วารสารวิชาการ อุตสาหกรรมศึกษา

URL : http://ejournals.swu.ac.th/index.php/jindedu/issue/archive

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2561

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION, FACULTY OF EDUCATION, SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY

Volume 12 No. 1 January – June 2018

การศึกษาปริมาณการเกิดเชื้อราของเมล็ดชาน้ำมันในกระบวนการตากแดดตามธรรมชาติและการอบแห้งในตู้อบ

The Study On Quantity Of Fungus In Dried Tea Oil Seeds Using Oven In Comparison With Sun Dried Process

ไพโรจน์ ด้วงนคร

Pairoj Duangnakhon

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Faculty of Industrial Technology, Chiang Rai Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของกระบวนการอบแห้งต่อปริมาณการเกิดเชื้อราของเมล็ดชาน้ำมัน และระยะเวลาการอบแห้งที่เหมาะสม โดยใช้กระบวนการอบแห้งเมล็ดชาน้ำมันที่แตกต่างกัน 4 กระบวนการ คือ ตากแดดตามธรรมชาติ เป็นเวลา 3 วัน (S1), ตากแดดตามธรรมชาติ เป็นเวลา 7 วัน (S2), อบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน (O1) และอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน (O2) ผลการวิจัยพบว่าเมล็ดชาน้ำมันที่ผ่านกระบวนการตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติ เป็นเวลา 3 วัน (S1)มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 24.41 % และปริมาณเชื้อรา เท่ากับ 1.1×10^3 CFU/g เมื่อตากแดดเมล็ดชาน้ำมันครบ 7 วัน (S2) พบว่า มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 18.63 % และปริมาณเชื้อรา เท่ากับ 4.6×10^2 CFU/g และการอบด้วยตู้อบเป็นเวลา 3 วัน (O1) พบว่ามีปริมาณความชื้น เท่ากับ 16 % และปริมาณเชื้อรา เท่ากับ 1.2×10^2 CFU/g เมื่ออบเมล็ดชาน้ำมัน 7 วัน (O2) มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 10.75 % และปริมาณการเกิดเชื้อราเท่ากับ< 10 CFU/gดังนั้นจะเห็นได้ว่ากระบวนการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้น และระยะเวลาในการอบแห้งที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อปริมาณความชื้น และปริมาณเชื้อราให้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังนั้นการอบเมล็ดชาน้ำมันด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน (O2) เป็นสภาวะที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากเมล็ดชาน้ำมันที่อบด้วยสภาวะนี้มีปริมาณความชื้น (10.75 %)

ไพโรจน์ ด้วงนคร
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2561 (99 - 111)

และมีปริมาณการเกิดเชื้อราน้อยที่สุด (< 10 CFU/g)ซึ่งปริมาณความชื้นที่ต่ำกว่า 14% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้

คำสำคัญ:เมล็ดชาน้ำมัน การตากแดด การอบแห้ง ปริมาณการเกิดเชื้อรา

Abstract

The purposes of this study were to examine theeffect of drying process on the amount of fungus in teaoil seeds, and to investigate theappropriate period of drying tea oil seeds. The drying processes used different methods, that is, S1using natural sun drying for 3 days, S2 using natural sun drying for 7 days, O1using oven drying at the temperature of 69 degree Celsius for 3 days andO2 using oven drying at the temperature of 69 degree Celsius for 7 days. The experimental results indicated that the S1, S2 and O1 drying methods provide moisture content of 24.41%, 18.63%, 16%, with the amount of fungus at 1.1×10^3, 4.6×10^2 and 1.2×10^2 CFU/g respectively. While the O2 drying method gives moisture contents of 10.75% with the amount of fungus less than 10 CFU/g. It could be seen that the amount of fungus is relevant to the moisture content; therefore, the prolonged oven drying time could significantly reduce the emerging of fungus and moisture content ($P\leq0.05$). Since the moisture content lower than 14% is required in order to control the emerging fungus in tea oil seeds, the results also confirmed that using oven drying at 69 degree Celsius for 7 days (O2) is the appropriate method due to it only gives moisture contents of 10.75% with the lowest amount of fungus (< 10 CFU/g).

Keywords: Tea oil seeds, Sun drying, Oven drying, Amount of fungus

ไพโรจน์ ด้วงนคร
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2561 (99 - 111)

บทนำ

อุตสาหกรรมผลิตชาน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย เป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ของประเทศไทยที่สนับสนุนการเพาะปลูก และรับซื้อเมล็ดชาน้ำมันจากเกษตรกรพื้นที่สูงทางภาคเหนือ ได้พบปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษจากเชื้อรา (Mycotoxins) ในเมล็ดชาน้ำมันที่ต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วนให้กับเกษตรกรซึ่งรัฐบาลปัจจุบันได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ได้มีการขับเคลื่อนจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนางานวิจัยชาน้ำมันพ.ศ. 2559-2563โดยมีประเด็นปัญหาที่จะต้องวิจัย คือ การปนเปื้อนของเชื้อราในผลผลิตเมล็ดชาก่อนเข้าโรงงาน ซึ่งส่งผลให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ และส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของมนุษย์ การเกิดเชื้อรามีปัจจัยหลักในการเจริญเติบโตที่เหมาะสมคือ ช่วงอุณหภูมิ 25-43 องศาเซลเซียส(Ozlem and Clifford, 2011)และปริมาณความชื้นที่สูงกว่า 14%(Hoseney, 1994)เชื้อราหนึ่งชนิดสามารถสร้างสารพิษที่เป็นอันตรายได้หลายชนิด ทำให้ต้องควบคุมปัจจัยหลักดังกล่าวหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดชาน้ำมันก่อนเข้าโรงงาน

