KKU Res.j. 2014; 19(2) : 320-332
http://resjournal.kku.ac.th

อิทธิพลของช่องเปิดระบายความชื้นและการจัดวางชั้นอบแห้งต่อสมรรถนะการอบแห้ง ปลาทูแขกแบบหลายชั้นด้วยรังสีอาทิตย์

Effect of Moisture Ventilation and Multi-drying Shelf on Drying Performance of Round scads (Decapterus maraudsi, Temminck & Schlegel)

*จารุวัฒน์ เจริญจิต * วสันต์ จีนธาดา และฐานวิทย์ แนมใส*
*Jaruwat Jareanjit * Wasan Jeentada andThanwit Naemsai*

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา
**Correspondent author: j.jaruwat@gmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ได้ศึกษาอิทธิพลของช่องเปิดระบายความชื้นและการจัดวางชั้นอบแห้งต่อสมรรถนะการอบแห้งปลาทูแขกแบบหลายชั้นด้วยด้วยตู้อบแห้งและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์ร่วมกับแผ่นสะท้อนรังสี เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ในกระบวนแปรรูปปลาทะเลสด โดยการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ ในตู้อบแห้งแบบเรือนกระจกทำงานแบบ Passive ที่ปิดคลุมด้วยแผ่นกระจกเอียงทำมุมกับพื้นระดับ 12 องศา และแผ่นอะครีลิคใส ขนาด 83 x 75 x 100 cm^3 ประกอบด้วยชั้นอบแห้ง 5 ชั้น สำหรับอบแห้งปลาทูแขกผ่าหลัง (Decapterus maraudsi, Temminck & Schlegel) ชั้นละ 1 kg (น้ำหนักปลาสด) มีรางรองรับความชื้นที่ควบแน่นบริเวณกระจกด้านบน และด้านหน้า ระบายออกภายนอกตู้อบ โดยดำเนินการทดสอบ 3 กรณี คือ ปิดตู้ เปิดตู้ และปิดตู้แบบมีช่องระบายความชื้นเปิดบนและล่าง บริเวณฝาปิดด้านหลังของตู้อบ เพื่อนำกรณีที่เหมาะสมมาศึกษาในส่วนของการจัดวางชั้นอบแห้งต่อสมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้น บนตัวแปรของความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Moisture Content) และอัตราการอบแห้ง (Drying Rate) บนพื้นฐานลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของตลาด (ตากแห้งตามธรรมชาติ) โดยเก็บข้อมูลอุณหภูมิ และน้ำหนักในแต่ละชั้นอบแห้ง ในช่วงเวลา 09:00-15:00 น. ผลการทดสอบ พบว่าสมรรถนะการอบแห้งในกรณีปิดตู้แบบมีช่องเปิดบนและล่างบริเวณด้านหลังของตู้อบทำงานร่วมกับการจัดการลำดับชั้นอบแห้ง หรือการสลับชั้นอบแห้งที่เหมาะสม สามารถลดความชื้นปลาทูแขก จากค่าเริ่มต้นเฉลี่ยทุกชั้นประมาณ 308 (% d.b.) มีค่าเหลือประมาณ 134-153 (% d.b.) ซึ่งต่ำกว่าการตากแห้งตามธรรมชาติที่ค่าประมาณ 155 (% d.b.) สามารถแก้ปัญหาการแยกชั้นของอุณหภูมิในตู้อบแบบหลายชั้น ส่งผลให้ค่าปริมาณความชื้นผลิตภัณฑ์ และลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ทุกชั้นมีความใกล้เคียงกันตามความต้องการของตลาด โดยใช้เวลาน้อยกว่า 6 ชั่วโมง แปรผันตามค่ารังสีอาทิตย์ สะอาดถูกหลักอนามัย และใช้พื้นที่ตากแห้งน้อยลงกว่าเดิมถึง 3 เท่า จากการออกแบบให้มีชั้นอบแห้งหลายชั้น ตามลำดับ

Abstract

This research is to study how factors of moisture ventilation openings and drying tray configurations affect the drying performance of Round scads (Decapterus maraudsi, Temminck & Schlegel). The performance of multi-tray dryer and solar moisture distillation combined with radiation reflecting sheets was compared with that of a natural drying method in a fresh marine fish process. The moisture of products was reduced in a passive greenhouse dryer

covered with a glass slanted at an angle of 12ป and a transparent acrylic sheet size of 83 x 75 x 100 cm^3. The drying cabinet was composed of 5 shelves each of which was used for drying one kilogram of split-back fresh Round scads. A gutter was placed to receive the condensed moisture from the front and the top pieces of glass and vented outside the drying cabinet. The experiment was conducted in 3 cases, namely a closed drying cabinet, an open drying cabinet and a closed drying cabinet with moisture ventilation top and bottom openings of the back cover of the cabinet. The performance of shelf configurations in drying the fish was examined the variables of moisture content and drying rate to produce physical feature of products to serve the market demand (natural drying method). The temperature and weight on each drying shelf was recorded during a period of 09:00 am. - 03:00 pm. The result indicates that a drying performance in a closed drying cabinet with moisture ventilation top and bottom openings of the back cover of the cabinet with a combination of a drying shelf configurations or proper shelf substitution could reduce the initial moisture of the fish in each shelf from approximately 308%(d.b.) to approximately 134-153% (d.b.), which was lower than the reduced moisture of the fish dried in a natural drying method of approximately 155%(d.b.). This case helped solve the problem of temperature separation in a multi-shelf drying cabinet. It also made the moisture and physical feature of products in each shelf similar and met the demand of the market. Moreover, the duration of product drying was less than 6 hours varying with solar radiation values. The design of the multi-shelf drying cabinet provided clean and sanitary products and 3-fold decrease in drying area.

คำสำคัญ : รังสีอาทิตย์ การอบแห้ง ปลาทูแขก

Keywords: solar radiation, drying, Round scads, Decapterus maraudsi, Temminck & Schlegel

