอบ (BO) ชาเปลือกแห้วดิบ นึ่งแล้วอบ (RSO) ชาเปลือกแห้วต้ม นึ่งแล้วอบ (BSO) ชาเปลือกแห้วดิบ คั่วแล้วอบ (RrO) และ ชาเปลือกแห้วต้ม คั่วแล้วอบ (BrO)

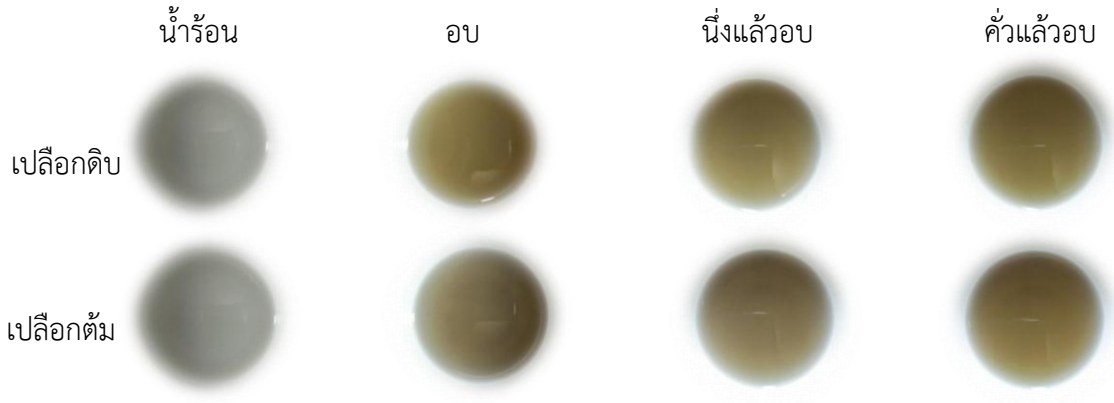
จากนั้นวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี-กายภาพโดยนำชาเปลือกแห้วที่ผลิตได้ทั้ง 6 ตัวอย่าง มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี-กายภาพโดยทำการชงชา ด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 96°ซ โดยใช้ชา 1 ซอง (2 กรัม) ต่อน้ำร้อน 250 มิลลิลิตร ระยะเวลาในการแช่ซองชานาน 2 นาที จากนั้นนำน้ำชาที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (mg Gallic acid/100g) และความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) วิเคราะห์ค่าสี L* a* b* โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ด้วย pH meter (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) ด้วย Handrefractometer และ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยประเมินการยอมรับ ด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล แบบ completely

randomized design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA และความแตกต่างโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ผลการศึกษาการผลิตชาจากเปลือกแห้วดิบและเปลือกแห้วต้ม โดยนำมาผ่านกระบวนที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ การอบ การนึ่งแล้วนำไปอบ และการคั่วแล้วนำไปอบ จากนั้นนำชาเปลือกแห้วที่ได้ทั้ง 6 ตัวอย่างมาทำการบดร่อน และบรรจุในถุงชา น้ำหนัก 2 กรัม/ถุง (ภาพที่ 6) เมื่อนำชามาชง ได้ลักษณะของน้ำชาดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์ชาจากเปลือกแห้ว



ภาพที่ 7 .ลักษณะของน้ำชาเปลือกแห้วที่ได้จากวิธีการต่างๆ

เมื่อนำน้ำชาที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) ได้ผลดังตารางที่10

ตารางที่ 10 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น(%DPPH) ของผลิตภัณฑ์ชาจากเปลือกแห้ว

ตัวอย่าง	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (mg Gallic acid/100g)	ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น(%DPPH)
RO	104±0.65[a]	50±0.67[a]
BO	101±0.67[a]	49±0.67[a]
RSO	92±0.58[b]	48.5±0.57[a]
BSO	90±0.46[b]	48±0.12[a]
RrO	71±0.71[c]	43.2±0.13[b]
BrO	78±0.34[c]	45±0.54[b]

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษภายในคอลัมน์ที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 10 พบว่า เปลือกแห้วดิบและเปลือกแห้วต้มเมื่อนำมาผลิตเป็นชา ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) ของชาเปลือกแห้วที่ผ่านขั้นตอนการผลิตเมื่อเปรียบเทียบที่วิธีการผลิตเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่กรรมวิธีการผลิต คือ การอบ การนึ่งแล้ว และ การคั่วแล้วอบ มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) ของชาเปลือกแห้ว ($p>0.05$) โดยชาที่ผ่านการอบเพียงอย่างเดียวมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) สูงที่สุด รองลงมาคือ ชาที่ผ่านการนึ่งแล้วอบ และ ชาที่ผ่านการคั่วแล้วอบ ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความคงตัวของสารประกอบฟีนอลิค ได้แก่ อุณหภูมิ และความเป็นกรด- ด่าง เป็นต้น โดยส่งผลให้ปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกลดลง เนื่องจากเสื่อมสลายได้ง่ายด้วยความร้อน (ศรัณย์ และคณะ 2555) สอดคล้องกับพงศธร และ คณะ (2551) รายงานว่า การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปมีส่วนทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคลดลงโดยทั่วไปในธรรมชาติพบสารประกอบฟีนอลิคได้หลายชนิด ชนิดที่พบมากสุดจะเป็นกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และโพลิฟีนอล เช่น ลิกนิน (Lignin) และ แทนนิน (Tannin) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคในอาหารและเครื่องดื่มที่มาจากพืชผักและผลไม้จะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืช โครงสร้างของพืช โดยเฉพาะจำนวนและองค์ประกอบของหมู่ไฮดรอกซิล และการแทนที่ของ aromatic ring วิธีการปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูป และการเก็บรักษา (ปรียนันท์, 2549)

ผลการวิเคราะห์ค่าสี L* a* b* ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) ของน้ำชาเปลือกแห้วแสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าสีค่าความเป็นกรดด่าง (pH)และปริมาณของแข็งที่ละลายได้(TSS) ของน้ำชาเปลือกแห้ว

ตัวอย่าง	ค่าสี			pH$^{(NS)}$	TSS$^{(NS)}$
	L*$^{(NS)}$	a*	b*		
RO	53.29±0.17	8.28±0.54^{ab}	-7.99±0.43^{c}	7.33±0.13	0.23±0.09
BO	53.96±0.23	9.54±0.23^{a}	-6.48±0.13^{c}	7.33±0.41	0.26±0.03
RSO	53.70±0.11	5.86±0.67^{c}	0.95±0.32^{a}	6.93±0.18	0.33±0.27
BSO	52.61±0.32	10.10±0.21^{a}	0.91±0.42^{a}	7.31±0.67	0.30±0.19
RrO	53.27±0.54	3.21±0.65^{c}	0.78±0.25^{a}	7.05±0.27	0.26±0.66
BrO	53.45±0.87	8.48±0.99a^{c}	-3.02±0.81^{b}	7.40±0.44	0.30±0.81