การทำแห้ง เป็นวิธีการลดปริมาณน้ำ หรือลดปริมาณความชื้น ในเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา และจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆและยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ หรือชะลอปฏิกิริยาต่างๆ ทั้งทางเคมีและทางชีวเคมีซึ่งมีน้ำเป็นส่วนร่วมที่เป็นสาเหตุให้เมล็ดชาน้ำมันเสื่อมเสีย ทำให้เมล็ดชาน้ำมันมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อราอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์น้ำมันจากเมล็ดชาน้ำมันมีปริมาณเชื้อราน้อยลงหรือไม่พบเลย แต่ถ้ามีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อราในวัตถุดิบมาก ผลิตภัณฑ์น้ำมันจากเมล็ดชาน้ำมันจะพบปริมาณเชื้อราในปริมาณสูง หรือปริมาณที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เนื่องจากกระบวนการแปรรูปเมล็ดชาน้ำมันเป็นวิธีการสกัดเย็น ซึ่งตามเกณฑ์ข้อกำหนดยีสต์และรา กลุ่มอาหารที่กระบวนการผลิตไม่สามารถกำจัดยีสต์ และเชื้อราได้ทั้งหมด แต่มีปัจจัยอื่นควบคุมอยู่ (ยีสต์และเชื้อรามีโอกาส หลงเหลือ) ได้กำหนดปริมาณตรวจพบยีสต์และราไม่เกิน 100CFU/g(ณัฐา พัฒนากุล, 2554)ซึ่งถ้าวัตถุดิบมีการปนเปื้อนปริมาณเชื้อรามากกว่า 100CFU/gจะทำให้มีโอกาสปนเปื้อนเข้าไปในผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนดดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทดลองศึกษาผลของกระบวนการอบแห้งต่อปริมาณความชื้น และปริมาณเชื้อราของเมล็ดชาน้ำมันโดยการเปรียบเทียบกระบวนการการทำแห้งโดยการตากแดดเมล็ดชาน้ำมันด้วยวิธีการตามธรรมชาติซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรใช้อยู่ในปัจจุบัน และการอบเมล็ดชาน้ำมันในตู้อบที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อให้ทราบถึงสภาวะการอบแห้งเมล็ดชาน้ำมันในสภาวะที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพมากที่สุดเพื่อนำไปสู่กระบวนการผลิตน้ำมันชาที่มีคุณภาพ และเพื่อประโยชน์สูงสุดต่อผู้บริโภคและเกษตรกรที่เพาะปลูกชาน้ำมันต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาปัจจัยในกระบวนการทำแห้งเมล็ดชาน้ำมันระหว่างกระบวนการตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติและการอบด้วยตู้อบ

2. ศึกษาสภาวะการอบแห้งเมล็ดชาน้ำมันที่เหมาะสม ระหว่างกระบวนการตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติและการอบด้วยตู้อบ

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาสภาวะการของการทำแห้งเมล็ดชาน้ำมันที่เหมาะสมที่สุด โดยศึกษาเปรียบเทียบปริมาณความชื้น และปริมาณเชื้อราของเมล็ดชาน้ำมันหลังจากที่ผ่านกระบวนการทำแห้งที่แตกต่างกัน เพื่อ

นำไปสู่กระบวนการผลิตน้ำมันชา และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีคุณภาพ ลดการสูญเสียในกระบวนการผลิต เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

1. การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยในกระบวนการทำแห้งเมล็ดชาน้ำมัน ประกอบด้วย อุณหภูมิ เวลา น้ำหนัก ปริมาณความชื้น และปริมาณเชื้อราของเมล็ดชาน้ำมันที่เกิดจากกระบวนการทำแห้งที่แตกต่างกัน ได้แก่ การตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติ และการอบแห้งในตู้อบด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อให้ทราบถึงสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเมล็ดชาน้ำมัน

2. การวิจัยนี้ครอบคลุมเฉพาะกระบวนการทำแห้งเมล็ดชาน้ำมัน เพื่อศึกษาปริมาณความชื้น และปริมาณเชื้อราในเมล็ดชาน้ำมันเท่านั้น

3. การวิเคราะห์หาความชื้นของเมล็ดชาน้ำมันในการทดลองนี้ใช้การทดสอบหาความชื้นตามมาตรฐานเปียก (Wet Basis)

4. การทดสอบเพื่อหาปริมาณเชื้อรา ทดสอบด้วยวิธีการ Standard Plate Count (SPC)ทั้งสี่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ S1, S2, O1 และ O2

5. การทดสอบปริมาณความชื้น และปริมาณเชื้อรา กำหนดให้ดำเนินการทำซ้ำ 3 ครั้ง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT)ที่ระดับความเชื่อมั่น95

ขอบเขตด้านประชากร

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์เมล็ดชาน้ำมันจากศูนย์วิจัยและพัฒนา ชาน้ำมันและพืชน้ำมัน จังหวัดเชียงราย จำนวน 10 กิโลกรัม

