

## บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: RTA4680012

ชื่อโครงการ: (ภาษาไทย) การพัฒนา/ปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหาร/เกษตรโดยการผสมผสานเทคนิคการอบแห้งที่หลากหลาย  
(ภาษาอังกฤษ) Development and Improvement of Agricultural and Food Products with Combination of Various Drying Techniques

คณะผู้วิจัย (รวม 71 คน):

1. ศ.ดร. สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มจร. หัวหน้าโครงการ
2. รศ.วราวุฒิ เตี้ย สายวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มจร.
3. รศ.ดร.สมเกียรติ ปรัชญาวารการ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มจร.
4. ผศ.ดร.อดิศักดิ์ นาถกรณกุล สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มจร.
5. ผศ.ดร.ลักกมณ เทพหัสดิน ณ อยุธยา ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มจร.
6. ดร.ชนิตย์ สวัสดิเสวี สายวิชาเทคโนโลยีอุณหภาพ คณะพลังงานและวัสดุ มจร.
7. ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ผ.ศ.)
8. ดร.ชัยยงค์ เตชะไพโรจน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศิลปากร (ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ผ.ศ.)
9. ดร.เจริญพร เลิศสถิตชนากร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (1 ต.ค. 2546 – 30 ก.ย. 2548) (ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ผ.ศ.)
10. ดร.สัมพันธ์ ฤทธิเดช คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (1 ต.ค. 2546 – 30 ก.ย. 2547) (ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ผ.ศ.)
11. ดร.ณัฐพล ภูมิสะอาด คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (1 ต.ค. 2546 – 30 ก.ย. 2548) (ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ผ.ศ.)
12. ดร.ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (1 ก.ค. 2547 - ) (ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ผ.ศ.)
13. ดร.อำไพศักดิ์ ทิบุญมา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (1 ก.ค. 2547 - ) (ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ผ.ศ.)
14. ดร.จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (1 ก.ค. 2549 - )
15. นักศึกษาปริญญาเอก 17 คน และนักศึกษาปริญญาโท 40 คน

e-mail: Somchart.sop@kmutt.ac.th

สาขาวิชาที่ทำการศึกษาวิจัย: เทคโนโลยีพลังงาน/ เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว  
งบประมาณทั้งโครงการ: อนุมัติ 6.0 ล้านบาท ใช้จริงประมาณ 4 ล้านบาท

ระยะเวลาดำเนินงาน: 1 ตุลาคม 2546 - 30 กันยายน 2549

วัตถุประสงค์:

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์โดยรวมเพื่อพัฒนาบุคลากรทางการวิจัยโดยเน้นการพัฒนาอาจารย์ นักวิจัยรุ่นใหม่ มีเป้าหมายในการผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโท-เอก จำนวนผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสาร นานาชาติ และการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้จริงในภาคธุรกิจอุตสาหกรรม

วิธีการ:

ในขณะใดขณะหนึ่งจะมีนักศึกษาปริญญาโทประมาณ 15 คน ระดับปริญญาเอกประมาณ 8 คน ทำวิทยานิพนธ์ มีการประชุมวิชาการร่วมกันระหว่างนักศึกษาและอาจารย์ทุกสัปดาห์ อาจารย์ที่มีอาวุโสหน่อยจะทำหน้าที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมกับอาจารย์ที่อาวุโสกว่าทางวิชาการ อาจารย์เหล่านี้จะเรียนรู้การทำงาน อย่างเป็นทีมจากกระบวนการนี้ ทุก ๆ คนในห้องปฏิบัติการวิจัยมีความรับผิดชอบต่อการเขียนบทความวิจัย เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ โดยเฉพาะในวารสารนานาชาติ นอกจากการทำงานร่วมกันเป็นทีมภายในห้องปฏิบัติการ วิจัยของตัวเองแล้ว ยังร่วมกันทำงานวิจัยกับภาคอุตสาหกรรมในการผลิตเครื่องอบแห้งต้นแบบ และกับ สถาบันวิจัยอื่นที่มีความชำนาญเฉพาะด้านด้วย

หัวข้อการวิจัยส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการอบแห้ง หากแบ่งตามผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ ได้แก่ เมล็ดพืชจำพวกข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง ผักและผลไม้ สมุนไพร เนื้อสัตว์ แต่อาจแบ่งตามลักษณะของ เทคโนโลยีการอบแห้ง ได้แก่ การอบแห้งโดยใช้ลมร้อนหรือไอน้ำร้อนยวดยิ่ง การอบแห้งโดยเทคนิคฟลูอิด เซชันและเทคนิคสเปาเต็ดเบต การอบแห้งโดยใช้บีมความร้อน การอบแห้งโดยใช้สารดูดความชื้น การอบแห้งโดยใช้รังสีอินฟราเรดไกล การอบแห้งภายใต้สภาวะความดันต่ำ การอบแห้งโดยการผสมผสานเทคนิค การอบแห้งหลายแบบ นอกจากนี้ยังทำการวิจัยด้านการใช้พลังงานหมุนเวียนจากมวลชีวภาพ และการประหยัดพลังงานในการอบแห้ง