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษภายในคอลัมน์ที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{NS} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากการวิเคราะห์ค่าสีของน้ำชาจากชาเปลือกแห้ว พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของน้ำชาทั้ง 6 ตัวอย่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีความแตกต่างทางสถิต ($p<0.05$) โดยน้ำชาจากเปลือกแห้วมีสีแดงออกน้ำเงินเล็กน้อย มีค่าความสว่างปานกลาง (moderate Light, Less Red, Less Blue) และน้ำชาเปลือกแห้วทั้ง 6 ตัวอย่างมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.93±0.18 - 7.40±0.44 และมี TSS อยู่ในช่วง 0.23±0.09 - 0.33±0.27

ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของน้ำชาจากชาเปลือกแห้ว โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน แสดงดังตารางที่12

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำชาจากชาเปลือกแห้ว

ตัวอย่าง	คะแนนความชอบ			
	สี^{NS}	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
RO	6.00	5.90^{bc}	5.10^{c}	6.10^{bc}
BO	6.50	6.60^{a}	5.90^{b}	6.50^{ab}
RSO	6.20	5.80^{c}	6.60^{a}	6.50^{ab}
BSO	6.00	5.80^{c}	6.20^{ab}	6.30^{abc}
RrO	6.40	6.00^{bc}	5.30^{c}	6.00^{c}
BrO	6.10	6.40^{ab}	6.60^{a}	6.70^{a}

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษภายในคอลัมน์ที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{NS} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำชาจากชาเปลือกแห้ว พบว่า น้ำชาจากชาทั้ง 6 ตัวอย่างมีคะแนนความชอบในด้านสีไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยมีคะแนนความชอบด้านสีอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย (6.00 – 6.50) น้ำชาที่ได้จากเปลือกแห้วต้มแล้วอบ และเปลือกแห้วต้ม คั่วแล้วอบ ได้คะแนนความชอบในด้านกลิ่นมากที่สุดโดยมีระดับความชอบอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ได้รับคะแนนเฉลี่ยเป็น 6.60 และ 6.40 ตามลำดับ ความชอบในด้านรสชาติ พบว่า น้ำชาที่ได้จากเปลือกแห้วต้ม คั่วแล้วอบ เปลือกแห้วดิบ นึ่งแล้วอบ และเปลือกแห้วต้ม นึ่งแล้วอบ ได้คะแนนความชอบในด้านรสชาติไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยได้รับคะแนนด้านรสชาติมากที่สุด มีระดับความชอบอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ได้รับคะแนนเฉลี่ยเป็น 6.60 6.60 และ 6.20 ตามลำดับคะแนน คะแนนความชอบโดยรวมของน้ำชาที่ได้จากเปลือกแห้วต้ม คั่วแล้วอบ เปลือกแห้วต้มแล้วอบ เปลือกแห้วดิบ นึ่งแล้วอบ และเปลือกแห้วต้ม นึ่งแล้วอบ ได้คะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีระดับความชอบอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ได้รับคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.30 – 6.70 โดยตัวอย่างน้ำชาจากเปลือกแห้วดิบ คั่วแล้วอบได้รับคะแนนต่ำสุดคือ 6.00

5.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำต้มแห้วบรรจุขวด

น้ำส้มสายชูเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการบริโภคกันมาเป็นเวลานานแล้ว โดยใช้เป็นสารเติมแต่งในอาหาร เป็นสารปรุงแต่งรส ช่วยในการถนอมอาหาร นอกจากนี้ในปัจจุบันยังมีการบริโภคในรูปแบบของ เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ น้ำส้มสายชูมีคุณประโยชน์หลาย ด้าน เช่น การรับประทานน้ำส้มสายชูควบคู่ไปกับอาหารจะช่วยลดระดับการเพิ่มขึ้นของน้ำตาลกลูโคสและ อินซูลินหลังการรับประทานอาหาร ทำให้ความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานลดลง (Johnston et al., 2004) ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของหนูทดลอง (Fushimi et al., 2006) มีผลต่อการลดน้ำหนักเนื่องจากช่วยลดความอยากอาหาร (Ostman et al., 2005) เป็นต้น น้ำส้มสายชูสามารถผลิตได้จากวัตถุดิบ หลายชนิด เช่น ผลไม้ ธัญพืช แป้ง แอลกอฮอล์ เป็นต้น น้ำต้มแห้วเป็นวัตถุดิบในประเทศที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักได้ งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักซึ่งเป็นวัตถุดิบในประเทศเท่ากับเป็นการเพิ่มมูลค่าและเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักเพื่อสุขภาพให้เป็นทางเลือกใหม่โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสูตรและวิธีการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำต้มแห้วและศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำต้มแห้วที่หมักโดยเชื้อ แบคทีเรีย *Acetobacter aceti* โดยทำการเตรียมวัตถุดิบและการวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ โดยการวิเคราะห์สารเคมีตกค้างในน้ำต้มแห้ว จากนั้นวัดค่าพีเอช ค่าความหวานจากนั้นศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักน้ำส้มสายชู และการศึกษาค่าคุณภาพของน้ำส้มสายชูหมัก โดยวัดปริมาณน้ำตาล ความเป็นกรด ค่า pH ค่าสี จากผลการวิจัยในการเตรียมวัตถุดิบและการวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบโดยเตรียมแห้วโดยการนำหัวแห้วมาผ่านการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่าให้สะอาด จากนั้นต้มในน้ำเดือดโดยใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำ : แห้ว ในอัตรา 5 : 1 โดยน้ำหนัก ทำการเปรียบเทียบ 2 แบบ คือ ต้มทั้งเปลือกและปอกเปลือกแล้วต้ม ต้มนาน 2 ชั่วโมงในน้ำเดือด จากนั้นกรองแล้วเก็บสารละลายส่วนใส เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการหมักต่อไป จากผลการวิเคราะห์ต้มทั้งเปลือกและปอกเปลือกแล้วต้มให้ค่า TSS ไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 8 การเตรียมกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูในห้องปฏิบัติการ

จากการทดลองการทำน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำต้มแห้วได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบโดยการเก็บตัวอย่างจากกลุ่ม ผลการทดสอบหาสารตกค้างในกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากแห้วโดยการวิเคราะห์สารเคมีตกค้างในน้ำต้มแห้ว ก่อนกระบวนการผลิตโดยวิเคราะห์หาสารฟอกขาว โดยการใช้ชุดทดสอบพบว่าการทำปฏิกิริยากับสารทดสอบน้ำต้มแห้วมีสีฟ้าอ่อน แสดงให้เห็นว่าน้ำต้มแห้วที่นำมาผลิตนี้ไม่พบสารฟอกขาวในตัวอย่าง

ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักน้ำส้มสายชู โดยอาศัยกระบวนการหมักจากยีสต์ *Saccharomyces cereviase* โดยนำน้ำต้มแห้วจากขั้นตอนการเตรียมน้ำต้มแห้วมาปรับค่าพีเอชที่ 3.5-4 และค่าความหวานที่ 20 $^{\circ}$ Brix บรรจุขวด พักให้เย็น เติมเชื้อยีสต์ บ่ม 4 สัปดาห์ เป็นการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทธิลแอลกอฮอล์ โดยใช้น้ำตาลในน้ำต้มเชื่อมแห้วและน้ำตาลที่เติมลงไปเพื่อเปลี่ยนเป็นเอทธิลแอลกอฮอล์ ในสภาวะหมักที่ไม่ต้องการอากาศจึงควรหมักในภาชนะปากแคบ เนื่องจากขั้นตอนนี้จะมี by product คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการระบายก๊าซนี้ออกไปจากถังหมัก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการหมักประมาณ 23 – 27 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 9 ผลิตภัณฑ์กระบวนการหมักจากหัวเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cereviase*

จากนั้นผลิตน้ำส้มสายชูจากแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* โดยนำน้ำหมักจากกระบวนการหมักจากยีสต์เป็นขั้นตอนที่มีการออกซิไดซ์พวกแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติกหรือกรดน้ำส้ม โดยการทำงานของแบคทีเรียที่ผลิตกรดน้ำส้มในกลุ่ม Acetic acid bacteria โดยอาศัยสภาวะการหมักแบบใช้ออกซิเจน จึงจำเป็นต้องหมักในภาชนะปากกว้างเพื่อให้มีพื้นที่สัมผัสกับอากาศให้มาก เพื่อให้อากาศผ่านเข้าไปในถังหมัก โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิประมาณ 26 – 29 องศาเซลเซียส (ธนาวรรณ สุขเกษมและคณะ, 2557)



ภาพที่ 10 ผลิตภัณฑ์กระบวนการหมักจากจากแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* เป็นน้ำส้มสายชู

จากผลการทดลอง พบว่า การใส่ปริมาณน้ำหมัก 1 ใน 5 ของขนาดบรรจุภัณฑ์ ทำให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดน้ำส้มในกลุ่ม Acetic acid bacteria ทำงานได้ดีมีให้ปริมาณกรดน้ำส้มที่สูงเนื่องจากเชื้อ *A. aceti* ต้องการอากาศ (วราวุฒิและรุ่งนภา, 2532) สอดคล้องกับวริศชนม์และกุลพร(2553) ที่พบว่าระดับความสูง ของน้ำหมักที่มากขึ้นจะทำให้การเปลี่ยนแอลกอฮอล์ ให้เป็นกรดอะซีติคด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลง จากตารางที่ 11 น้ำส้มสายชูหมักมีลักษณะใส มีสีส้มอ่อน มีค่า L* เท่ากับ50.17±0.87 ค่า a* เท่ากับ1.05±0.84 ค่า b* เท่ากับ 0.40±0.46 และมีค่า TSS เท่ากับ 12.33±0.01 ค่า pH เท่ากับ 2.81±0.01 ปริมาณ CH_3COOH เท่ากับ 4.14 % แสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของน้ำส้มสายชูจากเปลือกแห้ว

ตัวอย่าง	**ค่าคุณภาพ**					
	L*	a*	b*	TSS$^{(NS)}$	pH$^{(NS)}$	**ปริมาณ** CH_3COOH (% w/v)$^{(NS)}$
น้ำส้มสายชู	50.17±0.87b	1.05±0.84b	0.40±0.46a	11.36±0.02	3.01±0.03	4.14

บทที่ 3
การดำเนินงานด้านการพัฒนางานวิจัยเชิงประเด็น

ระยะเวลาการดำเนินงาน (ระบุช่วงเวลาตามแผน)	กิจกรรม (ตามTOR)	ผลที่คาดหวัง (ตามTOR)	ผลที่เกิดขึ้นจริง	คำชี้แจง (ทำได้หรือไม่ได้เพราะอะไร)
6 เดือนที่ 1	1.ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแห้ว 2.ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีน้ำตาลในกระบวนการต้มแห้ว	ตามวัตถุประสงค์ที่ 1	ข้อมูลองค์ประกอบของแห้วสดและแป้งแห้ว และวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผลสด	ทำได้วัตถุประสงค์ที่ 1
6 เดือนที่ 2	3.ศึกษาวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแห้วสดปอกเปลือกด้วยสารสกัดธรรมชาติ 4.การศึกษาสารที่ก่อให้เกิดจุดดำในแห้วต้ม	ตามวัตถุประสงค์ที่ 2	ข้อมูลการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผลสด	ทำได้วัตถุประสงค์ที่ 2 การศึกษาสารที่ก่อให้เกิดจุดดำในแห้วต้ม(ทำเพิ่มจากข้อเสนอแนะผู้ทรงคุณวุฒิ)
6 เดือนที่ 2	5.ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเปลือกแห้วและน้ำต้มแห้วที่เหลือจากกระบวนการแปรรูป	ตามวัตถุประสงค์ที่ 3	วิธีการทำผลิตภัณฑ์จากแห้ว เปลือกแห้วรวมทั้งการนำน้ำต้มให้ไปใช้ประโยชน์	ทำได้วัตถุประสงค์ที่ 3

วัตถุประสงค์	กิจกรรม	ผู้เกี่ยวข้อง	จำนวนวันที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ
1.ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแห้ว	1.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแห้วสด โดยหาปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย (Crude fiber) เถ้า และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 1.2 วิเคราะห์ปริมาณแป้ง (starch) โดยวิธี Polarimetric method (มอก. 52-2516) 1.3 วิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส โดยวิธี Colorimetric method (มอก. 638-2529) 1.4 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีกายภาพ โดยการวัดค่า pH ค่าสี ของแป้ง ค่าดัชนีการอุ้มน้ำ (water absorption index,WAI) และดัชนีการละลายน้ำของแป้ง (water solubility index,WSI) (ดัดแปลงจากวิธีของ Anderson และ คณะ ,1969) 1.5 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกแห้ว โดยหาปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย (Crude fiber) เถ้า และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 1.6 วิเคราะห์สารตกค้างในแห้วสดและน้ำต้มแห้ว	กลุ่มสตรีแม่บ้าน อสม แปรรูปผลิตภัณฑ์แห้ว จ.สุพรรณบุรี	90 วัน	ผ.ศ.ทศพร นามโฮง อ.เสน่ห์ บัวสนิท
2.ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีน้ำตาลในกระบวนการต้มแห้ว	2.1.ศึกษาการลดการเกิดสีน้ำตาลของแห้วสดโดยแช่ลงในสารละลายกรดซิตริก ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ แช่ในสารลายในเวลา 60 นาที นำไปต้ม และทำการวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงของแห้วด้วยการวัดผลโดยการประเมินด้วยสายตาและเครื่องวัดสี	กลุ่มสตรีแม่บ้าน อสม แปรรูปผลิตภัณฑ์แห้ว จ.สุพรรณบุรี	90 วัน	ผ.ศ.ทศพร นามโฮง อ.เสน่ห์ บัวสนิท