การทบทวนวรรณกรรม

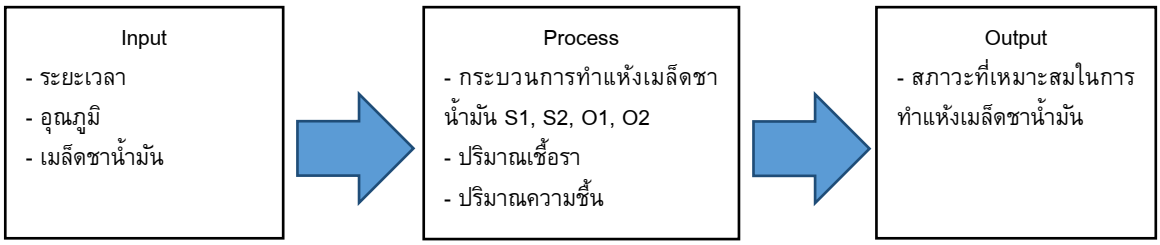
ชาน้ำมัน (Oil Seed Camellia หรือ Tea Oil Camellia) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ Camellia Oleifera Abelเป็นพืชเศรษฐกิจที่พบแพร่หลายทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับความสูง500-1300 เมตร จากระดับน้ำทะเล ชาน้ำมันเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก ไม่ผลัดใบ สูงประมาณ 2-4 เมตร ผลชาน้ำมันมีลักษณะกลมสีเขียวขนาดเท่ากับลูกมะนาว เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-5 เซนติเมตร เมื่อผลแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและบริเวณปลายผลแตกออกเป็นแฉก 3-4 ส่วน แต่ละส่วนมีเมล็ด 1-3 เมล็ด เมล็ดชาน้ำมันมีสีน้ำตาลปนเหลืองจนเข้มถึงดำ ซึ่งเป็นส่วนที่นำมาสกัดน้ำมัน (ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน มูลนิธิชัยพัฒนา, 2557)การเก็บเกี่ยวผลชาน้ำมันจะเก็บด้วยมือหลังจากที่ผลแก่เต็มที่ และนำมาผึ่งแดดให้แห้งเมื่อเปลือกแตกออกจึงแยกเอาเมล็ดข้างในออกมาสกัดน้ำมันซึ่งจะพบปัญหาการปนเปื้อนเชื้อราของเมล็ดชาน้ำมันก่อนนำไปสกัดเป็นน้ำมัน

เชื้อราเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มฟังไจ (Fungi) มีลักษณะเป็นเส้นใย หรือไฮฟามีสีต่างๆ เช่น ขาว เขียว เหลือง แดง เป็นต้น ราเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผัก ผลไม้และอาหารแห้ง เกิดการเน่าเสีย มีสี กลิ่น ที่ผิดปกติ และเชื้อราบางชนิด เช่น AspergillusFlavusยังสามารถสร้างอะฟลาทอกซิน (Aflatoxins) ซึ่งเป็นสารพิษก่อมะเร็ง บางชนิดก่อให้เกิดการกลายพันธ์ เชื้อราสามารถทนต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ดี เช่น มีความชื้นน้อย จึงเป็นปัญหาในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารเมล็ดธัญพืชซึ่งเชื้อรามีปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตได้แก่ ปริมาณความชื้น อุณหภูมิ ออกซิเจน สารอาหาร

(นิธิยา,2549)จึงต้องควบคุมปัจจัยดังกล่าวเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราซึ่งช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดธัญพืชถ้ามีความชื้นอยู่ในช่วง 10-13 % จะสามารถเก็บรักษาเมล็ดได้นาน 6-18 เดือน แต่ถ้าความชื้นอยู่ในช่วง 13-18% จะมีโอกาสเกิดเชื้อราได้สูงเนื่องจากมีปริมาณน้ำในเมล็ดที่เชื้อราใช้ในการเจริญเติบโต (Delouche, 1973) และจากการศึกษาของ Shakir*et al.* (2000) พบว่าการเก็บรักษาเมล็ด แครอทที่มีปริมาณความชื้นสูง จะพบการเจริญเติบโตของเชื้อราสูงกว่าในเมล็ดแครอทที่มีปริมาณความชื้นต่ำ

ปริมาณความชื้น เป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งของอาหาร เนื่องจากความชื้นมีผลต่อความปลอดภัยทางอาหาร อาหารที่มีความชื้นสูงเหมาะกับการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogen) และการสร้างสารพิษ (Toxin) ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ รวมถึงการสร้างสารพิษของรา(นิธิยา,2549)ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งในอุตสาหกรรมเมล็ดธัญพืช เช่น เมล็ดถั่ว ข้าว หลังการเก็บเกี่ยวจะมีปริมาณความชื้นของเมล็ดธัญพืชที่เชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ จะต้องลดปริมาณความชื้น หรือลดปริมาณน้ำในอาหาร เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งกรรมวิธีการลดความชื้นที่ง่าย และมีประสิทธิภาพสูง และมีวิธีการที่ง่าย ได้แก่ การทำแห้งหรืออบไล่ความชื้น ให้ความชื้น ต่ำกว่า 14 % ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัย จากการศึกษาของ ไพโรจน์ ด้วงนคร และคณะ (2559) ได้พัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อควบคุมการเกิดราในเมล็ดชาน้ำมัน พบว่าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมปริมาณการเกิดเชื้อราในเมล็ดชาน้ำมันได้ และจากการศึกษาของ นาฏชนก และคณะ (2556)ได้ประเมินความสามารถในการทำแห้งกากมันสำปะหลังด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้ระยะเวลาการอบแห้ง 14 วัน พบว่า กากมันสำปะหลังมีความชื้นสุดท้ายต่ำกว่า 10 % ซึ่งสามารถนำไปเก็บรักษาเป็นวัตถุดิบสำหรับกระบวนการผลิตต่อไป

กรอบแนวความคิด



ภาพประกอบที่ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาและกำหนดรูปแบบการวิจัย

โดยกำหนดให้

ไพโรจน์ ด้วงนคร
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2561 (99 - 111)

- S (Solar)หมายถึงการตากแบบธรรมชาติด้วยแสงแดด
- O (Oven)หมายถึงการอบด้วยตู้อบ
- 1หมายถึง ระยะเวลาดำเนินการ 3 วัน
- 2หมายถึง ระยะเวลาดำเนินการ 7 วัน

ดังนั้นS1, S2, O1และ O2 มีความหมายดังต่อไปนี้

- S1 หมายถึง การตากแบบธรรมชาติด้วยแสงแดดจำนวน 3 วัน
- S2 หมายถึง การตากแบบธรรมชาติด้วยแสงแดดจำนวน 7 วัน
- O1 หมายถึง การอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียสจำนวน 3 วัน
- O2 หมายถึง การอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียสจำนวน 7 วัน