1. บทนำ

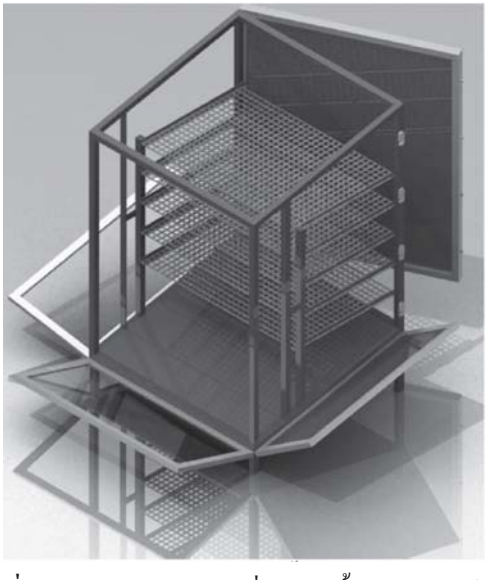
การทำแห้งเป็นกระบวนแปรรูปและถนอมอาหารที่สำคัญโดยลดความชื้นของผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อยับยั้งต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์ที่ส่งผลให้อาหารเสีย สำหรับการอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางทะเล โดยเฉพาะปลาทะเลสด ซึ่งประกอบด้วยน้ำประมาณ 80% (1,2) ดังนั้นเทคโนโลยีการอบแห้งปลาเป็นสิ่งสำคัญ (3,4) ในการเก็บรักษา โดยการลดความชื้นที่จำเป็นสำหรับแบคทีเรีย และการเจริญเติบโตของเชื้อรา (5) ซึ่งกระบวนการอบแห้งส่วนใหญ่เป็นการอบด้วยความร้อนโดยอาศัยลมเป็นสารตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน (5-8) โดยสามารถดำเนินการได้ที่อุณหภูมิสูงและระยะเวลาอันสั้น (high temperature and short time, HTST) หรือที่อุณหภูมิต่ำและเวลานาน (low temperature and long time, LTLT) (9-11) ซึ่งพิจารณาได้ว่าเป็นกระบวนการถ่ายโอนความร้อนและความชื้นพร้อมกันซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการคายน้ำระหว่างผลิตภัณฑ์กับสารตัวกลางอบแห้ง (12) ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้งอย่างมาก โดยเงื่อนไขการอบแห้งที่ระดับอุณหภูมิที่สูง ส่งผลเสียต่อผลิตภัณฑ์อาหารในด้านเนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส และคุณค่าทางโภชนาการ ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีการทำแห้งในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นที่จะลดการเสื่อมเสียของอาหารจากปฏิกิริยาทางเคมี และรักษาสารอาหาร เพื่อผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มอาหารที่ไวต่อความร้อน โดยสามารถดำเนินการได้ในระดับอุณหภูมิต่ำ (13) ซึ่งกระบวนการอบแห้งอุณหภูมิต่ำส่งผลในเชิงบวกต่อคุณภาพของวัสดุทางชีวภาพ แต่ต้องใช้เวลาในการอบแห้งนานซึ่งมีผลกระทบต่อกับคุณภาพและต้นทุนที่สูงขึ้นจากการดำเนินงาน ดังนั้นการอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์เป็นแนวทางหนึ่งในการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (14) ลดการใช้พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการใช้พลังหมุนเวียนได้แก่รังสีอาทิตย์เป็นแหล่งความร้อนในตู้อบโปร่งแสงโดยตรง ผ่านปรากฏการณ์เรือนกระจก (green house effect) ส่งผลให้อุณหภูมิในตู้อบสูงกว่าบรรยากาศภายนอก และเกิดการหมุนเวียนอากาศภายในตู้โดยธรรมชาติจาก

ความแตกต่างของอุณหภูมิ ส่งผลให้ไม่มีการใช้พลังงานสิ้นเปลืองจากภายนอกจากระบบดังกล่าว และสามารถรักษาอุณหภูมิในตู้อบในระบบปิด ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในตู้มีค่าน้อยกว่าการตากแห้งตามธรรมชาติจากการสะสมความร้อนจากผลิตภัณฑ์และอากาศภายในตู้อบตามลำดับ (15) เนื่องจากอุณหภูมิภายในตู้อบรังสีอาทิตย์กรณีตู้เปล่าอยู่ระหว่าง 80-85 °C (16) หรือสูงกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ 20-30 °C (17) แปรผันตามค่ารังสีอาทิตย์ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการอบแห้งปลาทูแขก(Decapterus maraudsi, Temminck & Schlegel) ด้วยรังสีอาทิตย์ที่มีการไหลเวียนอากาศแบบธรรมชาติและมีการติดตั้งกระจกสะท้อนแสง เพื่อรวมรังสีอาทิตย์ให้มีความเข้มสูงขึ้นบริเวณส่วนล่างของตู้อบ สำหรับนำไปใช้ในการหาเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมต่อไปในอนาคต อีกทั้งเป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานรังสีอาทิตย์อย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดต้นทุนการผลิต

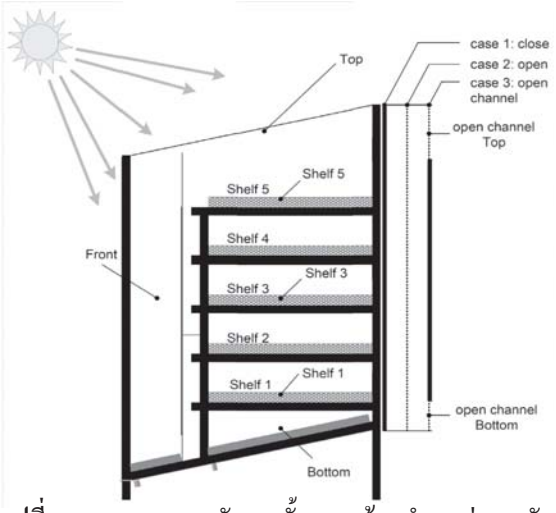
2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 ชุดทดสอบ

ตู้อบที่ใช้ในการศึกษาทำงานโดยอาศัยคุณสมบัติของกระจก ที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านลงมายังตู้อบได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากตู้อบเอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อนให้กระจายอยู่ภายในตู้กระจกจนมีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้อากาศมีความหนาแน่นน้อยลงหรือน้ำหนักเบาขึ้น และลอยตัวขึ้นไปบริเวณส่วนบนของตู้อบผ่านวัสดุที่ต้องการอบแห้งพาความชื้นไปควบแน่นที่บริเวณผิวกระจกด้านบน และด้านหน้า ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศต่ำลง มีความหนาแน่นมากขึ้นเคลื่อนที่ลงมาทดแทนอากาศร้อนที่เคลื่อนที่ขึ้นไปส่วนบนของตู้อบ ตามหลักการพาความร้อนตามธรรมชาติในลักษณะเช่นนี้ ประกอบกับรูปทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน ของตู้อบทำให้เกิดการไหลเวียนขึ้นของอากาศในตู้ ในขณะที่น้ำที่ควบแน่นจะถูกระบายออกจากตู้อบผ่านทางท่อทางออก นอกจากนี้บริเวณด้านล่างของตู้อบติดตั้งกระจกสะท้อนรังสีอาทิตย์ด้านข้างและด้านหน้าตามลำดับ สำหรับรวมรังสีให้ตกกระทบบริเวณผิวดูดรังสีบริเวณด้านล่างของตู้อบ เพื่อเพิ่มความเข้มของรังสีอาทิตย์การดูดซับรังสีอาทิตย์ และแผ่ออกในปริมาณที่สูงขึ้น เป็นการเพิ่มศักยภาพเชิงอุณหภูมิสำหรับการอบแห้ง ตามลำดับ ลักษณะของตู้อบ มีรูปทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน มีรายละเอียดดังนี้ ขนาดห้องอบแห้งเท่ากับ 83 cm x 75 cm x 100 cm (กว้าง x ยาว x สูง) ภายในมีแผ่นอะครีลิคใส ความหนา 2 mm ขนาด 83 cm x 70 cm จำนวน 1 แผ่น ใช้เป็นแผ่นกั้นระหว่างห้องอบกับบริเวณระบายความร้อนด้านหน้าของตู้ ที่ทำจากกระจกใสหนา 5 mm ขนาด 79 cm x 95 cm โดยมีแผ่นอะครีลิคใสทรงสี่เหลี่ยมด้านขนานทำมุม 12 องศา หนา 2 mm ขนาด 75 cm x 100 cm จำนวน 2 แผ่นติดตั้งตรงบริเวณด้านข้างซ้าย-ขวาของตู้อบ ด้านบนปิดด้วยแผ่นกระจกใสหนา 5mm ขนาด 82.5 cm x 72 cm ทำมุม 12 องศา กับแนวระดับ เป็นส่วนที่ใช้รับรังสีอาทิตย์ ในตู้อบติดตั้งตะแกรงอบแห้งขนาด 1 mesh ทำจากวัสดุอลูมิเนียม ขนาด 50 cm x 77 cm จำนวน 5 ชั้น เพื่อให้อากาศไหลเวียนได้สะดวก และใช้สำหรับอบแห้งปลาทูแขกได้สูงสุดชั้นละ 1 kg (น้ำหนักปลาสด) ด้านล่างของตู้ ติดตั้งกระจกสะท้อนรังสีอาทิตย์ขนาด 75 cm x 40 cm บริเวณด้านข้างของตู้อบ 2 ด้าน และขนาด 82 cm x 40 cm บริเวณด้านหน้าของตู้อบ โดยติดตั้งทำมุม 70 และ 60 องศา กับแนวระดับตามลำดับ เพื่อสะท้อนรังสีอาทิตย์ให้รวมตัวอยู่บริเวณผิวดูดซับรังสีบริเวณส่วนล่างของตู้อบมากที่สุด ในช่วงเวลา 11:00-13:00 น. ดังแสดงในรูปที่ 1



