

การศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งพริกไทยด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน
A Study on Drying Kinetics of Peppers Using Hot Air Dryers

ศิริรัตน์ ตอพล¹ และ ณรงค์ อึ้งกิมบัว¹
Sirirat Torpol¹ and Narong Uengkimbuan¹

Abstract

The objective of this research was to study the effect of drying temperature and drying air velocity on the drying kinetics of peppers using hot air dryers. The drying temperatures used were 50, 60 and 70°C while the air velocities tested were 1.0, 1.5 and 2.0 m/s. The initial moisture content of peppers was about 300 % d.b. The results showed that the drying rate of peppers increased with increasing drying temperature and air velocity. The study also revealed that the drying temperature had a greater influence on pepper moisture content than these of the increasing air velocity.

Keywords: pepper, hot air, drying kinetics

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอบแห้งและความเร็วลมที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งพริกไทยด้วยลมร้อน อุณหภูมิอบแห้งที่ใช้คือ 50, 60 และ 70 °ซ. และความเร็วลมที่ทดสอบคือ 1.0, 1.5 และ 2.0 เมตรต่อวินาที ความชื้นเริ่มต้นของพริกไทยประมาณร้อยละ 300 มาตรฐานแห้ง จากการศึกษาพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิและความเร็วลมมีผลทำให้อัตราการอบแห้งพริกไทยมีค่าเพิ่มขึ้น และการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอบแห้งมีผลต่อการลดลงของความชื้นของพริกไทยมากกว่าการเพิ่มขึ้นของความเร็วลม

คำสำคัญ : พริกไทย ลมร้อน จลนพลศาสตร์การอบแห้ง

คำนำ

พริกไทย มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Piper nigrum* L. เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีการปลูกมากในจังหวัดจันทบุรี โดยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณร้อยละ 95 ของพื้นที่เพาะปลูกทั่วประเทศ มีปริมาณการส่งออก 3,180 ตัน ในปี 2553 คิดเป็นมูลค่า 124 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) เป็นพืชสมุนไพรและเครื่องเทศที่มีความสำคัญอันดับหนึ่งของพืชในกลุ่มนี้ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เป็นทั้งเครื่องเทศ คือ ช่วยปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร ป้องกันอาหารเน่าเสีย ในด้านของสมุนไพรช่วยย่อยอาหาร ขับลม แก้อท้องอืด ท้องเฟ้อ ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด ทำให้การไหลเวียนของโลหิตดีขึ้นปัจจุบันได้มีการนำพริกไทยมาใช้ประโยชน์ 3 แบบ คือ พริกไทยสด พริกไทยดำ และพริกไทยขาว กระบวนการผลิตพริกไทยแห้งของเกษตรกรทำโดยการตากแดดตามธรรมชาติซึ่งใช้เวลาในการทำแห้งประมาณ 4-5 วัน และเนื่องจากจังหวัดจันทบุรีซึ่งเป็นแหล่งปลูกพริกไทยมีฝนตกชุกตลอดปี ทำให้เกษตรกรมีปัญหาในการตากแห้งพริกไทยจึงทำให้พริกไทยที่ได้มีความชื้นสูงทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดีซึ่งเป็นสาเหตุให้คุณภาพของพริกไทยลดลง รวมถึงปัญหาในด้านคุณภาพของพริกไทยแห้งอาจขึ้นกับวิธีการตากแห้งและการเก็บรักษา ทำให้มูลค่าของผลิตภัณฑ์ลดลง เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวได้มีผู้พัฒนาเครื่องอบแห้งด้วยแหล่งพลังงานต่างๆ เช่น การใช้ลมร้อน ซึ่งเครื่องอบแห้งลมร้อนเป็นทางเลือกที่กำลังได้รับความสนใจเนื่องจากเป็นระบบอบแห้งที่ไม่ยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงมากจึงทำให้มีการศึกษาพัฒนากันอย่างแพร่หลาย โดยระบบอบแห้งดังกล่าวสามารถป้องกันการรบกวนของแมลงฝุ่น ควัน สารเจือปน และฝน ทำให้ผลิตภัณฑ์ได้มีคุณภาพดีมีความชื้นสม่ำเสมอ ทั้งยังลดระยะเวลาในการอบแห้งให้สั้นลง