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

2.1 เตรียมเมล็ดชาน้ำมันจำนวน 4 กิโลกรัม

2.2 ศึกษากระบวนการตากเมล็ดชาน้ำมันแบบธรรมชาติด้วยแสงแดด และการอบด้วยตู้อบ

2.3ออกแบบการทดลองโดยวิธีการตากเมล็ดชาน้ำมันแบบธรรมชาติด้วยแสงแดด และแบบการอบด้วยตู้อบ

2.3.1การเตรียมตัวอย่างเมล็ดชาน้ำมัน

นำเมล็ดชาน้ำมันที่เตรียมไว้จำนวน 4 กิโลกรัม แบ่งออกเป็นสี่ส่วนเท่า ๆ กัน ส่วนละ 1 กิโลกรัม โดยนำเอาสองส่วนแรกไปตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติ และกำหนดให้มีระยะเวลาในการตากแดดตั้งแต่เวลา 9.00 น – 16.00 น. ติดต่อกันเป็นเวลา 3 วันจากนั้นนำเมล็ดชาน้ำมันส่วนที่สองตากแดดต่อจนครบ 7 วัน ซึ่งจะชั่งน้ำหนักเมล็ดชาน้ำมันหลังการตากแดดทุกวันจากนั้นนำเมล็ดชาน้ำมันทั้ง 2ส่วนบรรจุไว้ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์

2.3.2 นำเมล็ดชาน้ำมันส่วนที่สาม และส่วนที่สี่เข้าสู่กระบวนการอบโดยกำหนดให้ตู้อบมีอุณหภูมิคงที่69 องศาเซลเซียสติดต่อกันเป็นเวลา 3 วันจากนั้นนำเมล็ดชาน้ำมันส่วนที่สองอบต่อจนครบ 7 วัน ซึ่งจะชั่งน้ำหนักเมล็ดชาน้ำมันหลังอบแห้งทุกวันจากนั้นนำเมล็ดชาน้ำมันทั้ง 2 ส่วนบรรจุไว้ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำหนักที่ลดลง

นำเมล็ดชาน้ำมันมาชั่งน้ำหนักเริ่มต้นก่อนทำการทดลองเป็นน้ำหนักเริ่มต้น (W1) จากนั้นชั่งน้ำหนักหลังการอบแห้งทุกวัน (W2) ทั้ง 4 การทดลอง แล้วนำมาคำนวณผลน้ำหนักที่ลดลง

$$\text{น้ำหนักที่ลดลง}(\%) = \frac{(W1 - W2) \times 100}{W1} \quad (1)$$

W1 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

W2 = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อรา

นำเมล็ดชาน้ำมันจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติ และการอบในตู้อบด้วยกระบวนการที่แตกต่างกัน โดยทดสอบหาปริมาณเชื้อราของกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 1 กลุ่ม ด้วยวิธีการ Standard Plate Count (SPC) มีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.2.1นำตัวอย่างเมล็ดชาน้ำมัน จำนวน 25 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร และเติม Phosphate Buffered Saline (PBS) ปริมาณ 225 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วลงไป จากนั้นใช้แท่งแก้วคนสารผสมกับ PBS ซึ่งจะได้ความเจือจางเท่ากับ10^{-1}

3.2.2 นำส่วนผสมจากข้อที่ 1 มาทำการเจือจาง โดยใช้ปิเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นดูดตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในหลอดทดลองที่บรรจุ PBS ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เขย่าหลอดทดลองเบา ๆ ซึ่งจะได้อาหารในระดับความเจือจางเท่ากับ10^{-2}

3.2.3 ใช้ปิเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วดูดตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจาง 10^{-2} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำการเจือจาง โดยจะใส่ในหลอดทดลองที่บรรจุ PBS ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เขย่าหลอดทดลองเบา ๆ ซึ่งจะได้อาหารในระดับความเจือจาง 10^{-3}

3.2.4 ใช้ปิเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วดูดตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจาง 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3}จำนวนระดับความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปตไม่ซ้ำอันเดิม จากนั้นนำไปใส่ในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว ซึ่งกำหนดให้ในแต่ละระดับความเจือจางทำระดับละ3 จาน

3.2.5 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ที่ผสมเข้ากับกรดทาร์ทาริก (Tartaric Acid) ในอัตราส่วน Tartaric Acid 1มิลลิลิตร :Potato dextrose agar 100 มิลลิลิตร ที่ผ่านการอุ่นเตรียมไว้ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วนำลงไปผสมให้เข้ากันกับตัวอย่างอาหาร โดยที่อยู่ในจานเพาะเชื้อจานละ 20 มิลลิลิตร จากนั้นแตะที่ฝาจานเพาะเชื้อด้านบนแล้วเขย่าเบา ๆ ในลักษณะการหมุนเป็นวงกลมให้เข้ากันประมาณ 10 รอบ แล้วทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว

3.2.6 นำจานเพาะเชื้อไปบ่มเพาะเชื้อที่ตู้บ่มโดยควบคุมอุณหภูมิที่27 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 วัน โดยหันด้านฝาของจานเพาะเชื้อขึ้น โดยพิจารณาเชื้อราที่ขึ้นมีลักษณะของโคโลนีเป็นแบบมีเส้นใย ขึ้นฟู นำมาอ่านผลโดยการนับจำนวนโคโลนี ที่ขึ้นบนผิวหน้าอาหารโดยใช้เครื่องนับจำนวนโคโลนี (Colony Counter) แล้วจดบันทึกค่าจำนวนโคโลนีในแต่ละความเจือจาง

3.2.7 หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่นับได้ของแต่ละระดับความเจือจาง โดยพิจารณาระดับความเจือจางจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนี อยู่ระหว่าง 10 - 150 โคโลนีและคำนวณโดยใช้สูตร ดังต่อไปนี้(U.S. Department of Health and Human Services,2016)

$$\frac{\text{CFU}}{\text{g}} = \frac{\frac{\text{number of colonies}}{\text{quantity plated}} \text{x Dilution factor}}{\text{gram of sample}} \quad (2)$$