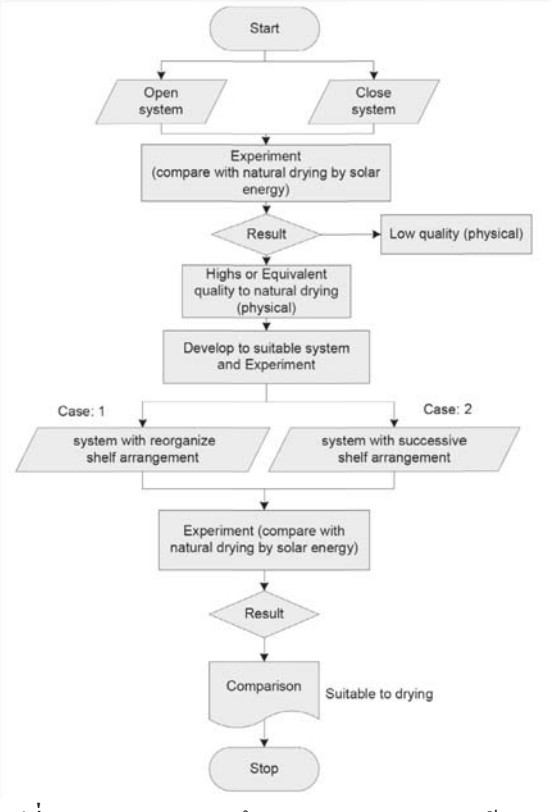
รูปที่ 1 ตู้อบแห้งและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์ ร่วมแผ่นสะท้อนรังสี



รูปที่ 2 แสดงการจัดวางชั้นอบแห้ง, ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและลักษณะการระบายความชื้น 3 กรณี บริเวณหลังตู้อบ (18)

2.2 วิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาอิทธิพลของช่องเปิดระบายความชื้น และการจัดวางชั้นอบแห้งต่อสมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้นด้วยด้วยตู้อบแห้งและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์ร่วมกับแผ่นสะท้อนรังสี เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ โดยพิจารณาสมรรถนะการอบแห้งบนตัวแปรของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Moisture Content, MC) และอัตราการอบแห้ง(Drying Rate, DR) ในลักษณะของความชันของเส้นกราฟ โดยพิจารณาลักษณะทางกายภาพที่ต้องการของตลาดร่วมด้วย ระหว่างการอบในตู้แต่ละชั้นอบแห้ง เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ที่สภาวะเดียวกัน ในกรณีต่างๆ โดยใช้ปลาทูแขกสดผ่าหลัง เป็นตัวอย่างในการอบแห้งปลาทะเล เพื่อศึกษาอิทธิพลของช่องเปิดระบายความชื้น 3 กรณี คือ ปิดตู้ เปิดตู้ และปิดตู้แบบมีช่องเปิดบนและล่าง บริเวณฝาด้านหลังของตู้อบขนาด 20 และ10 cm ตามลำดับ โดยพิจารณาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ในตู้อบเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติบนพื้นฐานของความต้องการของตลาดเดิมเป็นสำคัญ ขั้นตอนถัดมานำกรณีศึกษาที่มีลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ มาศึกษาต่อในส่วนของการจัดวางชั้นอบแห้งต่อสมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้นต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 3 แผนภูมิการศึกษาสมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้นตามลักษณะช่องเปิดระบายความชื้น และการจัดวางชั้นอบแห้ง

ดำเนินการทดสอบสมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้นตามขั้นตอนในแผนภูมิข้างต้น ตามลำดับ โดยบรรจุปลาทูแขกบนตะแกรงจำนวนชั้นละ 1kg จำนวน 5 kg ที่มีความชื้นเริ่มต้นมากกว่า 300 % (d.b.) ดำเนินการทดสอบในช่วงระหว่างเวลา (09:00-15.00) น. เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เพื่อให้ได้คุณภาพทางกายภาพตามความต้องการของตลาด ที่ต้องการปลาทูแขกแห้งแดดเดียว โดยติดตั้งหันไปทางทิศใต้ ทำการวัดค่ารังสีอาทิตย์ด้วย Pyranometer (Kipp & Zonen) Model CM 11B ความละเอียด +/- 2 W/m^2 อุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ วัดด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ซึ่งมีความละเอียด +/-0.5^{o}C บันทึกข้อมูลค่ารังสีและอุณหภูมิการทดลอง ทุกๆ 1 นาที โดยใช้ Data logger (Yokogawa) Model MW 100 และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลิตภัณฑ์อ่านค่าจากเครื่องชั่งดิจิทัล ยี่ห้อ Miras Sartorius ชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 30 kg ที่มีค่าความละเอียด 5 g เก็บข้อมูลของน้ำหนัก ทุก 120 นาที นำผลที่

ได้มาทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ตามลำดับ เพื่อทำการวัดความชื้นของผลิตภัณฑ์ และอัตราการอบแห้ง

2.3 การวัดความชื้นของผลผลิต

การวัดความชื้นของผลิตภัณฑ์(Moisture Content, MC) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มี 2 วิธีหลัก คือ

1. คิดเป็นเปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก (Wet Basis) เป็นการวัดโดยใช้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ชื้นเป็นหลักดังนี้

$$\text{MC (\% w.b.)} = \frac{W_w}{W_w + W_d} \times 100 \qquad (1)$$

2. คิดเป็นเปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง (Dry Basis) เป็นการวัดโดยใช้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์แห้งเป็นหลักดังนี้

$$\text{MC (\% d.b.)} = \frac{W_w}{W_d} \times 100 \qquad (2)$$

เมื่อ W_w = น้ำหนักของน้ำที่อยู่ภายในเนื้อของวัสดุ

W_d = น้ำหนักของเนื้อวัสดุแห้ง

อัตราการอบแห้ง พิจารณาจากความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลา

$$\text{(Drying Rate, DR)} = \frac{dW}{dt} \qquad (3)$$

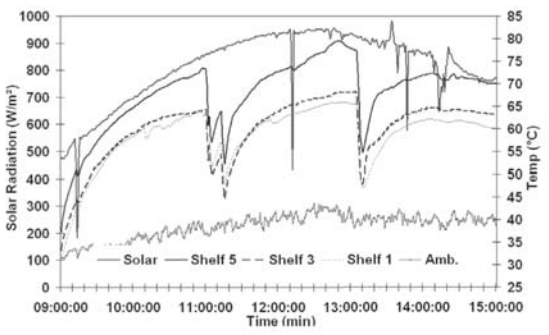
เพื่อเปรียบเทียบความชื้นของผลิตภัณฑ์ในตู้อบทั้ง 5 ชั้นอบแห้ง ในช่วงเวลาต่างๆ และแสดงอัตราการอบแห้งในรูปแบบความชันของกราฟในกรณีศึกษาต่าง ๆ เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ที่สภาวะเดียวกันได้ชัดเจนมากขึ้น