3.ศึกษาวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแห้วสดปอกเปลือกด้วยสารสกัดธรรมชาติ	ศึกษาผลของสภาวะของการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแห้วโดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติชนิดต่างๆ รวมถึงชนิดสารสกัดจากธรรมชาติ เช่น เปลือกสัปปะรด, รำข้าว ที่มีความสามารถในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของแห้ว นำแห้วที่คัดไว้มาแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกกลุ่มควบคุมทำตามวิธีที่เกษตรกรทำ กลุ่มที่สอง		60 วัน	อ.สุภาพร พาเจริญ
4.การศึกษาสารที่ก่อให้เกิดจุดดำในแห้วต้ม	3.1 วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยวิธีไตเตรท 3.2 วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงส์ 3.3 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน		60 วัน	อ.เสน่ห์ บัวสนิท อ.สุภาพร พาเจริญ
5.ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเปลือกแห้วและน้ำต้มแห้วที่เหลือจากกระบวนการแปรรูป	5.1 พัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากเปลือกแห้ว โดยพัฒนาเป็นชาแห้ว และวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางประสาทสัมผัส 5.2 พัฒนาผลิตภัณฑ์โดยผลิตเป็นน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำต้มแห้ว บรรจุขวดทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	กลุ่มสตรีแม่บ้านอสม แปรรูปผลิตภัณฑ์แห้ว จ.สุพรรณบุรี	120 วัน	ผ.ศ.ทศพร นามโฮง อ.เสน่ห์ บัวสนิท อ.วรรภาวงศ์แสงธรรม อ.จันทร์เพ็ญ บุตรใส

บทที่ 4
ข้อวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วและเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่งโดยได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์การทดลองที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิธีการลดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์ทั้งนี้การทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อหาแนวทางการใช้ประโยชน์จากแห้วพบว่า

1. ในขั้นตอนของการศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์นั้นเพื่อให้มีข้อมูลพื้นฐานประกอบในการทำผลิตภัณฑ์จึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพด้วยทั้งนี้ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีกายภาพของแห้วสด และเปลือกแห้ว เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเปลือกแห้วและน้ำแห้วต่อไป โดยการศึกษาพบว่าแห้วที่ได้จากกลุ่มเกษตรกร พบว่าในแห้วสดที่นำมาวิเคราะห์โดยการทำเป็นแป้งแห้วมีปริมาณเยื่อใยสูง ที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีสูง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหัวแห้ว พบว่า มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 6.53โปรตีน ร้อยละ 9.39ไขมัน ร้อยละ 0.68 เส้นใย (Crude fiber)ร้อยละ 6.67 เถ้าร้อยละ 7.17และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ร้อยละ 69.56 และเปลือกแห้วมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 8.22 โปรตีน ร้อยละ 11.21 ไขมัน ร้อยละ 1.2 เส้นใย (Crude fiber)ร้อยละ 13.97 เถ้าร้อยละ 7.51 และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ร้อยละ 57.89โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งในการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่าแห้วจาก ต.วังยาง อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรีนั้นมี ปริมาณโปรตีน ค่อนข้างสูง และสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ โดยเกษตรกร พบว่า แห้วที่ทำการเก็บเกี่ยวจะเก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือน เนื่องจากให้ผลผลิตสูง แต่เพื่อให้ครอบคลุมการใช้ประโยชน์ผู้วิจัย มีแนวความคิดในการที่จะศึกษาเกี่ยวกับอายุของแห้วที่เหมาะสมเพื่อทดสอบว่าการเก็บเกี่ยวที่อายุที่แตกต่างกัน น่าจะมีผลต่อการทำผลิตภัณฑ์ของกลุ่มได้ ในการทดลองนี้ในการวิเคราะห์ทดสอบลักษณะของแห้วมีความแปรปรวนด้านสีของผลิตภัณฑ์เนื่องจากในขั้นตอนการตัดแต่ง จึงต้องมีการแก้ไขโดยการปลอกเปลือกและนำลงน้ำทันที เพื่อรักษาสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเกิดในขั้นตอนการทำแป้งจากแห้ว แป้งจะมีสีเทาเกิดขึ้น ซึ่งในขั้นตอนี้สามารถเกิดการวิจัยศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนสีของแป้งแห้วต่อไป

2. ในการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดการเกิดสีในกระบวนการต้มแห้วโดยแช่ลงในสารละลายกรดซิตริกสามารถทำให้ค่าสี (ค่า L*) มีความสว่างขึ้น แต่ไม่สามารถลดจุดดำลงได้ทั้งหมดโดยการทดลองโดยเตรียมตัวอย่างแห้วแช่ลงในสารละลายกรดซิตริก ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 0.6 M, 0.8M ,1.0M ,1.2 M และ1.4 M โดยนำแห้วแช่ในสารลายในเวลา 60 นาที แห้วมีสีขาวขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแห้วที่แช่ในน้ำเปล่า นำมาต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการต้ม 30 นาที และนำมาวัดค่าทางกายภาพได้แก่ค่าค่าความแน่นเนื้อ และค่าสี พบว่าในเวลาการต้ม 30 นาที สีของแห้วไม่แตกต่างกัน โดยยังพบจุดดำในแห้วต้ม แต่ลักษณะของสีมีความสว่าง(ค่า L*)เพิ่มขึ้น

3. การใช้สารสกัดจากธรรมชาติ พบว่าสารสกัดจากรำข้าวสามารถลดการเกิดจุดดำในแห้วได้ดีกว่าสารสกัดอื่น ๆ สารสกัดจากรำข้าว ระดับความเข้มข้นของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล 2,4 และ 6% จากผลการทดลองพบว่าการแช่สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลร่วมกับการนึ่งด้วยไอน้ำสามารถช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ ในอนาคตสารสกัดจากเปลือกสับปะรดและสารสกัดจากรำข้าวอาจจะเป็น

ทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งนอกจากจะช่วยรักษาคุณภาพของผลผลิตของแห้วแล้ว ยังช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมี ซึ่งเป็นการเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้บริโภคอย่างยิ่ง และยังเป็นการลดปริมาณส่วนที่เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรดได้อีกด้วยแต่ต้องมีการศึกษาต่อไปเพื่อนำไปถ่ายทอดกับกลุ่มเกษตรกร ซึ่งต้องมีการศึกษาในกระบวนการนี้ซ้ำอีกโดยทำควบคู่ไปกับการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ

4. การศึกษาถึงการเกิดจุดดำในแห้วพบว่าส่วนที่เป็นจุดดำมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากการวิเคราะห์จากเปลือกแห้ว จุดกลางที่เป็นสีดำ และในเนื้อแห้ว พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดของแห้วที่มีสีดำตรงกลาง และในเนื้อแห้วค่อนข้างสูง โดยพบในเปลือกแห้ว 148.43 **mg Gallic acid/ml** เฉพาะจุดดำตรงกลาง 89.50 **mg Gallic acid/ml** และส่วนที่เป็นเนื้อ 75.25 **mg Gallic acid/ml** และศึกษา % ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น(DPPH scavenging activity) ของจุดดำ และเนื้อแห้ว พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยพบในเปลือกแห้ว 72.65 % เฉพาะจุดดำตรงกลาง 63.10 % และส่วนที่เป็นเนื้อ 45.16 % โดยสารประกอบฟีนอลิก เป็นสารที่พบในกลุ่มของสารต้านอนุมูลอิสระส่วนใหญ่ซึ่งมีสารประกอบไนโตรเจนและแคโรทีนอยด์ (วิภาดา และยิ่งยง, 2554) ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่พบได้ในพืช มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนที่มีหมู่ไฮดรอกซิลละลายน้ำ ได้ มักพบอยู่ทั่วไป รวมอยู่กับน้ำ ตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ 3 (Glycosides) ในธรรมชาติพบสารประกอบฟีนอลิกได้หลายชนิด ที่พบมากสุดจะเป็นกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และโพลิฟีนอลิค เช่น ลิกนิน (Lignin) และ แทนนิน (Tannin) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในอาหารที่มาจากพืชผักและผลไม้จะแตกต่างกันตามชนิดของพืช ระดับความสุก กระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา (ปรียนันท์, 2549)ซึ่งประโยชน์ของสารประกอบฟีนอลิก เช่น มีส่วนช่วยป้องกันมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือดสมอง ลดโคเลสเตอรอลชนิดแอลดีแอลและไตรกลีเซอไรด์ และช่วยเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลชนิดเอชดีแอล ลดความดันโลหิตและระดับน้ำตาลในเลือด(จารนัย, 2007) สารประกอบฟีนอลิก มีหมู่ฟีนอลบนวงเบนซีนสามารถให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ จึงช่วยยับยั้งหรือชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ (Hu and Kitts, 2000)แต่การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปมีส่วนทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง จึงทำให้แห้วมีสีที่เข้มขึ้นหรือปรากฏสีดำหรือสีน้ำตาล

5. จากการศึกษากระบวนการผลิตชาเปลือกแล้วโดยพัฒนาเป็นชาแห้ว และวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่า การใช้เปลือกแห้วดิบและเปลือกแห้วต้ม ไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) ในผลิตภัณฑ์ชาที่ใช้กระบวนการผลิตวิธีเดียวกัน แต่ผลของการให้ความร้อนด้วยวิธีอบ นึ่ง และการคั่วมีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลงตามลำดับ โดยวิธีอบและนึ่งมีผลต่อความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การคั่วมีผลทำให้ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (%DPPH) มีค่าต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ ตัวอย่างน้ำชาที่ได้ทั้งหมดมีสีแดงออกน้ำเงินเล็กน้อย มีค่าความสว่างปานกลาง (moderate Light, Less Red, Less Blue) มีค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่แตกต่างกัน (6.93±0.18 - 7.40±0.44 และ 0.23±0.09 - 0.33±0.27 ตามลำดับ) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า น้ำชาที่ได้จากเปลือกแห้วต้ม คั่วแล้วอบ ได้รับคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด

6. จากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูจากน้ำต้มแห้วทดสอบคุณภาพ พบว่าการใส่ปริมาณน้ำหมัก 1 ใน 5 ของขนาดบรรจุภัณฑ์ ทำให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดน้ำส้มในกลุ่ม Acetic acid bacteria ทำงานได้ดีมีให้ปริมาณกรดน้ำส้มที่สูงเนื่องจากเชื้อ *A. aceti* ต้องการอากาศ (วราวุฒิและรุ่งนภา, 2532) สอดคล้องกับวริศชนม์และกุลพร(2553) ที่พบว่าระดับความสูง ของน้ำหมักที่มากขึ้นจะทำให้การเปลี่ยนแอลกอฮอล์ ให้เป็นกรดอะซีติคด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลง จากตารางที่ 11 น้ำส้มสายชูหมักมีลักษณะใส มีสีส้มอ่อน มีค่าความสว่างเท่ากับ L*50.17±0.87 b a*1.05±0.84b b*0.40±0.46a และมีค่าTSS เท่ากับ 12.33±0.01 pH เท่ากับ2.81±0.01ปริมาณ CH_3COOH เท่ากับ 4.14 %

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิธีการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วและเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่ง เป็นการศึกษาเกี่ยวกับจุดดำที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ต่อการตัดสินใจซื้อ ทั้งนี้การทดลองได้ศึกษาถึงสารจากจุดดำในแห้วที่เป็นประโยชน์ เพื่อให้ผู้ซื้อเห็นควรเพิ่มการประชาสัมพันธ์ และศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษสิ่งเหลือใช้จากการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยการเพิ่มผลิตภัณฑ์จากเศษสิ่งเหลือใช้เป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพ

1. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (Total Phenolic Compound)

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (Total Phenolic Compound)โดยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric method ตามวิธีของ Wolfe, *et al.,* (2003) โดยเตรียมสารละลายสารละลาย Folin-Ciocalteu 10 % ในน้ำกลั่น (เก็บไว้ใช้ได้) สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 5% ในน้ำกลั่น (เก็บไว้ใช้ได้) และสารละลายมาตรฐาน gallic acid

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย

เตรียมสารละลาย gallic acid ความเข้มข้น 100 microgram/ml ปริมาตร 50 ml

↓

เจือจางที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, และ 80 microgram /ml ปริมาตร 5 ml

↓

ปรับปริมาตรของสารละลายมาตรฐานด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 5 ml

ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด

สารละลายมาตรฐาน (0-100 microgram/ml) หรือตัวอย่างปริมาตร 0.4 ml (3 ซ้ำ)

↓

เติม Folin-Ciocalteu 2 ml. ทิ้งไว้ 4 นาที

↓

เติมสารละลาย Na_2CO_3 1.6 ml. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที
(สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ความเข้มของสีตามความเข้มข้นของ gallic acid)

↓

Centrifuge ที่ความเร็วรอบ 5000 rpm 10 นาที

↓

นำสารละลายส่วนใสวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 nm.(ใช้น้ำกลั่นเป็น blank)

↓

พลอตกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของ gallic acid (microgram/ml)

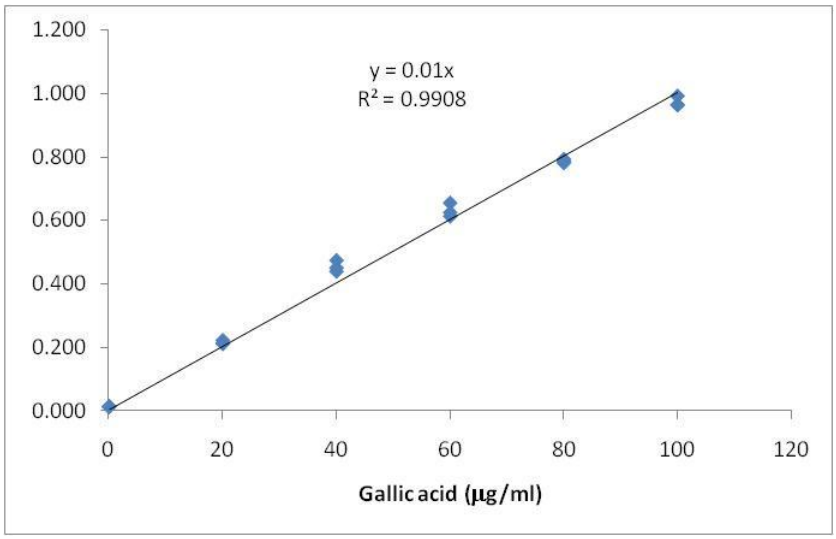
↓

คำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่าง

สารละลายมาตรฐาน (0-100 microgram/ml) ผลการดูดกลืนแสงของ Standard curve gallic acid