กำหนดให้

- CFU/g(Colony forming unit/gram)= จำนวนรา และ ยีสต์ ที่นับได้จากตัวอย่างน้ำหนัก 1 กรัม
- Number of colonies= ผลรวมจำนวนโคโลนีทั้งหมดจากที่สามารถนับจำนวนได้
- Quantity plated= จำนวนจานอาหารระดับความเจือจางที่สามารถนับจำนวนได้

- Dilution factor= การแปลงค่าระดับการเจือจางที่นับจำนวนโคโลนีได้ (1/dilution)
- Gram of sample= น้ำหนักของตัวอย่างเริ่มต้นที่นำมาเจือจาง

3.3การวิเคราะห์หาความชื้น

อบถ้วยอลูมิเนียมในตู้อบไฟฟ้า (Memmert Model U40) ที่อุณหภูมิ 103 + 2องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียด และชั่งตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ถ้วยอลูมิเนียมที่อบแห้ง 10 กรัม นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 + 2องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ แล้วนำออกมาใส่โถดูดความชื้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนัก นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาความชื้น (%)ดังต่อไปนี้ (AOAC, 2000)

$$\text{ความชื้นมาตรฐานเปียก}(\%) = \frac{(W1 - W2) \times 100}{W} \qquad (3)$$

W = น้ำหนักตัวอย่าง
W1 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียม
W2 = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบและน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียม

นำข้อมูลปริมาณเชื้อรา และปริมาณความชื้น จำนวน 3 ซ้ำ ที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นที่ได้ออกแบบการทดลอง และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่กำหนดขึ้น โดยได้เสนอผลของการวิจัยเป็นลำดับดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาปัจจัยในกระบวนการทำแห้งเมล็ดชาน้ำมัน ระหว่างกระบวนการตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติ และการอบด้วยตู้อบ โดยผู้วิจัยนำเมล็ดชาน้ำมันส่วนที่หนึ่ง และส่วนที่สองไปตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติเป็นระยะเวลา3 วัน (S1)และ 7 วัน (S2) จากนั้นนำเมล็ดชาน้ำมันที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวไปทดสอบหาปริมาณน้ำหนักที่ลดลงของเมล็ดชา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่1ปริมาณน้ำหนักที่ลดลงของเมล็ดชาน้ำมันโดยวิธีตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติเป็นเวลาติดต่อกัน 3 วัน (S1) และ 7 วัน (S2)

จำนวนวัน	น้ำหนักเมล็ดชา(g)		อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	น้ำหนักที่ลดลง (%)
	ก่อน	หลัง		
1	1,000	999.22	29.12	0.08
2	999.22	996.28	29.25	0.37
3	996.28	968.62	29.12	0.54
4	968.62	963.96	29.50	1.61
5	963.96	961.74	29.00	2.87
6	961.74	960.44	28.87	4.07
7	960.44	959.22	28.87	4.25

จากการศึกษาการอบแห้งเมล็ดชาน้ำมันโดยวิธีตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติเป็นเวลาติดต่อกัน 3 วัน (S1) ถึง 7 วัน (S2) (ตารางที่ 1) พบว่า อุณหภูมิการตากแดดอยู่ในช่วง 28.87-29.50 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

29.12องศาเซลเซียสและมีปริมาณน้ำหนักของเมล็ดชาน้ำมันที่ลดลงของวันที่ 1-7 เท่ากับ 0.08% 0.37% 0.54% 1.61% 2.87% 4.07% และ 4.25% ตามลำดับ การตากแดดส่งผลให้ปริมาณน้ำหนักเมล็ดชาน้ำมันมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยของช่วงระยะวันที่ 1-3 เนื่องจาก อุณหภูมิที่ใช้ตากแดดค่อนข้างต่ำ และโครงสร้างของเมล็ดชามีลักษณะเปลือกแข็งหุ้มเมล็ดอยู่ชั้นนอกทำให้การถ่ายเทความร้อนช้าในระยะแรก เมื่อตากแดดเมล็ดชาน้ำมันมีพื้นที่ในการดูดซับลมร้อนได้น้อยจึงทำให้การลดลงของน้ำหนักช้า เพราะน้ำจากเมล็ดจะแพร่ผ่านไปยังความร้อนออกจากเปลือกหุ้มเมล็ดเพียงอย่างเดียว และเมื่อตากแดดต่อเนื่องจนถึงวันที่ 7 จะพบว่าน้ำหนักเมล็ดชายังคงลดลงอย่างต่อเนื่อง จนถึงวันที่ 7

จากนั้นผู้วิจัยได้นำเมล็ดชาน้ำมันในส่วนที่สาม และส่วนที่สี่เข้าสู่กระบวนการอบด้วยตู้อบโดยกำหนดให้ตู้อบมีอุณหภูมิคงที่ 69 องศาเซลเซียสโดยอบเป็นระยะเวลา 3 วัน (O1) และ 7 วัน (O2) จากนั้นนำเมล็ดชาน้ำมันที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวไปทดสอบหาปริมาณน้ำหนักที่ลดลง ของเมล็ดชา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำหนักที่ลดลงของเมล็ดชาน้ำมันโดยวิธีอบแห้งด้วยตู้อบเป็นเวลาติดต่อกัน 3 วัน (O1) และ 7 วัน (O2)

จำนวนวัน	*น้ำหนักเมล็ดชา(g)*		*อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)*	*น้ำหนักที่ลดลง (%)*
	ก่อน	*หลัง*		
1	*1000*	*988.02*	*69*	*1.20*
2	*988.02*	*965.40*	*69*	*3.46*
3	*965.40*	*927.88*	*69*	*7.21*
4	*927.88*	*926.01*	*69*	*7.40*
5	*926.01*	*925.92*	*69*	*7.41*
6	*925.92*	*925.90*	*69*	*7.41*
7	*925.90*	*925.89*	*69*	*7.41*