ผล :

โครงการวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จเกินเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือได้ผลงานตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ จำนวน 28 เรื่อง (ไม่นับที่อยู่ระหว่างการตีพิมพ์) ในวารสารในประเทศจำนวน 13 เรื่อง ในรายงานการประชุม ทางวิชาการนานาชาติ จำนวน 15 เรื่อง และในรายงานการประชุมทางวิชาการในประเทศ จำนวน 60 เรื่อง บางบทในหนังสือ 1 บท สิทธิบัตรการประดิษฐ์ระหว่างการศึกษาจำนวน 1 เรื่อง มีนักศึกษาระดับปริญญา เอกและปริญญาโทจบการศึกษา 8 คน และ 31 คน ตามลำดับ นอกจากประสบความสำเร็จทางด้านผลงาน ทางวิชาการแล้ว ยังสามารถขยายผลไปสู่ภาคอุตสาหกรรมเมล็ดพืชและอุตสาหกรรมผักและผลไม้ โดยมี บริษัทเอกชนผลิตขายเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไซเคิลสำหรับข้าวเปลือก ข้าวเน้ ข้าวโพด และถั่วเหลือง เต้าเผาแกลบแบบไซโคลน เครื่องอบแห้งบีมความร้อน และเครื่องอบแห้งลมร้อนสำหรับอุตสาหกรรมผักและผลไม้แห้ง รวมถึงระบบเป่าลมเย็นข้าวเปลือกในไซโล

## วิจารณ์และสรุป :

1. ได้ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารนานาชาติจำนวน 28 เรื่อง มีค่า impact factor รวม 29.085
2. ใช้เงินวิจัยสำหรับโครงการนี้รวมประมาณ 4 ล้านบาท คิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 143,000 บาท ต่อบทความในวารสารนานาชาติ 1 เรื่อง
3. ได้ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารในประเทศจำนวน 15 เรื่อง หากคิดให้บทความในวารสารในประเทศจำนวน 2 เรื่อง เทียบเท่ากับบทความในวารสารนานาชาติจำนวน 1 เรื่อง จะได้บทความเทียบเท่าวารสารนานาชาติจำนวน 9 เรื่อง คิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 123,000 บาท ต่อบทความเทียบเท่าวารสารนานาชาติ 1 เรื่อง
4. ผลงานวิจัยที่นำไปสู่ภาคอุตสาหกรรมสามารถก่อประโยชน์อย่างสูง เช่น ลดค่าใช้จ่ายในการอบแห้ง เพิ่มสมรรถนะการอบแห้ง และยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังสร้างรายได้ให้กับประเทศจากการส่งออกเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดซ์เบดและเตาเคลือบแบบไซโคลน
5. ได้ค้นพบผลพลอยได้จากการใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งสำหรับอบแห้งข้าวเปลือก ผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะกับข้าวเปลือก ซึ่งนำไปสู่การค้นพบกระบวนการผลิตข้าวหนึ่งแบบใหม่ ที่ลดเวลาการทำงาน มีค่าใช้จ่ายต่ำ
6. ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับระบบอบแห้งแบบต่าง ๆ จนสามารถนำไปสู่การหาเงื่อนไขการออกแบบ และเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมที่สุด
7. ที่สำคัญที่สุดคือการพัฒนาทีมวิจัยจากสหสาขาวิชาให้ทำงานกันเป็นทีม รวม 71 คนในระยะเวลา 3 ปี

คำสำคัญ : การอบแห้ง, ความดันต่ำ, คุณภาพ, แบบจำลองทางคณิตศาสตร์, บั้มความร้อน, ผัก, ผลไม้, ฟลูอิดซ์เบด, เมล็ดพืช, รังสีอินฟราเรดไกล, สารดูดความชื้น, อาหาร, ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

## ABSTRACT

**Project code:** RTA4680012

**Project title:** Development and Improvement of Agricultural and Food Products with Combination of Various Drying Techniques