3. อภิปรายผลการทดลอง

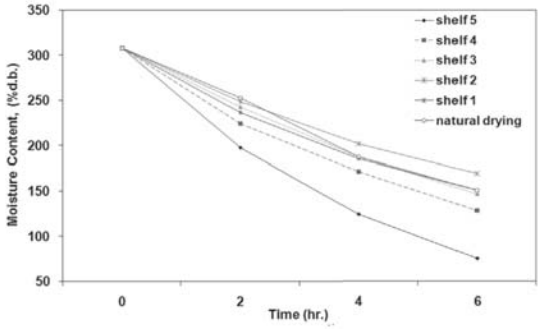
ในงานวิจัยนี้ ได้ออกแบบการทดลองและวิเคราะห์อิทธิพลของช่องเปิดระบายความชื้น และลักษณะการจัดวางชั้นอบแห้งต่อสมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้นด้วยตู้อบแห้งและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์ร่วมกับแผ่นสะท้อนรังสีเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 สมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้นด้วยรังสีอาทิตย์ กรณีปิดตู้ เทียบกับตากแห้งตามธรรมชาติ

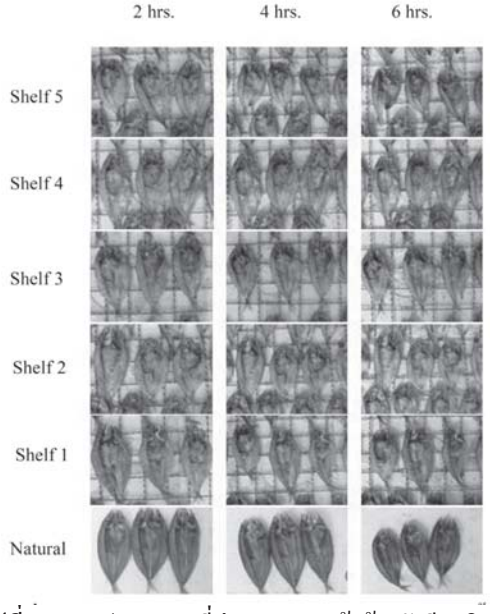
การศึกษาในส่วนนี้ ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาถึงผลของอุณหภูมิอากาศอบแห้ง ที่มีต่อพฤติกรรมการอบแห้ง ซึ่งมีรายละเอียดของผลการศึกษาดังนี้



รูปที่ 4 แสดงค่ารังสีอาทิตย์และอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ (17.62 MJ/m^2 day)



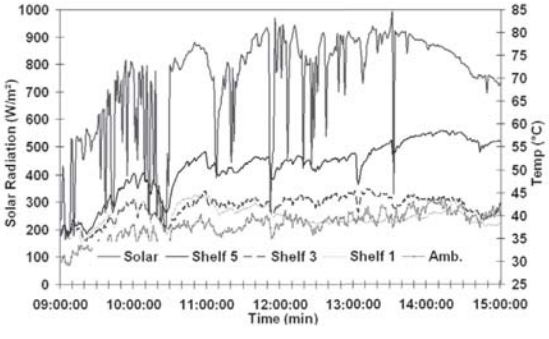
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลาในแต่ละชั้นอบแห้ง 5 ชั้น เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ (17.62 MJ/m^2 day)



รูปที่ 6 ปลาทูแขกที่ผ่านการอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์ในชั้นอบแห้ง กรณีปิดตู้ เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ทุกๆ 2 hrs.

ตารางที่ 1 ปริมาณความชื้น ในชั้นอบแห้ง กรณีปิดตู้ เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ทุกๆ 2 hrs.

17.62 MJ/m^2-batch (close)					
		Solar cabinet		Natural Drying	
Time (hr.)	position	MC (% d.b)	MC(% w.b)	MC (% d.b)	MC(% w.b)
0	shelf 5	308.16	75.50		
	shelf 4	308.16	75.50		
	shelf 3	308.16	75.50	308.16	75.50
	shelf 2	308.16	75.50		
	shelf 1	308.16	75.50		
2	shelf 5	197.96	66.44		
	shelf 4	224.49	69.18		
	shelf 3	242.86	70.83	253.06	71.68
	shelf 2	248.98	71.35		
	shelf 1	236.73	70.30		
4	shelf 5	*124.49*	*55.45*		
	shelf 4	171.43	63.16		
	shelf 3	187.76	65.25	187.76	65.25
	shelf 2	202.04	66.89		
	shelf 1	185.71	65.00		
6	shelf 5	*75.51*	*43.02*		
	shelf 4	*128.57*	*56.25*		
	shelf 3	*146.94*	*59.50*	*151.02*	*60.16*
	shelf 2	169.39	62.88		
	shelf 1	151.02	60.16		

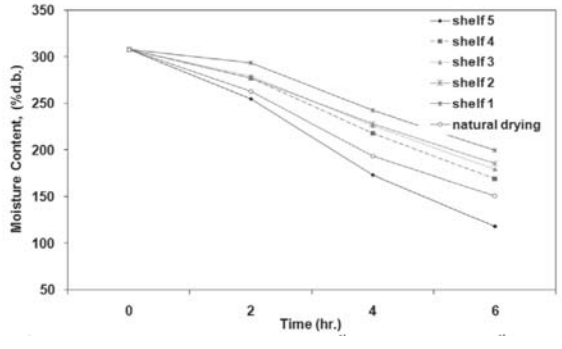


รูปที่ 7 แสดงค่ารังสีอาทิตย์และอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ (16.05 MJ/m^2 day)

3.2 สมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้นด้วยรังสีอาทิตย์ กรณีเปิดตู้ เทียบกับตากแห้งตามธรรมชาติ

จากข้อมูลการทดสอบสมรรถนะการอบแห้งเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ที่สภาวะเดียวกัน กรณีปิดตู้และเปิดตู้ ข้างต้น พบว่าอุณหภูมิภายในตู้อบที่ตำแหน่งต่าง ๆ มีการแยกชั้น โดยชั้นบนสุดมีอุณหภูมิสูงที่สุดชั้นที่ 5 (shelf 5) และลดลง ในตำแหน่งต่ำลงมา โดยอุณหภูมิชั้นบนต่างจากชั้นล่างสูงสุดประมาณ 10 °C แปรผันตามค่ารังสีอาทิตย์ โดยอุณหภูมิเฉลี่ยทุกจุดในระบบอบแห้งกรณีปิดตู้ มีค่าระหว่าง 65-75°C ที่อุณหภูมิบรรยากาศการตากแห้งตามธรรมชาติ 35-40°C แตกต่างกันประมาณ 30-35°C ที่สภาวะเดียวกัน ในขณะที่ระบบอบแห้งกรณีเปิดตู้ มีค่าระหว่าง 40-55 °C ที่อุณหภูมิบรรยากาศการตากแห้งตามธรรมชาติ 35-40 °C แตกต่างกันประมาณ 5-15 °C ที่สภาวะเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 7 ตามลำดับ จากข้อมูลพบว่านอกเหนือจากค่ารังสีอาทิตย์ที่แตกต่างกัน ระบบปิดซึ่งไม่มีการสูญเสียความร้อนออกนอกตู้อบ และไม่มีการไหลเวียนอากาศภายนอกซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าในตู้อบเข้ามาเป็นภาระทางความร้อน อุณหภูมิที่สูงขึ้นสามารถเพิ่มอัตราการระเหยน้ำจากปลาในทิศทางเดียวกัน ส่งผลให้อัตราการอบแห้งในระบบปิดสูงกว่าระบบเปิดตามหลักการการอนุรักษ์พลังงานความร้อน เนื่องจากระบบปิดมีการสูญเสียความร้อนต่ำกว่าระบบเปิด ที่สภาวะเดียวกัน แปรผันตามค่ารังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ และปริมาณความชื้นในปลาเป็นปัจจัยให้อัตราการอบแห้ง ในระบบปิดเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติที่สภาวะเดียวกัน สูงกว่าระบบเปิดเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติที่สภาวะเดียวกัน ดังนั้นจากเหตุผล