จากการศึกษาการอบแห้งเมล็ดชาน้ำมันโดยวิธีอบด้วยตู้อบเป็นเวลาติดต่อกัน 3 วัน (O1) ถึง 7 วัน (O2) (ตารางที่ 2) พบว่า อุณหภูมิตู้อบเท่ากับ 69องศาเซลเซียสและมีปริมาณน้ำหนักของเมล็ดชาน้ำมันลดลงของ วันที่ 1-7 เท่ากับ 1.20% 3.46% 7.21% 7.40% 7.41% 7.41% และ 7.41% ตามลำดับ การอบด้วยตู้อบส่งผลให้ปริมาณน้ำหนักเมล็ดชาน้ำมันที่ลดลงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งน้ำหนักที่ลดลงคงที่ในวันที่ 4 แสดงว่าปริมาณน้ำที่อยู่ในเมล็ดชาได้ระเหยออกไป จนไม่สามารถระเหยออกไปได้อีก ส่งผลให้ปริมาณน้ำหนักเมล็ดชาที่ลดลงคงที่ประกอบกับการอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส ทำให้อัตราการระเหยน้ำทำได้อย่างรวดเร็วกว่าการอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิต่ำส่งผลให้ระยะเวลาการอบแห้งมีจำนวนวันที่น้อยลง

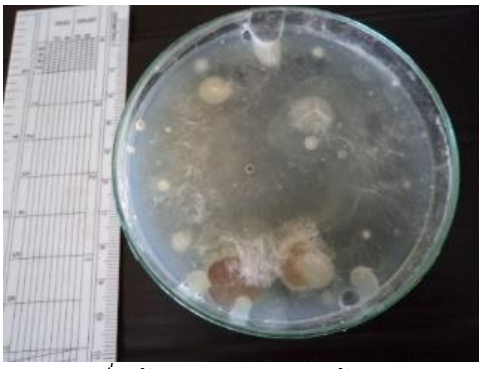
เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำหนักเมล็ดชาน้ำมันที่ลดลง ระหว่างวิธีการทำแห้งโดยการตากแดดแบบธรรมชาติและวิธีอบด้วยตู้อบ พบว่าวิธีการอบแห้งด้วยตู้อบสามารถลดปริมาณน้ำหนักเมล็ดชาได้เร็วกว่าวิธีการตากแดด เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการอบสูงถึง 69 องศาเซลเซียส ซึ่งวิธีการตากแดดมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 29.10องศาเซลเซียส การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงทำให้การถ่ายเทมวลชื้นในอาหารเร็วขึ้นเพราะทำให้อาหารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอได้เร็วขึ้น (สุธีรา และคณะ, 2557)ซึ่งการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนเป็นการกำจัดความชื้นออกจากตัวอย่างโดยการให้ความร้อนเพื่อการระเหยความชื้นออกสู่ตัวกลางซึ่งเป็นอากาศร้อนและแห้ง โดยอากาศดังกล่าวนอกจากจะเป็นแหล่งความร้อนเพื่อการระเหยแล้ว ยังทำหน้าที่พาความชื้นจากการระเหยออกจากห้องอบด้วย โดยความชื้นสุดท้ายในตัวอย่างนั้นมากน้อยแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาวะในการทำแห้ง การใช้อุณหภูมิสูง น้ำจะมีโอกาสระเหยออกจากตัวอย่างได้มาก (วิชมณีและคณะ, 2560)ซึ่งจากปริมาณน้ำหนักเมล็ดชาน้ำมันที่ลดลงโดยวิธีการตากแดดเป็นระยะเวลา

ไพโรจน์ ด้วงนคร
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2561 (99 - 111)

3 วัน และ 7 วัน ยังมีน้ำหนักที่ลดลงไม่คงที่ ส่วนการอบด้วยตู้อบพบว่าอัตราการลดลงของน้ำหนักเมล็ดชาน้ำมันคงที่ตั้งแต่การอบในวันที่ 5

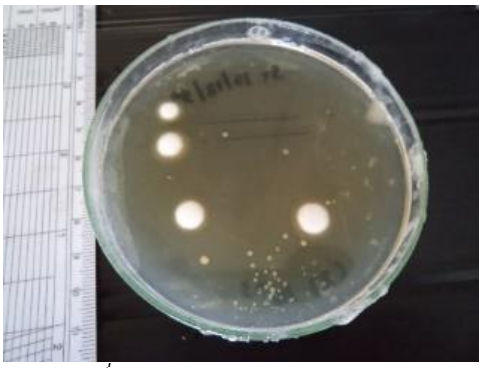
2. ผลการศึกษาสภาวะการอบแห้งเมล็ดชาน้ำมันที่เหมาะสม ระหว่างกระบวนการตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติ และการอบด้วยตู้อบ พบว่าหลังจากที่ผู้วิจัยได้นำกลุ่มตัวอย่างเมล็ดชาน้ำมันที่ผ่านกระบวนการตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติ และการอบด้วยตู้อบ ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันทั้ง 4 กลุ่มตัวอย่าง ไปทดสอบเพื่อหาปริมาณการเกิดเชื้อราในเมล็ดชาน้ำมันด้วยวิธีการStandard Plate Count (SPC) โดยการหาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่นับได้ของแต่ละระดับความเจือจาง โดยพิจารณาจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนี อยู่ระหว่าง 10 - 150 โคโลนี ได้ผลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างเมล็ดชาน้ำมันที่เกิดจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มตัวอย่าง โดยมีลักษณะการเกิดเชื้อราที่เจริญบนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อจะแสดงให้เห็นถึงลักษณะการเกิดราภายในจานเพาะเชื้อที่แตกต่างกันโดยจะสังเกตได้จากสีและลักษณะของการเกิดราที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 1 ถึงภาพที่ 4