Gallic acid microgram/ml	Absorbance
0	0.014
0	0.013
0	0.012
20	0.222
20	0.211

20	0.213
40	0.474
40	0.450
40	0.439
60	0.613
60	0.655
60	0.625
80	0.781
80	0.787
80	0.793
100	0.964
100	0.992
100	0.964



2. การวิเคราะห์ปริมาณ 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) Radical Scavenging Capacity)

เป็นการศึกษาความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ความเข้มข้นต่างๆ ของตัวอย่างกับสารละลายมาตรฐาน DPPH ติดตามปฏิกิริยาโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 515 mm ที่ 30 นาทีจนกระทั่งค่าการดูดกลืนแสงคงที่ ปฏิกิริยา reduction ขึ้นอยู่กับสีที่ซีดจางลง % DPPH ที่คงเหลืออยู่คำนวณได้จาก

$$\%DPPH_{rem} = 100 \times [DPPH]_{rem}/[DPPH]_{T=0}$$

<u>ขั้นตอนการเตรียมสารเคมี</u>

- สารละลาย DPPH ความเข้มข้น 200 micromole (µM) (DPPH, MW 394.33 g/mol)
- เตรียมตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่างๆ ตัวอย่างน้ำแห้วจากส่วนต่างๆ

เจือจางที่ความเข้มข้นเริ่มต้นจาก 10 microlitre ปริมาตร 25 ml
(ปิเปตน้ำแห้ว 0.25 ml ปรับปริมาตรด้วย ethanol ให้ได้ 25 ml)

↓

เจือจางด้วย Ethanol ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 microlitre
(ใช้น้ำแห้วที่ 10 microlitre ปริมาตร 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 และ 1.25 ml ตามลำดับ)

↓

ปรับปริมาตรด้วย Ethanol ให้ได้ 5 ml
(เติม 4.75, 4.5, 4.25, 4 และ 3.75 ml ตามลำดับ)

<u>ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณ</u>

สารละลายความเข้มข้น (0-2.5 microlitre) หรือตัวอย่างปริมาตร 1.5 ml (3 ซ้ำ)

↓

เติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 200 micromole (µM) 1.5 ml เขย่าให้เข้ากัน

↓

ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที

(สารละลายจะมีสีซีดม่วงจางลงตามความเข้มข้นของสารละลาย)

↓

วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 515 nm.(ใช้ ethanol เป็น blank)

↓

คำนวนค่า% radical scavenging activity จาก

$\%DPPH_{rem} = 100 \times [DPPH]_{rem}/[DPPH]_{T=0}$

↓

พลอตกราฟมาตรฐานระหว่างค่า% radical scavenging activity และความเข้มข้น

↓

คำนวณ% radical scavenging activity ลดลงร้อยละ 50

ภาคผนวก ข

กระบวนการทำงานและการถ่ายทอดเทคโนโลยี



ภาพผนวกที่ 1 กลุ่มผู้ใช้



ภาพผนวกที่ 2 ผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม





ภาพผนวกที่ 3 การเตรียมตัวอย่างเพื่อทำแป้งแห้ว



ภาพผนวกที่ 4 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพผลิตภัณฑ์

กรรมวิธีการผลิตชาจากเปลือกแห้ว



ภาพผนวกที่ 5 การล้างแห้วเพื่อนำเปลือกไปใช้ในการผลิตชา



a. b. c.

ภาพผนวกที่ 6 กรรมวิธีการผลิตชาจากเปลือกแห้ว a. การอบ b. การนึ่ง และ c. การคั่ว



a.



b.



c.



ภาพผนวกที่ 7 กรรมวิธีa. การบด b. การร่อน และ c. การบรรจุชาจากเปลือกแห้ว



ภาพผนวกที่ 8 ถ่ายทอดองค์ความรู้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร เรื่อง การผลิตน้ำส้มสายชูจากน้ำต้มแห้ว





ภาพผนวกที่ 9 ถ่ายทอดองค์ความรู้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร เรื่อง การผลิตชาแห้ว



ภาพผนวกที่ 10 ถ่ายทอดองค์ความรู้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร

ภาคผนวก ค
เอกสารประกอบการอบรมถ่ายทอดโครงการ

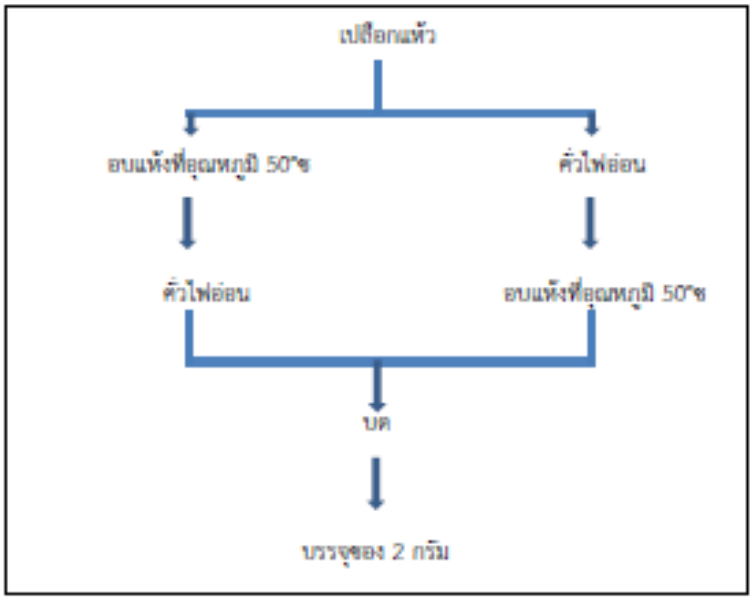
การแปรรูปผลิตภัณฑ์ขาจากเปลือกแห้ว อาจารย์วรรภา วงศ์แสงธรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภูมิ

แห้ว (Chinese water chestnut)

แห้วเป็นพืชสมุนไพรตระกูลกก มีฤทธิ์เย็น รสหวาน อุดมไปด้วยสารอาหารประเภทต่างๆ ในแห้วจะอุดมไปด้วยโพแทสเซียม แห้ว 1/2 ถ้วยตวง มีโพแทสเซียมสูงถึง 360 มิลลิกรัม การบริโภคแร่ธาตุโพแทสเซียมประมาณ 4.7 กรัมต่อวัน จะช่วยบำรุงระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาทให้ทำงานเป็นปกติ นอกจากนี้แห้วยังมีวิตามิน B และ E สูง จึงป้องกันโรคเหน็บชา และปากนกกระจอกได้ ยังทั้งยังช่วยบำรุงผิวหนังให้มีสุขภาพดีสวยเปล่งปลั่งจึงเหมาะสำหรับสาวๆอย่างมาก (http://www.academia.edu/9435605/ประโยชน์ของแห้ว) จากบทความสุขภาพน่ารู้ เรื่องเครื่องดื่มสมุนไพร กล่าวว่า น้ำต้มแห้วจีนมีสรรพคุณใช้ดื่มเป็นยาแก้ร้อนในกระหายน้ำ

