## บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: RMU4880001

ชื่อโครงการ: การทำแห้งผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่สภาวะความดันต่ำ (ระยะที่ 2)

ชื่อนักวิจัย: รศ.ดร. สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา

E-mail Address: sakamon.dev@kmutt.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 3 ปี (1 มิถุนายน พ.ศ. 2548 – 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2551)

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการต่อเนื่องจากโครงการวิจัยเรื่อง การทำแห้งผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่สภาวะความดันต่ำ (TRG 4580099) โดยโครงการแบ่งออกเป็น 5 ส่วนย่อย แต่ละส่วนย่อยมุ่งศึกษาประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวกับการทำแห้งอาหารโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่สภาวะความดันต่ำ (LPSSD)

ส่วนแรกของโครงการวิจัยเป็นการมุ่งศึกษา LPSSD ในระดับพื้นฐาน โดยมีการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้ทำนายการเปลี่ยนแปลงความชื้นและอุณหภูมิของอาหาร (หรือวัสดุชีวภาพ) ใดๆ ระหว่าง LPSSD นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะการใช้การวิเคราะห์แฟรคทัล เพื่อเป็นเครื่องมือในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างและเชิงกายภาพ ซึ่งความสัมพันธ์ในลักษณะนี้จะนำไปสู่การพัฒนาตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลงเชิงกายภาพ/โครงสร้างของอาหารในระหว่างการอบแห้งได้ต่อไป

ในส่วนที่สองของโครงการวิจัย ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของ LPSSD และกระบวนการอบแห้งแบบอื่นๆ ที่มีต่อคุณค่าทางโภชนาการของอาหารต่างชนิด ซึ่งรวมถึงการศึกษาจลนพลศาสตร์การเกิดไอโซเมอร์ไรเซชันและการเสื่อมสลายของเบต้าแคโรทีนในแครอท การศึกษาการเสื่อมสลายของกรดแอสคอร์บิกในมะขามป้อม และการศึกษาผลของวิธีการทำแห้งและอุณหภูมิที่ใช้ในการชงชาที่มีต่อปริมาณวิตามินซีในน้ำชามะขามป้อม ส่วนถัดมาของโครงการวิจัยเป็นการศึกษาการใช้ LPSSD และการเตรียมการก่อนการทำแห้งที่เหมาะสมในการผลิตขนมขบเคี้ยวสุขภาพ ซึ่งก็คือ มันฝรั่งแผ่นแบบไร้ไขมัน ซึ่งผลการศึกษาในส่วนนี้แสดงให้เห็นว่า LPSSD มีศักยภาพที่จะมาแทนที่กระบวนการทอดในการผลิตมันฝรั่งแผ่นได้

ส่วนที่สี่ของงานวิจัยเป็นการศึกษาวิธีการต่างๆ ซึ่งอาจนำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของ LPSSD โดยพิจารณาทั้งในแง่ของจลนพลศาสตร์การอบแห้งและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ในงานวิจัยส่วนนี้ได้มีการทดสอบการใช้การแผ่รังสีอินฟราเรดไกล เพื่อเป็นแหล่งพลังงานเสริมในการเร่งกระบวนการทำแห้งและช่วยเพิ่มการระเหยของความชื้นภายในผลิตภัณฑ์อันจะส่งผลให้เกิดโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นรูพรุนมากขึ้น นอกจากนี้ยังได้ศึกษาการทำแห้งแบบเป็นช่วง ซึ่งพบว่าสามารถลดการใช้พลังงานในการอบแห้งลงได้ดี สำหรับส่วนสุดท้ายของงานวิจัยเป็นการประยุกต์ใช้ LPSSD ในการผลิตฟิล์มบริโภคได้สำหรับประยุกต์ใช้ในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์แบบใหม่ จากผลการวิจัยพบว่า ฟิล์มบริโภคได้ซึ่งเตรียมโดย LPSSD มีสมบัติเชิงกลดีกว่าฟิล์มที่ได้จากการทำแห้งแบบอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ



คำหลัก: การจำลองทางคณิตศาสตร์ การทำแห้ง การทำแห้งแบบเป็นช่วง การแผ่รังสีอินฟราเรดไกล การวิเคราะห์แฟรคทัล ขนมขบเคี้ยวสุขภาพ คุณค่าทางโภชนาการ ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง-คุณภาพ วัสดุชีวภาพ สมบัติทางกายภาพ

**Abstract**

Project Code: RMU4880001

Project Title: Low-pressure Superheated Steam Drying of Food Products (Stage 2)

Investigator: Associate Professor Dr. Sakamon Devahastin

E-mail Address: sakamon.dev@kmutt.ac.th

Project Period: 3 years (June 1, 2005-May 31, 2008)

The present research project is a continuation of the project entitled "Low-pressure Superheated Steam Drying of Food Products" (TRG4580099). The project could be divided into 5 parts (groups), each focusing on different aspects of low-pressure superheated steam drying (LPSSD) of foods products.

The first part of the project focused on the fundamental study of LPSSD of food products. This included the development of a mathematical model, which allows prediction of evolutions of moisture and temperature of a food product (or, in fact, any biomaterial) undergoing LPSSD. The use of fractal analysis was also proposed as a means to correlate structural and various physical changes data, thus allowing one to obtain a more universal indicator of physical/structural changes of foods and biomaterials during drying.

In the second part of the study, experiments were performed to study the effects of LPSSD and other drying techniques on nutritive quality of foods. This included the study of β-carotene isomerization and degradation in carrot, ascorbic acid degradation in Indian gooseberry and the study of the effects of drying methods and tea preparation temperature on the vitamin C content in Indian gooseberry tea. The following part of the study involved the use of LPSSD and appropriate pretreatments to produce heath snack viz. fat-free potato chip. The results illustrated feasibility of LPSSD as an alternative to deep-fat frying to produce potato chip.

The fourth part investigated various means to enhance LPSSD, both from the drying kinetics and product quality points of view. The use of far-infrared radiation (FIR) as an additional heat source to augment drying and to induce more vigorous vaporization of moisture within a food product, thus creating more porous structure within a dried product, was attempted and found to be successful. The use of intermittent drying was also investigated and was found helpful in conserving the energy for LPSSD. Finally, the use of LPSSD to produce edible films for active packaging applications was investigated. It was found that LPSSD could produce edible films with superior mechanical properties to films produced by other conventional drying methods.

Keywords: Biomaterials; Drying; Far-infrared radiation; Fractal analysis; Health snack; Intermittent drying; Mathematical modeling; Nutritive quality; Physical properties; Structure-quality relationships.