ที่กล่าวมาจึงสามารถลดความชื้นได้เร็วขึ้น เมื่อทำการอบในชั้นบนสุด โดยพบว่ามีอัตราการระเหยสูงที่สุด เมื่อเทียบกับชั้นถัดลงมา และการตากแห้งตามธรรมชาติ ดังแสดงปริมาณความชื้นกับเวลา ในรูปที่ 5 และ 8 ตามลำดับ โดยพบว่า สมรรถนะการอบแห้งกรณีปิดตู้ สูงกว่ากรณีเปิดตู้อย่างชัดเจน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1-2 โดยเมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นในชั้นอบแห้ง กรณีปิดตู้เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ทุกๆ 2 ชั่วโมง พบว่าระบบมีสมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้นด้วยรังสีอาทิตย์ ที่มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 308 (%d.b.) มีค่าเหลือประมาณ 75.51, 128.57, 146.94, 169.39 และ 151.02(%d.b.) ในชั้นอบแห้งที่ 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ภายในเวลา 6 ชั่วโมง เทียบกับปริมาณความชื้นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการของตลาด ที่ได้จากการตากแห้งตามธรรมชาติ อยู่ที่ประมาณ 151 (%d.b.) แสดงสมรรถนะการอบแห้งในแต่ละชั้นอบแห้ง โดยชั้นบนจะมีสมรรถนะสูงกว่าชั้นถัดลงมาตามลำดับ ในกรณีนี้แสดงถึงระยะเวลาการอบแห้งในแต่ละชั้นอบแห้งเพื่อให้ได้ความชื้นที่ต้องการคือ 151(%d.b.) ใช้เวลาต่างกัน โดยชั้นบนสุดจะใช้เวลาสั้นที่สุด ตามด้วยชั้นถัดลงมาจนถึงล่างสุด หรือ ชั้นอบแห้งที่ 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่เงื่อนไขเวลาเท่ากัน พบว่ากรณีปิดตู้ ผลิตภัณฑ์ในชั้นอบแห้งที่ 5, 4, 3 จะมีค่าความชื้นต่ำกว่าที่ใช้อ้างอิงจากการตากแห้งตามธรรมชาติ หรือประมาณ 151 (% d.b.) ในขณะที่กรณีเปิดตู้จะมีเพียงผลิตภัณฑ์ในชั้นอบแห้งที่ 5 มีค่าความชื้นต่ำกว่าที่กำหนดเท่านั้น



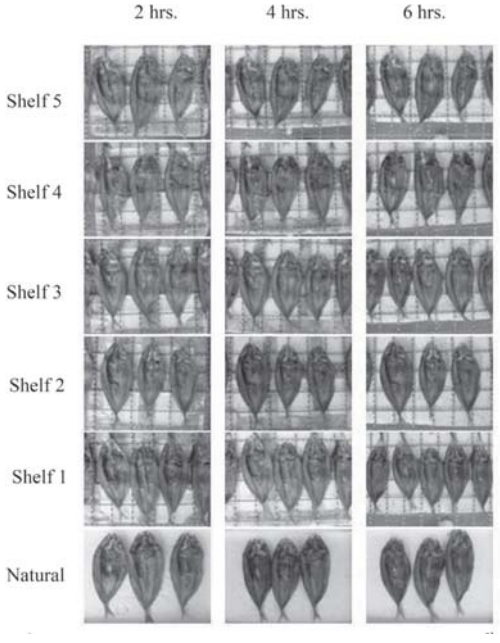
รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลาในแต่ละชั้นอบแห้ง 5 ชั้น เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ (16.05 MJ/m^2 day)

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากความต้องการของตลาด โดยอ้างอิงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตากแห้งตามธรรมชาติเป็นหลัก พบว่าปริมาณความชื้น (Moisture Content, MC) ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากตู้อบระบบปิด กรณีปิดตู้ บริเวณชั้นอบแห้งที่ 3-5 มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าการตากแห้งตามธรรมชาติ ลักษณะทางกายภาพเสียหาย เนื่องจากได้รับความร้อนในอัตราที่สูงเกินไป ส่งผลให้มีอัตราการระเหยน้ำสูงกว่าอัตราการควบแน่นของความชื้นบริเวณกระจกระบายได้ทัน จนมีลักษณะคล้ายปลานึ่งด้วยไอน้ำ และมีสีซีดขาวไม่สวยงาม เมื่อเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ สำหรับบริเวณชั้นล่าง คือชั้นอบแห้งที่ 1-2 มีปริมาณความชื้นสูงกว่าการตากแห้งตามธรรมชาติ แปรผันตามการแยกชั้นของอุณหภูมิในตู้อบ และผิวของผลิตภัณฑ์ไม่ได้สัมผัสกับรังสีอาทิตย์โดยตรง เนื่องจากมีชั้นอบแห้งหลายชั้น ตามลำดับ

สำหรับปริมาณความชื้นและอัตราการอบแห้งของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากตู้อบระบบเปิด กรณีเปิดตู้ เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติที่สภาวะเดียวกัน ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า และความชื้นที่ระเหยสามารถระบายออกได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องรอระยะเวลาควบแน่น ส่งผลให้เหลือเพียงบริเวณชั้นอบแห้งบนสุด คือชั้นอบแห้งที่ 5 มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าการตากแห้งตามธรรมชาติ ลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับการตากแห้งตามธรรมชาติ นอกจากนั้นทุกชั้นอบแห้งที่เหลือ คือชั้นอบแห้งที่ 1-4 มีปริมาณความชื้นสูงกว่าการตากแห้งตามธรรมชาติ ทั้งหมด โดยปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มีการแยกชั้นและมีอัตราการอบแห้งที่แตกต่างกัน ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 8 และตารางที่ 2 จากปัจจัยการอบแห้งแบบหลายชั้นในระบบปิด เช่นกัน จากข้อมูลข้างต้นแสดงลักษณะพิเศษของการอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางทะเล หรือปลาทะเลแบบหลายชั้นด้วยรังสีอาทิตย์ที่ต้องการอุณหภูมิ และการหมุนเวียนอากาศที่เหมาะสมต่อกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการของตลาด จากข้อมูลการทดลองดังกล่าว พิจารณาได้ว่าการอบปลาทะเลแบบผสมผสานระหว่างระบบปิดกับระบบเปิด เป็นแนวทางที่เหมาะสม จึงดำเนินการทดสอบการอบแห้งปลาทะเลกรณีปิดตู้แบบมีช่องเปิดบนและล่าง บริเวณด้านหลังของตู้อบ ต่อสมรรถนะการอบแห้งในกรณีศึกษาต่อไป

ตารางที่ 2 ปริมาณความชื้น ในชั้นอบแห้ง กรณีเปิดตู้ เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ทุกๆ 2 hrs.

16.05 MJ/m^2-batch (open)					
		Solar cabinet		Natural Drying	
Time (hr.)	position	MC (% d.b)	MC(% w.b)	MC (% d.b)	MC(% w.b)
0	shelf 5	308.16	75.50		
	shelf 4	308.16	75.50		
	shelf 3	308.16	75.50	308.16	75.50
	shelf 2	308.16	75.50		
	shelf 1	308.16	75.50		
2	shelf 5	255.10	71.84		
	shelf 4	277.55	73.51		
	shelf 3	279.59	73.66	263.27	72.47
	shelf 2	277.55	73.51		
	shelf 1	293.88	74.61		
4	shelf 5	173.47	63.43		
	shelf 4	218.37	68.59		
	shelf 3	226.53	69.38	193.88	65.97
	shelf 2	228.57	69.57		
	shelf 1	242.86	70.83		
6	shelf 5	*118.37*	*54.21*		
	shelf 4	169.39	62.88		
	shelf 3	179.59	64.23	*151.02*	*60.16*
	shelf 2	185.71	65.00		
	shelf 1	200.00	66.67		

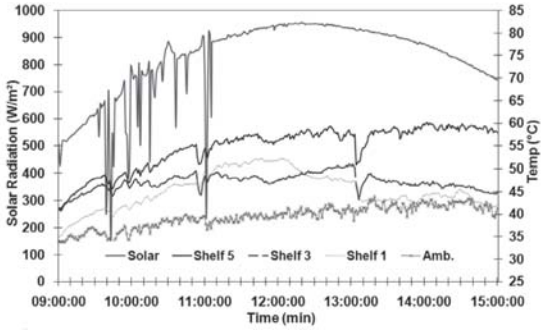


รูปที่ 9 ปลาทูแขกที่ผ่านการอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์ในชั้นอบแห้ง กรณีเปิดตู้ เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ทุกๆ 2 hrs.