**Investigators (71 people):**

| Investigators                                    |                    | Organization                                                                                      |
|--------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Prof.Dr.Somchart                              | Soponronnarit      | Division of Energy Technology, School of Energy and Materials, KMUTT (Head of project)            |
| 2. Assoc.Prof.Warunee                            | Tia                | Division of Energy Management Technology, School of Energy and Materials, KMUTT                   |
| 3. Assoc.Prof.Dr.Somkiat                         | Prachayawarakorn   | Division of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, KMUTT                                   |
| 4. Asst.Prof.Dr.Adisak                           | Nathakaranakule    | Division of Energy Technology, School of Energy and Materials, KMUTT                              |
| 5. Asst.Prof.Sakamon                             | Devahastin         | Division of Food Engineering, Faculty of Engineering, KMUTT                                       |
| 6. Dr.Thanit                                     | Swasdisevi         | Division of Thermal Technology, School of Energy and Materials, KMUTT KMUTT                       |
| 7. Asst.Prof.Dr.Thanid                           | Madhiyanon         | Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Technology Mahanakorn |
| 8. Asst.Prof.Dr.Chaiyong                         | Taechapairoj       | Faculty of Engineering and Technology, Silpakorn University                                       |
| 9. Asst.Prof.Dr.Chareonporn                      | Lertsatitthanakorn | Faculty of Engineering, Marasarakham University                                                   |
| 10. Asst.Prof.Dr.Sampan                          | Rittidech          | Faculty of Engineering, Marasarakham University                                                   |
| 11. Asst.Prof.Dr.Nattapol                        | Poomsa-ad          | Faculty of Engineering, Marasarakham University                                                   |
| 12. Asst.Prof.Dr.Songchai                        | Wiriyaumpaiwong    | Faculty of Engineering, Marasarakham University                                                   |
| 13. Asst.Prof.Dr.Umphisak                        | Teeboonma          | Faculty of Engineering, Ubonratchathani University                                                |
| 14. Asst.Prof.Dr.Jindaporn                       | Jamradloedluk      | Faculty of Engineering, Marasarakham University                                                   |
| 15. Seventeen doctoral and forty master students |                    |                                                                                                   |

**Email Address:** [Somchart.sop@kmutt.ac.th](mailto:Somchart.sop@kmutt.ac.th)

**Research field:** Energy technology/ Post-harvest technology

**Project fund:** Six million baht approved, about four million baht actual payments

**Project period:** 1 October 2003 – 30 September 2006

**Objectives:**

The objective of the Project "Development and Improvement of Agricultural and Food Products with Combination of Various Drying Techniques" is to enhance the research capabilities of the lecturers and researchers involved in the project, and to produce numbers of graduated doctoral and master students as well as international journal publications and transfer research outputs to industrial sections and commercialization.

**Methodology:**

During each semester, there are about 15 master and 8 doctoral students working in the project. Project meeting was arranged weekly for discussion between the students and supervisors who co-operated under senior-supported advisor system. All colleagues had a responsibility to publish the knowledge from his/her researches especially in cited international journals. Collaboration was also made with industrial sectors to produce prototyped dryer and with expertise research institutes.

Research topics of the project are mostly in the field of drying technology. Research topics separated by products are emphasized on grains (i.e. paddy, corn, and soybean), vegetable, fruit, herb and meat. The topics are also separated by drying technology into hot air and superheated steam drying, fluidized bed and spouted bed drying, heat pump drying, drying using adsorbent, far-infrared drying, drying under low pressure and drying by combined techniques. Renewable energy from biomass and drying energy saving are also included in the research topics of the project.

**Results:**

The success of this project is beyond the proposed target. The outputs of the project are 28 publications in international journals (excluding some papers in print), 13 publications in national journals, 15 papers in international proceedings, 60 papers in national proceedings, and one chapter in one book. One patent of invention is on pending status. Eight doctoral and 31 master students in the project have been graduated. Besides the academic outputs, the knowledge of the project is also transferred to industrial sectors in grain, vegetable and fruit drying. Private companies have been produced and commercialized fluidized bed dryers for drying paddy, parboiled rice, corn and soybean; rice-husk cyclonic furnace; heat pump and hot air dryer for fruit and vegetable drying industries; and cool air ventilation system in a paddy silo.

#### Discussion and Conclusion:

1. Twenty eight papers have been published in international journals with overall impact factor (2004) of 29.085.
2. The overall budget used in this project is about 4 million baht and is about equivalent to 143,000 baht per an international journal paper.
3. Fifteen papers have been published in national journals. If two national journal papers are set to be equivalent to one international journal paper, it costs about 123,000 baht per an equivalent international journal paper.
4. Research outputs transferred to industrial sectors resulted in high benefit to these sectors, such as saving drying energy, improving drying performance and dried products' qualities. This technology transfer also produced more incomes from exporting fluidized bed dryers and rice-husk cyclonic furnaces.
5. Advantages of using superheated steam for drying paddy, vegetable, fruit and meat were found from this research. This drying technique has a trend to use for developing new drying processes, especially new techniques for producing parboiled rice which have low drying cost and short drying time.
6. Mathematical models of studied drying techniques have been developed to the level that can be used for optimizing drying designs and operations.
7. The most success of the project is the cooperation of 71 researchers from multi branches of knowledge for three years.

**Key words:** adsorbent, drying, far-infrared, fluidization, fruit, grain, heat pump, low pressure, mathematical model, quality, superheated steam, vegetable, food.