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาจลนพลศาสตร์การอบแห้งพริกไทยด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิอบแห้งต่าง ๆ กัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมและเป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกรต่อไป

¹ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

¹ Department of Physics, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, 20131

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนระดับห้องปฏิบัติการ (Figure 1) ประกอบด้วยชุดให้ความร้อน (Super Heater) ขนาด 4.5 กิโลวัตต์ พัดลม (Blower) แบบแรงเหวี่ยงใบพัดโค้งหลัง มอเตอร์ขนาด 0.75 กิโลวัตต์ สามารถปรับความเร็วรอบได้ และเครื่องชั่งดิจิตอล ขนาด 3,100 กรัม ความละเอียด ± 0.01 กรัม

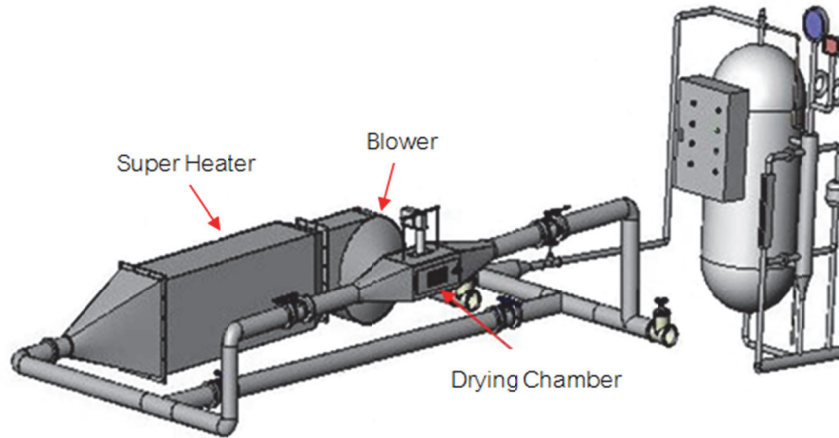


Figure 1 Diagram of hot air dryer by lab scale

การอบแห้งแต่ละการทดลองจะใช้พริกไทยที่มีความชื้นเริ่มต้นประมาณร้อยละ 300 มาตรฐานแห้ง จำนวน 100 กรัม จากนั้นนำเข้าเครื่องอบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิอบแห้งต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงความชื้นของพริกไทยขณะทำการอบแห้งจะชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลความละเอียด ± 0.01 กรัม ทุก ๆ 10 นาที ในช่วง 30 นาที จนสิ้นสุดการทดลอง การหาความชื้นของพริกไทยจะใช้การอบแห้งด้วยตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยงานวิจัยนี้มีเงื่อนไขการอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส และความเร็วลม 1.0, 1.5 และ 2.0 เมตรต่อวินาที

การศึกษาดรรชนีการอบแห้งพริกไทย ในรูปของอัตราส่วนความชื้น (Moisture ratio, MR) ดังสมการที่ (1)

$$MR = \frac{M_t}{M_i} \quad (1)$$

เมื่อ M_i คือ ความชื้นเริ่มต้น, % d.b., M_t คือ ความชื้นที่เวลาใด ๆ, % d.b.