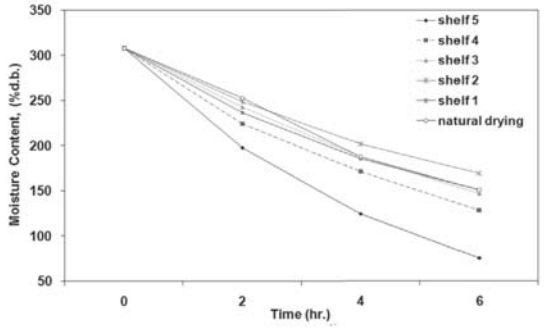
3.3 สมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้นด้วยรังสีอาทิตย์ เทียบกับตากแห้งตามธรรมชาติ กรณีปิดตู้แบบมีชองเปิดบนและล่าง บริเวณด้านหลังของตู้อบ

จากข้อมูลการทดสอบการอบปลากรณีปิดตู้แบบมีช่องเปิดบนและล่าง บริเวณด้านหลังของตู้อบ เทียบกับตากแห้งตามธรรมชาติ พบว่าอุณหภูมิภายในตู้อบที่ตำแหน่งต่าง ๆ มีการแยกชั้นของอุณหภูมิ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละชั้นอบแห้งมีค่าระหว่าง 45-55 °C ที่อุณหภูมิบรรยากาศการตากแห้งตามธรรมชาติ 35-40 °C แตกต่างกันประมาณ 10-15 °C ที่สภาวะเดียวกัน แปรผันตามค่ารังสีอาทิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 10 โดยระบบมีช่องเปิดบนและล่างบริเวณด้านหลังของตู้อบ เพื่อเพิ่มการหมุนเวียนของอากาศภายในระบบและเพิ่มการระบายความชื้น ดังแสดงในรูปที่ 11 จากการทดสอบ พบว่าชั้นอบแห้งชั้นบนมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าชั้นอบแห้งในชั้นถัดลงมาด้านล่าง ตามลำดับ จากปัจจัยของอุณหภูมิที่ต่างกันในแต่ละชั้น โดยที่เงื่อนไขเวลาเท่ากัน ผลิตภัณฑ์ในชั้นอบแห้งที่ 5 และ4 จะมีค่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าการตากแห้งตามธรรมชาติที่ค่า 144.9 (%d.b.) ในขณะที่ลักษณะทางกายภาพ

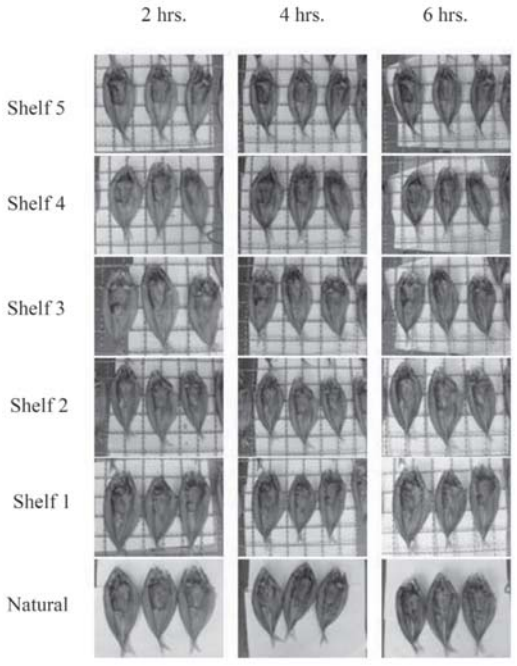
ของผลิตภัณฑ์โดยรวมในแต่ละชั้นอบแห้งมีความใกล้เคียงกับการตากแห้งตามธรรมชาติมากกว่า กรณีปิดตู้และเปิดตู้เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติก่อนหน้านี้ ดังแสดงในรูปที่ 12 จากอิทธิพลของช่องเปิดบนและล่าง บริเวณด้านหลังของตู้อบ การหมุนเวียนอากาศและเพิ่มการระบายความชื้นในตู้อบ ตามลำดับ โดยการแยกชั้นของอุณหภูมิจากลักษณะของการอบแบบหลายชั้น ส่งผลให้ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ในแต่ละชั้นอบแห้งมีความแตกต่างกัน ในชั้นอบแห้งที่ 5, 4, 3, 2 และ 1 ดังแสดงปริมาณความชื้นในตารางที่ 3 ตามลำดับ จึงดำเนินออกแบบเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยศึกษาการจัดการลำดับชั้นอบแห้ง ต่อสมรรถนะการอบแห้งในกรณีศึกษาต่อไป



รูปที่ 10 แสดงค่ารังสีอาทิตย์และอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ (17.75 MJ/m^2 day)



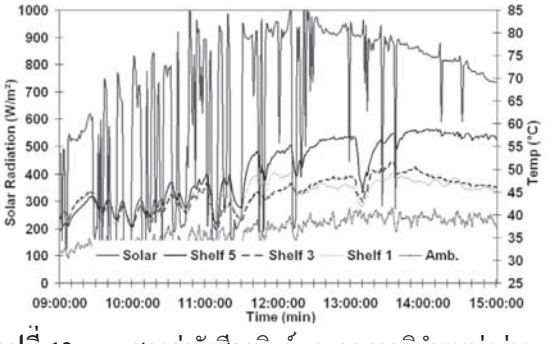
รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลาในแต่ละชั้นอบแห้ง 5 ชั้น เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ (17.75 MJ/m^2 day)



รูปที่ 12 ปลาทูแขกที่ผ่านการอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์ในชั้นอบแห้ง กรณีปิดตู้แบบมีช่องเปิดบนและล่าง บริเวณด้านหลังของตู้อบ เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ทุกๆ 2 hrs.

3.4 สมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้นด้วยรังสีอาทิตย์ เทียบกับตากแห้งตามธรรมชาติ กรณีปิดตู้แบบมีช่องเปิดบนและล่าง บริเวณด้านหลังของตู้อบ โดยมีการจัดการลำดับชั้นอบแห้ง

การศึกษาในส่วนนี้ ได้ทำการทดลอง ต่อเนื่องจากการอบแห้งกรณีปิดตู้แบบมีช่องเปิดบนและล่าง บริเวณด้านหลังของตู้อบ เพื่อศึกษาถึงการจัดการลำดับชั้นอบแห้งต่อสมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้น ซึ่งมีรายละเอียดของผลการศึกษาดังนี้

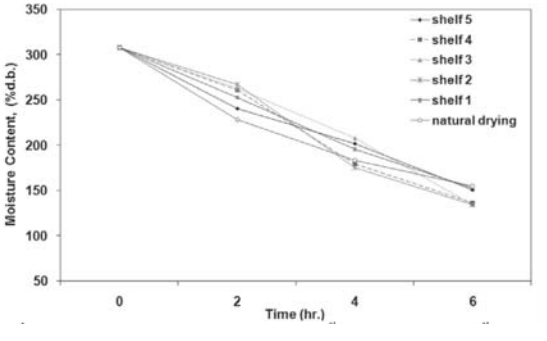


รูปที่ 13 แสดงค่ารังสีอาทิตย์และอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆ (14.61 MJ/m^2 day)

ตารางที่ 3 ปริมาณความชื้น ในชั้นอบแห้ง กรณีปิดตู้แบบมีช่องเปิดบนและล่าง บริเวณด้านหลังของตู้อบ เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ทุกๆ 2 hrs.