ภาพที่ 1 ลักษณะการเกิดราจากตัวอย่าง S1



ภาพที่ 2 ลักษณะการเกิดราจากตัวอย่าง S2

ภาพที่ 3 ลักษณะการเกิดรา จากตัวอย่าง O1



ภาพที่ 4 ลักษณะการเกิดราจากตัวอย่าง O2

จากการวิเคราะห์เมล็ดชาน้ำมันผลสดที่ผ่านการกะเทาะเปลือก ก่อนผ่านกระบวนการทำแห้ง มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นเท่ากับ 27.38% จากนั้นได้นำเมล็ดชาน้ำมันมาทดลองด้วยวิธีการตากแดดแบบธรรมชาติ และอบด้วยตู้อบ เป็นระยะเวลา 3 วัน และ 7 วัน เพื่อศึกษาความชื้น และปริมาณการเกิดเชื้อราของเมล็ดชาที่ผ่านกระบวนการทำแห้งที่แตกต่างกัน โดยรายละเอียดดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ปริมาณความชื้น และปริมาณการเกิดเชื้อราของกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการตากแดดตามธรรมชาติ(S1, S2) และวิธีการอบด้วยตู้อบ(O1, O2)

ตัวอย่าง	*อุณภูมิเฉลี่ย (°C)*	*ความชื้น (%w.b.)*	*ปริมาณเชื้อรา (CFU/g)*
S1	*29.12*	*24.41^{d}*	*1.1 x 10^{3d}*
S2	*28.87*	*18.63^{c}*	*4.6 x 10^{2c}*
O1	*69*	*16.00^{b}*	*1.2 x 10^{2b}*
O2	*69*	*10.75^{a}*	*< 10^{a}*

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3 พบว่าน้ำหนักของเมล็ดชาน้ำมันที่ผ่านกระบวนการตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติเป็นเวลา 3 วัน (S1)มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 24.41 % และมีปริมาณเชื้อรา เท่ากับ 1.1 x 10^3 CFU/gอุณหภูมิตากแดดเท่ากับ 29.12องศาเซลเซียส เมื่อตากแดดเมล็ดชาน้ำมันจนครบวันที่ 7 (S2)พบว่ามีปริมาณความชื้น เท่ากับ 18.63 % และมีปริมาณเชื้อรา เท่ากับ 4.6 x 10^2 CFU/gอุณหภูมิตากแดดเท่ากับ 28.87องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าการตากแดดเมล็ดชาน้ำมันทั้ง 3 วัน และ 7 วัน พบปริมาณการเกิดเชื้อรา เนื่องจากเชื้อรามีปัจจัยหลักในการเจริญเติบโตที่เหมาะสมคือ ช่วงอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส และปริมาณความชื้นที่สูงกว่า 14% ซึ่งในกระบวนการตากแดดมีอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 29.12องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบของเชื้อรา ส่วนความชื้นถึงจะมีปริมาณลดลงแต่ยังคงมากกว่า 14 % ดังนั้นจึงส่งผลให้เมล็ดชาน้ำมันยังคงมีปริมาณน้ำที่เพียงพอและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ ส่งผลให้มีปริมาณเชื้อราในเมล็ดชาน้ำมัน และวิธีการตากแดดทำให้เมล็ดชาน้ำมันมีโอกาสการปนเปื้อนเชื้อราที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม และบริเวณใกล้เคียงได้ส่วนวิธีการอบด้วยตู้อบพบว่าน้ำหนักของเมล็ดชาน้ำมันที่ผ่านกระบวนการอบด้วยตู้อบ ที่อุณหภูมิ 69องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน (O1) มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 16.00 % และมีปริมาณเชื้อรา เท่ากับ 1.2 x 10^2 CFU/gเมื่ออบเมล็ดชาน้ำมันต่อเนื่องเป็นเวลา 7 วัน (O2) มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 10.75 % และมีปริมาณการเกิดเชื้อราเท่ากับ < 10 CFU/g จะเห็นได้ว่าเมื่ออบด้วยตู้อบในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อปริมาณเชื้อราและปริมาณความชื้นให้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

สรุปและอภิปรายผล

เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างเมล็ดชาน้ำมันที่ผ่านกระบวนการตากแดดด้วยวิธีการตามธรรมชาติ และการอบด้วยตู้อบ พบว่า กระบวนการอบที่มีอุณหภูมิสูง และระยะเวลานาน ส่งผลให้ปริมาณความชื้น และปริมาณเชื้อราลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)เมื่ออบด้วยตู้อบสามารถควบคุมปริมาณความชื้น และปริมาณเชื้อราได้ดีกว่าวิธีการตากแดด ซึ่งเมล็ดชาน้ำมันที่ผ่านกระบวนการอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 69องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน เป็นสภาวะที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากเมล็ดชาน้ำมันที่อบด้วยสภาวะนี้มีปริมาณความชื้น (10.75 %) มีปริมาณการเกิดเชื้อราน้อยที่สุด (<10CFU/g) ซึ่งปริมาณความชื้นในเมล็ดชาน้ำมันต่ำกว่า 14 % ทำให้ปริมาณเชื้อราไม่สามารถเจริญเติบโตได้ รองลงมาคือการอบเมล็ดชาน้ำมันด้วยตู้อบที่ระยะเวลา 3 วัน มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 16.00 % และปริมาณเชื้อราเท่ากับ 1.2x 10^2 ซึ่งสอดคล้องกับ ไพโรจน์ ด้วงนคร และคณะ, (2559) ได้พัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อควบคุมการเกิดราในเมล็ดชาน้ำมัน พบว่าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมปริมาณการเกิดเชื้อราในเมล็ดชาน้ำมันได้