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของอุณหภูมิต่อการลดลงของความชื้นพริกไทย ที่เงื่อนไขอุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าที่ระดับความเร็วลมเดียวกัน อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่ออัตราการลดความชื้น โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่างๆ พบว่าการอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูงจะส่งผลให้ความชื้นลดลงได้เร็วกว่าการอบแห้งด้วยอุณหภูมิต่ำ เนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิต่างๆ ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนได้มากขึ้นและน้ำในพริกไทยเกิดการระเหยได้ดีขึ้น จากการทดลองพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิต่างๆ มีผลทำให้อัตราการอบแห้งพริกไทยมีค่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Ertekin and Yaldiz (2004); Doymaz (2007); ประทีป และคณะ (2554) และณรงค์ และคณะ (2554) แสดงดัง Figure 2 จะเห็นได้ว่าเมื่ออบแห้งพริกไทยด้วยลมร้อน เป็นเวลา 9 ชั่วโมง ด้วยความเร็วลม 1.0 เมตรต่อวินาที และใช้อุณหภูมิต่างๆ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 189.00, 83.07 และ 21.00 มาตรฐานแห้ง ตามลำดับ และพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิต่างๆ เป็น 60 และ 70 องศาเซลเซียส จะทำให้อัตราการอบแห้งพริกไทยเพิ่มสูงขึ้นประมาณร้อยละ 54.61 และ 88.52 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที และอุณหภูมิต่างๆ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 172.91, 73.00 และ 13.70 มาตรฐานแห้ง ตามลำดับ และพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิต่างๆ เป็น 60 และ 70 องศาเซลเซียส ทำให้อัตราการอบแห้งพริกไทยเพิ่มสูงขึ้นประมาณร้อยละ 57.78 และ 92.08 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาที่ความเร็วลม 2.0 เมตรต่อวินาทีและอุณหภูมิต่างๆ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 158.76, 70.00 และ 10.00

มาตรฐานแห้ง ตามลำดับ และพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิอบแห้งเป็น 60 และ 70 องศาเซลเซียส ทำให้อัตราการอบแห้งพริกไทยเพิ่มสูงขึ้นประมาณร้อยละ 55.91 และ 93.70 ตามลำดับ ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอบแห้งจึงมีผลต่อการลดลงของความชื้นของพริกไทยอย่างเห็นได้ชัด

ผลของความเร็วมวลที่มีต่อการลดลงของความชื้นพริกไทย ที่เงื่อนไขระดับความเร็วมวลต่าง ๆ พบว่าที่อุณหภูมิอบแห้งเดียวกัน ความเร็วมวลที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อการลดลงของความชื้นพริกไทย โดยการอบแห้งด้วยความเร็วมวลสูงมีผลทำให้อัตราการอบแห้งสูงกว่าการอบแห้งด้วยความเร็วมวลต่ำ ซึ่งการอบแห้งด้วยความเร็วมวลสูง ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าและช่วยให้ความชื้นที่มีอยู่ในพริกไทยระเหยออกได้เร็วขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Ertekin and Yaldiz (2004) และอำไพศักดิ์ และประทีป (2554) แสดงดัง Figure 3 จะเห็นได้ว่าการอบแห้งพริกไทยด้วยลมร้อน เป็นเวลา 9 ชั่วโมง ด้วยอุณหภูมิอบแห้ง 50 องศาเซลเซียส และความเร็วมวล 1.0, 1.5 และ 2.0 เมตรต่อวินาที ทำให้ความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 189.00, 172.91 และ 158.76 มาตรฐานแห้ง ตามลำดับ และพบว่าการเพิ่มความเร็วมวลเป็น 1.5 และ 2.0 เมตรต่อวินาทีที่มีผลทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มสูงขึ้นประมาณร้อยละ 8.51 และ 16.00 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิอบแห้ง 60 องศาเซลเซียสและความเร็วมวล 1.0, 1.5 และ 2.0 เมตรต่อวินาที ทำให้ความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 83.07, 73.00 และ 70.00 มาตรฐานแห้ง ตามลำดับ และพบว่าการเพิ่มความเร็วมวลเป็น 1.5 และ 2.0 เมตรต่อวินาที ทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มสูงขึ้นประมาณร้อยละ 12.12 และ 15.73 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิอบแห้ง 70 องศาเซลเซียส และความเร็วมวล 1.0, 1.5 และ 2.0 เมตรต่อวินาที ทำให้ความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 21.00 13.70 และ 10.00 มาตรฐานแห้ง ตามลำดับ และพบว่าการเพิ่มความเร็วมวลเป็น 1.5 และ 2.0 เมตรต่อวินาที มีผลทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มสูงขึ้นประมาณร้อยละ 34.76 และ 52.38 ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของความเร็วมวลที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อการลดลงของความชื้นของพริกไทยน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง

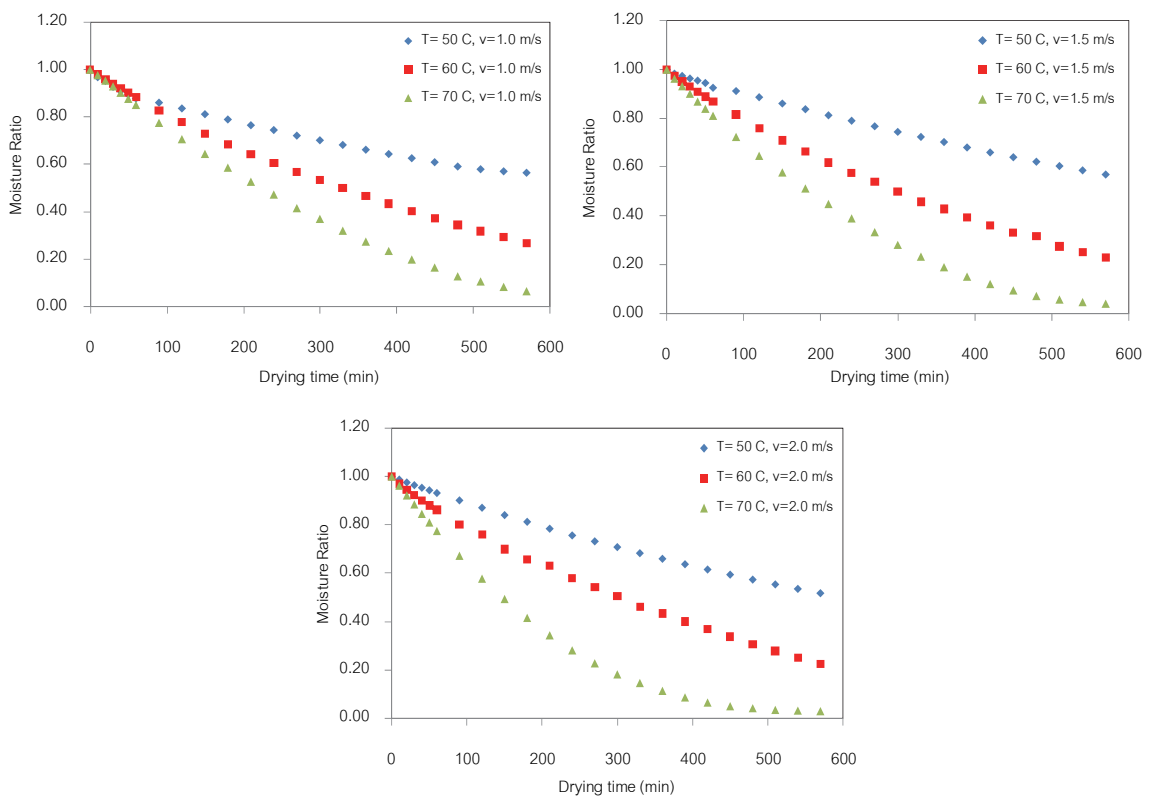


Figure 2 Effect of drying air temperature on moisture ratio of pepper drying at different drying air velocities