17.75 MJ/m^2-batch (mix)					
		Solar cabinet		Natural Drying	
Time (hr.)	position	MC (% d.b)	MC(% w.b)	MC (% d.b)	MC(% w.b)
0	shelf 5	308.16	75.50		
	shelf 4	308.16	75.50		
	shelf 3	308.16	75.50	308.16	75.50
	shelf 2	308.16	75.50		
	shelf 1	308.16	75.50		
2	shelf 5	212.24	67.97		
	shelf 4	248.98	71.35		
	shelf 3	263.27	72.47	222.45	68.99
	shelf 2	267.35	72.78		
	shelf 1	236.73	70.30		
4	shelf 5	*138.78*	*58.12*		
	shelf 4	177.55	63.97		
	shelf 3	197.96	66.44	175.51	63.70
	shelf 2	212.24	67.97		
	shelf 1	183.67	64.75		
6	shelf 5	*97.96*	*49.48*		
	shelf 4	*136.73*	*57.76*		
	shelf 3	153.06	60.48	*144.90*	*59.17*
	shelf 2	169.39	62.88		
	shelf 1	146.94	59.50		

จากการทดสอบพบว่าอุณหภูมิมีการแยกชั้นเหมือนทุกกรณีก่อนหน้านี้ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละชั้นอบแห้งมีค่าระหว่าง 45-55°C ที่อุณหภูมิบรรยากาศการตากแห้งตามธรรมชาติ 35-40°C แตกต่างกันประมาณ 10-15°C ที่สภาวะเดียวกัน แปรผันตามค่ารังสีอาทิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 13 โดยทดสอบอิทธิพลของการจัดการลำดับชั้นอบแห้งต่อสมรรถนะการอบแห้งในชั้นอบแห้งแต่ละชั้น โดยจัดลำดับชั้นอบแห้งใหม่ ในช่วงของการเก็บข้อมูลน้ำหนักผลิตภัณฑ์ ทุก 120 นาที หรือช่วงเวลาทุกๆ 2 ชั่วโมง บนตัวแปรของค่าปริมาณความชื้นผลิตภัณฑ์อบแห้ง ทุกชั้นมีความใกล้เคียงกัน เมื่ออบครบ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยอาศัยข้อมูลจากการทดสอบ 2 ชั่วโมง แรกในการจัดลำดับหรือสลับชั้นอบแห้ง สำหรับการอบใน 2 ชั่วโมง ถัดไป จนครบ 6 ชั่วโมง รวมการจัดการทั้งสิ้น 2 ครั้ง คือในชั่วโมงที่ 2 (11:00 น.) และ 4 (13:00 น.) ตามลำดับ จากการทดสอบ พบว่ากรณีศึกษาดังกล่าวส่งผลให้อัตราการอบแห้งแต่ละชั้นแปรผันตามตำแหน่งการจัดการลำดับชั้นอบแห้ง สามารถอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้น ที่มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 308.16 (%d.b.) มีค่าเหลือประมาณ 134-153 (%d.b.) ใกล้เคียงกันทุกชั้นอบแห้ง ซึ่งต่ำกว่าการตากแห้งตามธรรมชาติ 155.1 (% d.b.) โดยที่อัตราการอบแห้งในแต่ละชั้น โดยเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้น และลักษณะทางกายภาพมีความใกล้เคียงกันในทุกชั้นอบแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 14 และ 15 ตามลำดับ เมื่อมีการจัดวางชั้นอบแห้งเรียงลำดับจากบน ลงล่างจำนวน 5 ชั้น



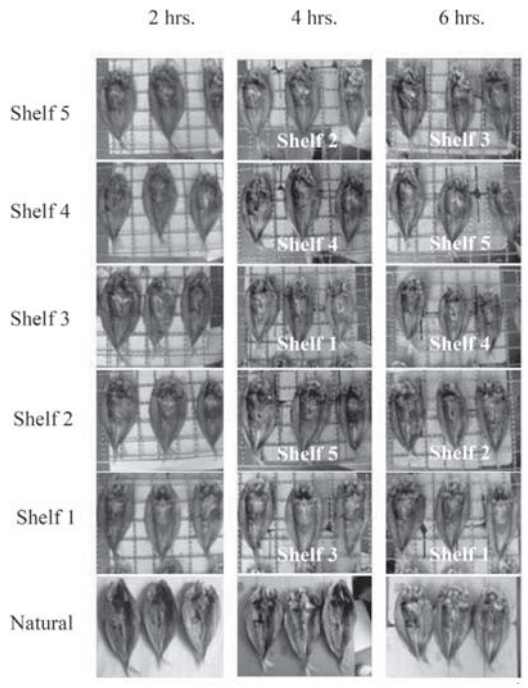
รูปที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลาในแต่ละชั้นอบแห้ง 5 ชั้น เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ (14.61 MJ/m^2 day)

ตารางที่ 4 ปริมาณความชื้น ในชั้นอบแห้ง กรณีปิดตู้แบบมีช่องเปิดบนและล่าง บริเวณด้านหลังของตู้อบ โดยมีการจัดการชั้นอบแห้ง เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ทุกๆ 2 hrs.

14.61 MJ/m^2-batch (order)					
		Solar cabinet		Natural Drying	
Time (hr.)	position	MC (% d.b)	MC(% w.b)	MC (% d.b)	MC(% w.b)
0	shelf 5	308.16	75.50		
	shelf 4	308.16	75.50		
	shelf 3	308.16	75.50	308.16	75.5
	shelf 2	308.16	75.50		
	shelf 1	308.16	75.50		
2	shelf 5	240.82	70.66		
	shelf 4	261.22	72.32		
	shelf 3	263.27	72.47	228.57	69.57
	shelf 2	267.35	72.78		
	shelf 1	253.06	71.68		
4	shelf 2	202.04	66.89		
	shelf 4	179.59	64.23		
	shelf 1	208.16	67.55	183.67	64.75
	shelf 5	175.51	63.70		
	shelf 3	195.92	66.21		
6	shelf 3	*151.02*	*60.16*		
	shelf 5	*136.73*	*57.76*		
	shelf 4	*134.69*	*57.39*	*155.1*	*60.8*
	shelf 2	*134.69*	*57.39*		
	shelf 1	*153.06*	*60.48*		

อบแห้ง ทุกๆ 2 ชั่วโมง โดยลำดับการจัดวางดังนี้ คือ เรียงถาดที่ 5, 4, 3, 2, 1 ในช่วงเริ่มต้น (9:00-11:00 น.) ตามด้วยการเรียงถาดที่ 2, 4, 1, 5, 3 ในช่วงที่ 2 (11:00-13:00 น.) และเรียงถาดที่ 3, 5, 4, 2, 1 ในช่วงที่ 3 (13:00-15:00 น.) ตามลำดับ โดยพิจารณาจากปริมาณความชื้นแต่ละชั้น จัดลำดับโดยแนวทางของการกระจายให้แต่ละชั้นอบแห้งมีปริมาณความชื้นสุดท้ายใกล้เคียงกัน โดยสลับนำชั้นที่มีปริมาณความชื้นต่ำสุดลงชั้นต่ำลงมา และนำชั้นที่มีปริมาณความชื้นสูงสุดขึ้นชั้นบน ในช่วงเวลากำหนด

