ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การออกแบบและประเมินสมรรถนะระบบอบแห้งสุญญากาศแบบหัวฉีดน้ำ
ชื่อผู้เขียน	พยุงศักดิ์ บุญสิทธิ์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. สัมพันธ์ ไชยเทพ ประธานกรรมการ ศ.ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ กรรมการ ผศ.ดร. วสันต์ จอมภักดี กรรมการ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศที่สร้างจากปั๊มหัวฉีดน้ำเพื่อใช้ในการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรในเชิงพาณิชย์ โดยจุดประสงค์ในการออกแบบ สร้างและทดสอบ คือเพื่อที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรบางตัวที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบ โดยที่ระบบจะต้องสร้างสุญญากาศภายในถังอบแห้งให้ได้ประมาณ 20 kPa.abs การทดสอบจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ทดสอบปั๊มหัวฉีดน้ำเพื่อเลือกชุดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ในการทดสอบการอบแห้ง ซึ่งผลจากการทดสอบพบว่าชุดที่เหมาะสมที่สุดคือปั๊มหัวฉีดน้ำที่มีค่าระยะห่างจากปลายหัวฉีดถึงคอคอดเท่ากับ 72 มิลลิเมตร ความยาวคอคอดเท่ากับ 381 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถสร้างสุญญากาศได้สูงสุดที่ตำแหน่งใกล้กับทางเข้าทางท่อดูดประมาณ 3 kPa.abs (-94.5 kPa) และสูงสุดในถังอบแห้งประมาณ 17 kPa.abs (–80 kPa) มีค่าประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 14.25 % ที่แรงดันน้ำ 276 kPa ค่าสัดส่วนเชิงปริมาตรของอากาศต่อน้ำเท่ากับ 1.33 และค่าสัดส่วนการอัดเท่ากับ 1.66 และความดันทางออกเท่ากับความดันบรรยากาศทั้งนี้ค่าประสิทธิภาพสูงสุดที่ได้จริงจะมีค่าน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎีประมาณ 47 %

ส่วนที่ 2 จำลองสถานการณ์ของระบบเพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรบางตัวที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องอบแห้งในช่วงอัตราการระเหยน้ำคงที่ โดยการทดสอบการระเหยน้ำจากถาดน้ำที่วางอยู่ภายในถังอบแห้งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิอากาศภายในถัง 40 50 60 และ 70°C และความดัน 4 ตำแหน่งในช่วงระหว่างความดันบรรยากาศและ -80 kPa ซึ่งจะแสดงสมรรถนะของเครื่องอบแห้งในรูปของ MER (Moisture Extraction Rate) และ SMER (Specific Moisture Extraction Rate) พบว่า MER และ SMER จะมีค่าขึ้นอยู่กับสภาวะที่ทดสอบ และจากผลการทดสอบพบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อค่า MER และ SMER มากที่สุด คือ อุณหภูมิอากาศภายในถัง รองลงมาคือปริมาณอากาศที่ไหลผ่านถัง ส่วนค่าความดันและความเร็วอากาศภายในถังจะมีผลต่อค่า MER และ SMER น้อยมากเมื่อเทียบกับผลจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ส่วนที่ 3 ทดสอบการอบแห้งผลผลิตตัวอย่างเพื่อศึกษาแนวโน้มเปรียบเทียบกับการทดสอบการระเหยน้ำจากถาดน้ำ โดยการอบแห้งตะไคร้ที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C ความดันทั้ง 4 ค่า ที่แรงดันน้ำเท่ากับ 276 kPa พบว่าแนวโน้มของการอบแห้งจะเป็นไปในทิศทางเดียวกับการทดสอบการระเหยน้ำจากถาดน้ำ โดยที่ความแตกต่างของค่า MER และ SMER ระหว่างการอบแห้งตะไคร้กับการทดสอบการระเหยน้ำจากถาดน้ำที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน คือ ที่ 60°C การอบแห้งตะไคร้จะมีค่า MER และ SMER เฉลี่ยสูงกว่าประมาณ 24 และ 15% และที่ 70°C มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าประมาณ 25 และ 27 % ตามลำดับ

และการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาใช้งานโดยการทดสอบการอบแห้งลำไยที่อุณหภูมิ 70 °C เปรียบเทียบกับเครื่องอบแห้งของ วิวัฒน์ คล่องพานิช (2533) ซึ่งสามารถอบแห้งลำไยสดได้ครั้งละไม่เกิน 100 kg เพื่อหาราคาขายต่อกิโลกรัมสำหรับลำไยที่ผ่านการอบแห้งด้วยระบบอบแห้งสุญญากาศ โดยการกำหนดระยะเวลาการคืนทุน 1.5 ปี พบว่าการกำหนดราคาขายต่อกิโลกรัมจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการใช้งาน ซึ่งราคาขายต่อกิโลกรัมเมื่ออบแห้งลำไยที่ความดัน -80 -53 -27 และ 0 kPa เท่ากับ 100 93 74 และ 69 บาท ตามลำดับ ซึ่งยังมีค่าสูงอยู่เมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งของวิวัฒน์ซึ่งเท่ากับ 66.5 บาท และหากนำเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศแบบหัวฉีดน้ำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานที่มีแหล่งน้ำเหลือทิ้งแรงดันสูงแล้ว จะสามารถลดราคาขายลงมาได้อยู่ที่ประมาณ 45 บาทต่อกิโลกรัม

Thesis Title	Design and Performance Evaluation of a Water Ejection Type Vacuum Drying System
Author	Mr. Payungsak Boonsit
M. Eng.	Energy Engineering
Examining Committee	Assoc. Prof. Dr. Sumpun Chaitep — Chairman
	Prof. Dr. Tanongkiat Kiatsiriroat — Member
	Asst. Prof. Dr. Wasan Jompakdee — Member

ABSTRACT

This research was to study the possibility of applying a vacuum drying system operated by water ejector pump to dry agricultural product commercially. The objective aimed to design, construct and testing a system; to examine the impact of some variables on water ejector pump's performance, to test and predict the best point for drying. The pressure target in vacuum chamber was about 20 kPa.abs. The assessment was divided into 3 parts as follow:

First part, chose the location of water ejector pump for drying testing. It was found that the distance from nozzle to throat entry was 72 mm, throat length was 381 mm. At this location the maximum vacuum was 3 kPa.abs (-94.5 kPa). At suction inlet port, the maximum vacuum in vacuum chamber was 17 kPa.abs (-80 kPa). The maximum efficiency of an actual system was 14.25 % with water pressure at 276 kPa. The air-water volumetric flow ratio was 1.33, a pressure ratio was 1.66 and outlet pressure was atmospheric pressure. The actual maximum was lower than theoretical efficiency about 47 %.

Second part, for a system simulation, the influence of some variables on the vacuum dryer's performance at the steady state of drying rate by evaporating water from water-tray in a

vacuum chamber for one hour, was studied. Four temperatures were set at 40, 50, 60 and 70°C and four pressure levels were between atmospheric pressure and –80 kPa. Performance in a form of Moisture Extraction Rate (MER) and Specific Moisture Extraction Rate (SMER), it was found that the values of MER and SMER depended on testing condition. The temperature was highly influence to the system's performance, second was quantity of air breeding through the vacuum chamber. Four pressure levels and four velocity circulations in chamber affected the system less than the difference of temperature.

Third part, the study was lemon grass drying in comparison with water-tray drying at the same pressure and temperature at 60 and 70°C. Results showed that at 60°C with water pressure 276 kPa, it trend of drying were similar to water-tray drying. The difference of MER and SMER for lemon grass drying was higher than water-tray drying. The average was about 24 and 15%, a 70°C was higher than the average about 25 and 27% respectively.

For economic analysis, by comparing longan drying at 70°C and using LPG (Wiwat, 1990) which could be used for product less than 100 kg per batch. To estimate the cost of each kilogram of the products dried by water ejection type vacuum drying system and set a payback period at 1.5 years. Results showed that the cost of each kilogram products depended on conditions, at –80, -53, -27 and 0 kPa were 100, 93, 74 and 69 baht per kilogram respectively. This cost was higher than Wiwat's Dryer (1990) that was about 66.5 baht per kilogram.

This water ejection type vacuum drying system can be applied to high-pressure waste water source system, which can be reduced the cost of kilogram products to about of 45 baht per kilogram.