การแปรรูปผลิตภัณฑ์ขาจากเปลือกแห้ว







ภาพผนวกที่ 11 เอกสารประกอบการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากเปลือกแห้วเป็นชา

อาจารย์จันทร์เพ็ญ บุตรใส สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ



การถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้ว

โดย

อาจารย์จันทร์เพ็ญ บุตรใส

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ (หันตรา)

อาจารย์จันทร์เพ็ญ บุตรใส สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำต้มแห้ว

ตอนที่ 1 กระบวนการหมักแอลกอฮอล์

นำน้ำต้มแห้วมากรองที่ผ่านผ้าขาวบางเพื่อแยกกากเอาแต่น้ำแห้ว จากนั้นเพิ่ม ตรวจปริมาณน้ำตาลปรับความหวานให้ได้ 20 % และตรวจ/ปรับค่า pH ให้ได้ 4.5 จากนั้นเติม KMS ปิดภาชนะหมักด้วยจุกสำลีทิ้งไว้ 1 คืน เติมเชื้อยีสต์หรือสตาร์ทเตอร์อายุ 2 วัน ปริมาณ 10% อุดจุกสำลี นำไปหมักที่อุณหภูมิห้อง นาน 3-4 สัปดาห์ กรองน้ำแห้วที่หมักที่ได้ ใส่ภาชนะใหม่ หยุดการหมักด้วยการเติม KMS ได้ผลิตภัณฑ์เป็นไวน์ นำไปบรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

ตอนที่ 2 กระบวนการหมักกรดอะซิติริก (น้ำส้มสายชู)

(1) นำไวน์ที่ได้จากขั้นตอนการหมักแอลกอฮอล์มาหมักให้เป็นกรดอะซิติก คือ การเตรียมหัวเชื้อชนิด *Acetobacter aceti* ในปริมาณความเข้มข้น 10 % ใส่ในน้ำเปลือกสับปะรดปริมาณ 350 มิลลิลิตร บ่ม 48 ชม.

(2) นำหัวเชื้อเชื้อที่ได้ ปริมาณ 350 มิลลิลิตร และไวน์แห้ว ปริมาณ 350 มิลลิลิตร ลงในถาดสแตนเลส คลุมด้วยถุงพลาสติกเจาะรู (หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 - 4 วัน) ได้หัวน้ำส้มสายชูหมัก

(3) จากนั้นนำหัวฐ้าส้มสายชูหมักปริมาตร 1 ลิตร มาเทรวมกับไวน์ ปริมาณ 1 ลิตร ลงในถาดสแตนเลส คลุมด้วยถุงพลาสติกเจาะรู (หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน) ได้น้ำส้มสายชูหมัก

(4) นำมากรองและต้มฆ่าเชื้อที่ 70 ℃ นาน 10 นาที นำไปบรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

มาตรฐานน้ำส้มสายชู

1. น้ำส้มสายชูหมักหรือน้ำส้มสายชูกลั่น ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1.1 มีกรดน้ำส้มไม่น้อยกว่า 4 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ที่ 27 องศาเซลเซียส

1.2 ตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินปริมาณกำหนด ดังต่อไปนี้

- สารหนู ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
- ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
- ทองแดงและสังกะสี ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
- เหล็ก ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม

1.3 ไม่มีกรดน้ำส้มที่มิได้มาจากการผลิตน้ำส้มสายชูหมักหรือน้ำส้มสายชูกลั่น

1.4 ไม่มีกรดกำมะถัน (Sulfuric acid) หรือกรดแร่อิสระอย่างอื่น

1.5 ใสไม่มีตะกอน เว้นแต่น้ำส้มสายชูหมักตามธรรมชาติ

1.6 ไม่มีหนอนน้ำส้ม (Vinegar eel)

1.7 ใช้น้ำสะอาดเป็นส่วนผสม

1.8 ให้ใช้วัตถุเจือปนอาหาร (Food Additives) ได้ ดังต่อไปนี้

- ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
- กรดแอล-แอสคอร์บิก ไม่เกิน 400 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม

1.9 มีแอลกอฮอล์ตกค้าง (Residual alcohol) ไม่เกิน 0.5 %

1.10 การแต่งสี ให้ใช้น้ำตาลเคี่ยวไหม้หรือสีคาราเมล

2. น้ำส้มสายชูเทียม ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

2.1 มีกรดน้ำส้มไม่น้อยกว่า 4 กรัม และไม่เกิน 7 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ที่ 27 องศาเซลเซียส

2.2 ตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินปริมาณที่กำหนด ดังต่อไปนี้

- สารหนู ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
- ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
- ทองแดงและสังกะสี ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม
- เหล็ก ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 1 กิโลกรัม