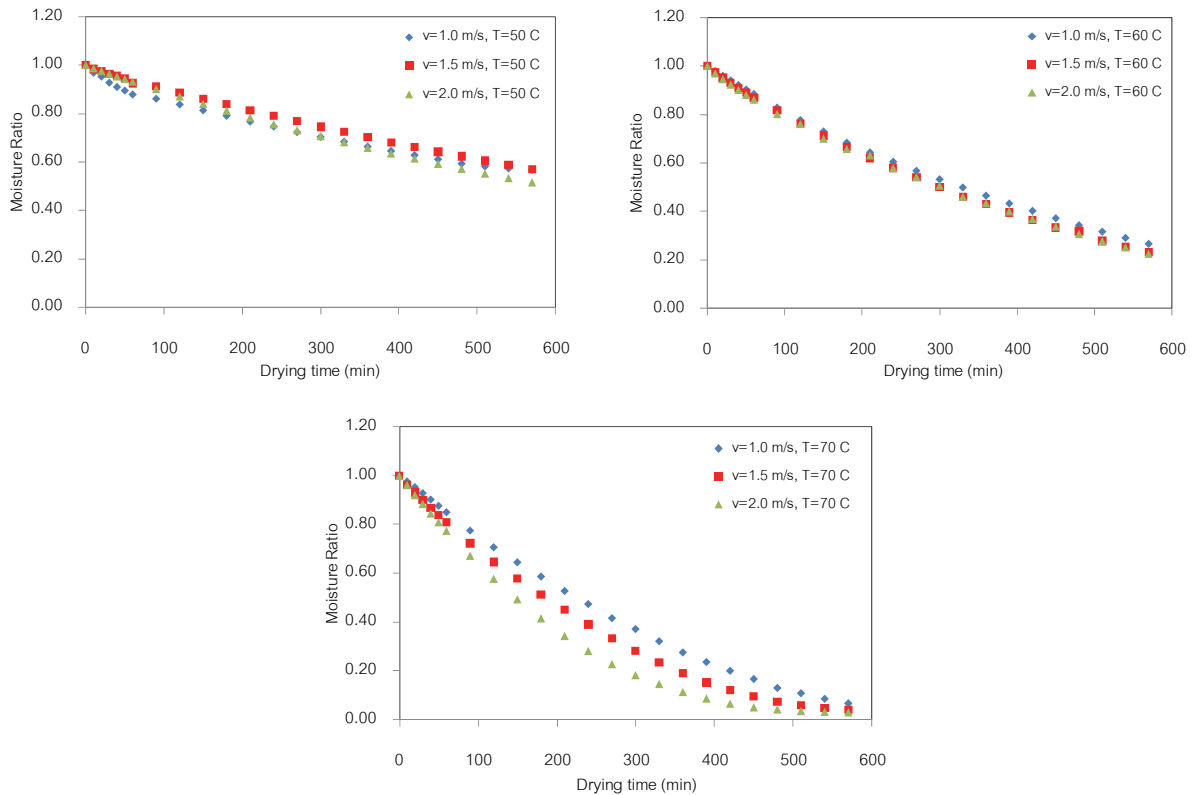


Figure 3 Effect of drying air velocity on moisture ratio of pepper drying at different drying air temperatures

สรุป

จากผลการศึกษาด้านจลนพลศาสตร์การอบแห้งพริกไทยด้วยลมร้อน พบว่าอุณหภูมิและความเร็วลมที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่ออัตราการลดความชื้น โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและความเร็วลมมีผลทำให้อัตราการอบแห้งพริกไทยมีค่าเพิ่มขึ้นและพบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิตั้งแต่ 50 องศาเซลเซียสขึ้นไปมีผลต่อการลดลงของความชื้นของพริกไทยมากกว่าการเพิ่มขึ้นของความเร็วลม โดยที่ระดับความเร็วลมเดียวกัน เมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้อัตราการอบแห้งพริกไทยสูงกว่าที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส และเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิตั้งแต่ 50 องศาเซลเซียสขึ้นไป พบว่าที่ความเร็วลม 2.0 เมตรต่อวินาที มีผลทำให้อัตราการอบแห้งพริกไทยสูงกว่าที่ความเร็วลม 1.0 และ 1.5 เมตรต่อวินาที

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้ทุนการสนับสนุนสำหรับการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยจนทำให้งานสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2553. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ : หน้า 44-45.
 ประทีป ตุ่มทอง, ประเมินทร์ มาลีหาล, ประพันธ์พงษ์ สมศิลา และอำไพศักดิ์ ที่บุญมา. 2554. ผลของอุณหภูมิและความเร็วลมต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งปลานิลด้วยลมร้อน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 (3 พิเศษ): 573-576.
 ณรงค์ อังกิมบัว, ภานุพงศ์ บุญเพียร และวันเพ็ญ หวานระรื่น. 2554. แบบจำลองการอบแห้งพริกไทยด้วยตู้อบลมร้อน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 (3 พิเศษ): 533-536.
 Eetekin, C., and O. Yaldiz. 2004. Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer model. Journal of Food Engineering 63: 349-359.
 Doymaz, I. 2007. The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices. Journal of Food Engineering 79: 243-248.