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์ในการเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งเมื่อปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น จะพบปริมาณเชื้อราเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นในการควบคุมปริมาณเชื้อรา ของเมล็ดชาน้ำมันจะต้องลดความชื้นให้ต่ำกว่า 14 %คือวิธีการอบด้วยตู้อบที่ระยะเวลา 7 วัน ซึ่งเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำหนักที่ลดลงของเมล็ดชาน้ำมันมีอัตราการลดลงอย่างคงที่ตั้งแต่การอบในวันที่ 5 จึงสรุปได้ว่าการอบเมล็ดชาน้ำมันด้วยตู้อบสามารถลดปริมาณ

ความชื้นให้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 14 % ได้ และเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันเพื่อควบคุมการเกิดเชื้อราในเมล็ดชาน้ำมัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาวิธีการควบคุมความชื้น และการเกิดเชื้อราในผลผลิตทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ ก่อนการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อควบคุมความชื้น และเชื้อราให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม และปลอดภัยเมื่อนำผลิตภัณฑ์มาอุปโภค หรือบริโภค

2. ควรศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ หลังการอบแห้ง เพื่อควบคุมความชื้นไม่ให้เพิ่มขึ้น ก่อนนำไปเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นสินค้าเพื่ออุปโภค และบริโภคต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ตัวอย่างเมล็ดชาน้ำมันจากศูนย์วิจัยและพัฒนา ชาน้ำมันและพืชน้ำมัน มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย และได้รับความอนุเคราะห์การทดสอบและวิเคราห์กลุ่มตัวอย่างจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และสถาบันพัฒนาเศรษฐกิจ พลังงาน และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ ตลอดจนอาคาร และสถานที่ต่าง ๆ ในการดำเนินงานวิจัย

บรรณานุกรม

ณัฐา พัฒนากุล. (2554).*การศึกษา วิเคราะห์ และทบทวน ข้อกำหนดยีสต์และเชื้อราในอาหาร*.เอกสารวิชาการ, สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, กระทรวงสาธารณสุข.

นาฏชนก ปรางปรุ,วิเชียร ดวงสีเสน,เทวรัตน์ ตรีอำนรรค และเกียติศักดิ์ ใจโต.(2556). *การทำแห้งกากมันสำปะหลังด้วยพลังงานแสงอาทิตย์*. ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 4, 382-386.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2549). *เคมีอาหาร.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ไพโรจน์ ด้วงนคร, ศุภกิจ เทพบัณฑิต และมิ่งขวัญ สมพฤกษ์. (2559). *การพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อควบคุมการเกิดเชื้อราในเมล็ดชาน้ำมัน*.คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์, ปณิดา ชัยปันและต่อลาภ ศรีเมือง. (2560). *ผลของอุณหภูมิและ เวลาทำแห้งด้วยลมร้อนต่อคุณภาพของเห็ดเข็มทองผงที่ผลิตจากส่วนที่ไม่นิยมบริโภค.วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 25(6).

ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน มูลนิธิชัยพัฒนา. (2557*). ชาน้ำมัน*. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2559, จาก www.teaoilcenter.org

สุธีรา เสาวภาคย์,ธรรมรัตน์ สัมมะวัฒนาและศิริพร อาจณรงค์. (2557).*ผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อคุณภาพของส้มแขกแห้ง.วารสาร วิทยาศาสตร์เกษตร*.45(2), 37-40.

Bibliography (In Thai)

AOAC. (2000). *Official methods of analysis of AOAC international (18th ed.).* New York: Author.

Delouche, J.C., 1973. *Precepts of seed storage (Revised).* Proceedings of the Short Course for Seedmen, Volume 16, (SCS'73), Seed Technology Laboratory, Mississippi State University, Mississippi, pp: 97-122.

Hoseney, R.C. 1994. *Principles of Cereal Science and Technology***.** 2nd ed. Am. Assoc. of Cereal Chem. Inc., St. Paul, Minnesota, USA.

NartchanokPrangpru, WichienDuangsrisean, Teawathattreeumnak and KeattisakJaito. (2013). *Drying the Cassava Pulp by Solar Energy.* The 14th TSAE National Conference and the 6th TSAE International Conference : TSAE 2013.

Natta Pattanakul. (2011). *The Study Analysis and Review Principles for Yeasts and Fungi in Foods.*Academic Papers, Food and Drug Administration, Ministry of Public Health.

NithiyaRattanapanon. (2006). *Food Chemistry*. Bangkok. Publisher Odeon Store.

OzlemTokusoglu and Clifford Hall. 2011. *Fruit and cereal bioactives : sources, chemistry, and applications***.**459 pages, Book News, Inc., Portland, OR.

PairojDuangnakhon, SupakitThepbundit and MingkwanSomphruek. (2016). *Development of Solar Oven for Controlling Fungus in Tea Oil Seeds.*Faculty of Industrial Technology, Chiang RaiRajabhat University.

Saowapark, S., Summawattana, T., &Artnarong, S. (2014).*Effect of drying temperature on quality of driedgarcinia (garciniaatroviridis)***.** Agricultural Science Journal, 45(2), 37-40. (in Thai)

Shakir, A.S., Khan, S.M. and Ilyas, M.B. (2000).*Fungi Association with Stored Carrot Seeds in Punjab Province*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 186-187.

Tea Oil and Plant Oils Development CenterChaipattana Foundation.(2014). *Tea Oil*. Retrieved from: www.teaoilcenter.org

U.S. Department of Health and Human Services.(2016). *Laboratory Methods***.**Retrieved from: www.fda.gov

Yuenyongputtakal, W., Limroongreungrat, K., Chaipan, Panida., L.&Srimuang, T. (2017).*Effect of Hot Air Drying Temperature and Time on Qualities of Enoki Mushroom (Flammulinavelutipes) Powder Produced from Uncommonly Consumed Part.*Journal of Science and Technology, 25(6). (in Thai)