2.3 ใสไม่มีตะกอน

2.4 ไม่มีกรดกำมะถันหรือกรดแร่อิสระอย่างอื่น

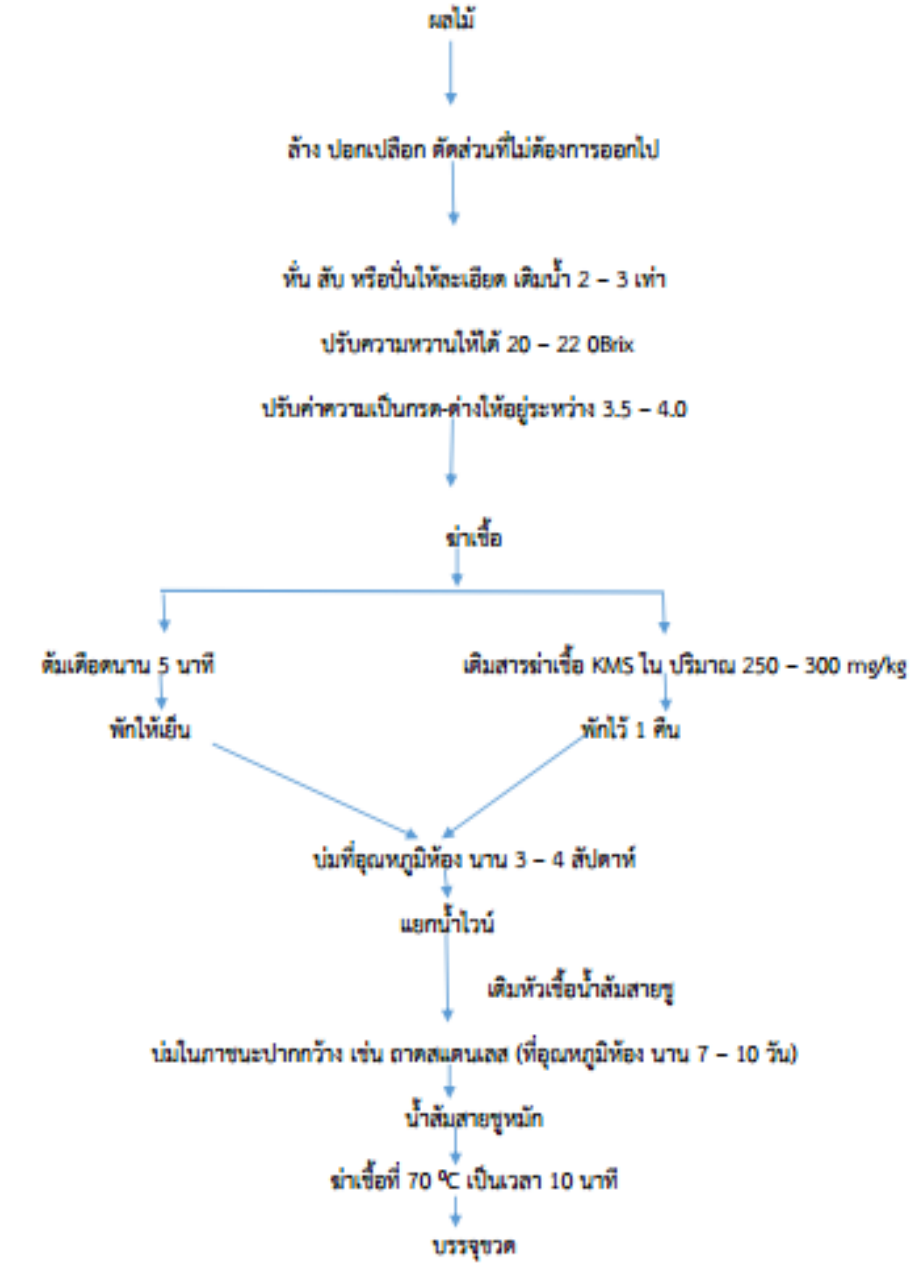
2.5 ไม่ใช้สี

2.6 ไม่มีการแต่งกลิ่นหรือรส

2.7 ใช้น้ำสะอาดเป็นส่วนผสม

(http://www1.fda.moph.go.th/consumer/csmb/csmb2545.nsf/, สืบค้น 16 กันยายน 2559)

ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตผู้าส้มสายชู


OTOP
แนวทางและหลักเกณฑ์การคัดสรร
สุดยอดหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ไทย
ปี พ.ศ. ๒๕๕๙
(OTOP PRODUCT CHAMPION)
" YOUR FUTURE IS IN YOUR HANDS "
คณะกรรมการอำนวยการ หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์แห่งชาติ



ภาพผนวกที่ 12 เอกสารประกอบการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากน้ำต้มแห้วเป็นน้ำส้มสายชู

บรรณานุกรม

จารนัย พณิชยกุล วิเชียร ลีลาวัชรมาศ เพ็ญพร พงษ์พรรณเจริญ รัตนันท์ พรรณนารุโณทัย นฤมร วิมลเกษม และ วิมลรัตน์ สุภกิจกาญจนา . 2007. สารพันความรู้เกี่ยวกับอาหารเพื่อสุขภาพและความงาม ตอนที่1 โพลิฟี นอล : สารต่อ ต่านออกซิเดชัน. วารสารจาร์พา : Food & Health. The 15th International Processing, Filling and Packaging Event for Asia : 13 – 16 June 2007. BITEC. Bangkok

เชิญพร จันทรสนาม , สุพรรณิการ์ โกสุมและอมรรัตน์ เจริญชัย .การพัฒนาผลิตภัณฑ์แห้วทอดกรอบปรุงรส. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 ม.ค.-มิ.ย. 2555, ISSN 2229-2276

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557. เคมีอาหาร Food Chemistry. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

ปรียนันท์ บัวสด. 2549. การตรวจสอบความสามารถในการเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนท์ของเครื่องดื่มชาโดยวิธีไซคลิกโวล-แทมเมตรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผานิต รุจิรพิสิฐ. 2549. องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของแป้งฟลาวร์และสตาร์ชจากแห้วจีน .รายงานวิจัยมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 2549

ผานิต รุจิรพิสิฐ. 2551. การผลิตแป้งแผ่นจากแป้งฟลาวร์แห้วจีน, ปีที่ 28 ฉบับที่ 4 ตค.-ธค. 2551

พงศธร ล้อสุวรรณ, จิตศิริ รัชตนพันธุ์ และ ศศิธร จันทนวรางกูร. 2551. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สมบัติการต้านอนุมูล อิสระและการต้านจุลินทรีย์ของเปลือกผลไม้. น. 554-561. ใน: การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้ง ที่ 46.

ศรัณย์ ลาภนิธิพร, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น. 2555. องค์ประกอบทางเคมี กายภาพและคุณสมบัติการ ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะม่วงหิมพานต์. ว. วิทย์. กษ. 43(2)(พิเศษ): 409-412.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. แห้ว. เรื่องที่ 5 พืชหัว เล่มที่5. แหล่งที่มา : http://kanchanapisek.or.th/ kp6/sub/book/book.php?book=5&chap=5&page=t5-5-infodetail05.html

อรวรรณ เคหะสุขเจริญ. 2529. คุณสมบัติบางประการในการนำไปใช้ประโยชน์ของแป้งต่างๆ วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

AOAC. 2000. Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists. Arlington: Association of Official Analytical Chemists.

Apinunjarupong, S., Lapnirun, S. and Theerakulkait, C. 2009. Preparation and some functional properties of rice bran protein concentrate at different degree of hydrolysis using Bromelain and Alkaline Extraction. **Prep. Biochem. Biotech.** 39(2): 183-193.

Boonsiripiphat, K. and Theerakulkait, C. 2009. Extraction of rice bran extract and some factors affecting its inhibition of polyphenol oxidase activity and browning in potato. **Prep. Biochem. Biotech.** 39(2): 147-158.

Chiara Dall Asta 2013 Effect of chestnut flour supplementation on physico-chemical properties and volatiles in bread making. LWT – food Science and Technology 53(2013) 233-239

Ilkem Demirkesen 2010 Utilization of Chestnut flour in gluten-free bread formulations . Journal of Food Engineering 101(2010) 329-336

Jasim Ahmed 2010 Effect of particle size on compositional ,functional, pasting and rheological properties of commercial water chestnut flour. Food Hydrocolloids (2016) 888-895

Kaewka, K. and Theerakulkait, C. 2011. Effect of rice bran extract powder on browning inhibition in vegetable and fruit puree, pp. 193-200. The proceeding of 49th Kasetsart University Annual Conference. February 1-4, 2011. Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

Swati Sarabhai 2015 Influence of whey protein concentrate and potato starch on rheological properties and baking performance of Indian water chestnut flour based gluten free cookie dough. LWT-Food Science and Technology 63(2015)1301-1308

Whitaker, J.R. 2003. Regulatory issues of food enzymes used in the United states. *In.* J.R. Whitaker, A.G.J. Voragen and D.W.S. Wong, eds. Handbook of food enzymology. Marcel Dekker, Inc., New York. 1108 p.