นอกจากนี้จากการวิเคราะห์สมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้นด้วยรังสีอาทิตย์ เทียบกับตากแห้งตามธรรมชาติ กรณีปิดตู้แบบมีช่องเปิดบนและล่าง บริเวณด้านหลังของตู้อบ โดยมีการจัดการลำดับชั้นอบแห้ง ที่ค่ารังสีอาทิตย์ 14.61 MJ/m^2 day แสดงให้เห็นสมรรถนะการอบแห้งบนตัวแปรของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ อัตราการอบแห้ง และลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ทุกชั้น ในตู้อบ ใกล้เคียงหรือดีกว่าการตากแห้งตามธรรมชาติที่ค่ารังสีอาทิตย์สูงกว่า คือ 16.05- 17.75 MJ/m^2 day ดังนั้นการอบแห้งกรณีนี้ที่ค่ารังสีอาทิตย์ >14.61 MJ/m^2 day เป็นการเพิ่มสมรรถนะการอบแห้ง คือปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ต่ำ อัตราการอบแห้งสูง และลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ทุกชั้นเป็นไปตามความต้องการของตลาด โดยใช้ระยะเวลาการอบแห้งลดลง เมื่อเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติที่สภาวะเดียวกัน ตามลำดับ



รูปที่ 15 ปลาทูแขกที่ผ่านการอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์ในชั้นอบแห้ง กรณีปิดตู้แบบมีช่องเปิดบนและล่าง บริเวณด้านหลังของตู้อบ โดยมีการจัดการลำดับชั้นอบแห้ง เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ทุกๆ 2 hrs.

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาอิทธิพลของช่องเปิดระบายความชื้นและการจัดวางชั้นอบแห้งต่อสมรรถนะการอบแห้งปลาทะเลแบบหลายชั้นด้วยด้วยตู้อบแห้งและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์ร่วมกับแผ่นสะท้อนรังสี เทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติ พบว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชั้นมีปริมาณความชื้นแตกต่างกันจากต่ำ-สูง ในชั้นที่ 5, 4, 3, 2, 1 เรียงลำดับ จากบนลงล่าง จากปัจจัยการแยกชั้นของอุณหภูมิในตู้อบ โดยการอบกรณีปิดตู้มีสมรรถนะการอบแห้งบนตัวแปรของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ และอัตราการอบแห้งสูงกว่ากรณีเปิดตู้ เมื่อเทียบกับการตากแห้งตามธรรมชาติในแต่ละกรณี ในขณะที่ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด เมื่อเทียบกับกรณีเปิดตู้ที่มีสมรรถนะการอบแห้งต่ำกว่า แต่มีลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับการตากแห้งตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดหลัก โดยแนวทางที่สามารถใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติมากที่สุดคือ การอบปลาในกรณีปิดตู้แบบมีช่องเปิดบนและล่างบริเวณด้านหลังของตู้อบ ทำงานร่วมกับการจัดการลำดับชั้นอบแห้ง หรือการสลับชั้นอบแห้งที่เหมาะสม ส่งผลให้ค่าปริมาณความชื้นผลิตภัณฑ์ทุกชั้นมีความใกล้เคียงกัน แก้ปัญหาการแยกชั้นของอุณหภูมิในตู้อบแบบหลายชั้น ตามลำดับ ในช่วงเวลา 6 ชั่วโมง โดยมีลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ทุกชั้นใกล้เคียงกับการตากแห้งตามธรรมชาติ แต่ใช้เวลาน้อยกว่า 6 ชั่วโมง แปรผันตามค่ารังสีอาทิตย์ สะอาดถูกหลักอนามัยมากว่า โดยในการศึกษานี้ใช้พื้นที่ตากแห้งน้อยลงกว่าเดิมถึง 3 เท่า จากปัจจัยของการออกแบบให้เป็นการอบแบบหลายชั้น โดยการตากแห้งตามธรรมชาติปลา 5 กิโลกรัม ในการศึกษานี้ใช้พื้นที่ในแนวราบประมาณ 1.875 m^2 เทียบกับตู้อบแห้งที่มีขนาดฐานของตู้ 83 cm x 75 cm (กว้าง x ยาว) โดยออกแบบให้สามารถอบปลา 1 กิโลกรัมต่อชั้น จำนวน 5 ชั้น รวม 5 กิโลกรัม เช่นเดียวกัน โดยใช้พื้นที่ประมาณ 0.623 m^2 เท่านั้น ส่งเสริมแนวทางการใช้พื้นที่ให้มีประโยชน์สูงสุดอีกแนวทางที่น่าสนใจ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

(1) Duan ZH, Yi MH, Wang ZG. Processing technique of tilapia. Fish Sci. Technol. Inform. 2005; 32 (6): 250-2.

(2) Li J, Li BS, Li W. Study on tilapia pickling technique. Modern Food Sci. Technol. 2009; 25(6): 646–9.

(3) Bellagha S, Amami E, Farhat A, Kechaou N. Drying kinetics and characteristic drying curve of lightly salted Sardine (Sardinella aurita). Dry. Technol. 2002; 20 (7): 1527–38.

(4) Bala BK, Mondol MRA. Experimental investigation on solar drying of fish using solar tunnel dryer. Dry. Technol. 2001; 19 (2): 427–36.

(5) Duan ZH, Zhang M, Tang J. Thin layer hot-air drying of bighead carp. Fisheries Sci. 2004; 23 (3): 29–32.

(6) Aktas T, Fujii S, Kawano Y, Yamamoto S. Effects of pretreatments of sliced vegetables with trehalose on drying characteristics and quality of dried products. Food Bioprod. Process. 2007; 85(3): 178–83.

(7) Desmorieux H, Decaen N. Convective drying of spirulina in thin layer. J. Food Eng. 2005; 66: 497–503.

(8) Gogus F, Maskan M. Air-drying characteristics of solid waste (pomace) of olive oil processing. J. Food Eng. 2006; 72: 378–82.

(9) Arason S. The Drying of Fish and Utilization of Geothermal Energy – The Icelandic Experience, International Geothermal Conference; 2003, Reykjavik.

(10) Piga A, Del Caro A, Corda G. Influence of drying parameters on polyphenols and antioxidant activity. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 2003; 51 (12): 3675–81.

(11) Lewicki PP. Design of hot air drying for better foods. Trends in Food Science and Technology. 2006; 17: 153–63.

(12) Midilli A, Kucuk H. Mathematical modeling of thin layer drying of pistachio by using solar energy. Energy Conversion and Management. 2003; 44: 1111–22.

(13) Kosuke N, Li Y, Jin Z, Fukumuro M, Ando Y, Akaishi A. Low-temperature desiccant-based food drying system with airflow and temperature control. Journal of Food Engineering. 2006; 75: 71–7.

(14) Jareanjit J. A Solar Dryer Technology and Its Development. KKU Res. J. 2012; 17(1): 110-24. Thai.

(15) Jareanjit J, Srisuwan K. A Trend of Research on Solar Thermal System on Industrial Energy. KKU Res. J. 2013; 18(1):80-99. Thai.

(16) Sharma SJ, Sharma VK, Ranjana JHA, Ray RA. Evaluation of the performance of a cabinet type solar dryer. Energy Conversion & Management 1990; 30(2): 75–80.

(17) Minka CJ. Potential improvement to traditional solar crop drying in Cameroon: research and development solar drying in Africa. In: Proceedings of a Workshop held in Dakar; 1986. p. 11–22

(18) Jareanjit J, Dusamoh Y, Detsopha S, Chuyin S. A Solar Dryer & Moisture Condensing Cabinet with Thermosyphon Heat Flow. KKU Engineering Journal. 2011; 38(1): 35-42. Thai.