**วิทยานิพนธ์**

**เรื่อง**

# การศึกษาการตัดหัวมันสำปะหลังด้วยใบมีดหมุน

# The Study of Cassava Tubers Cutting by Rotating Blades

**โดย**

**นางสาววิจิตรา หงษ์ศิริ**

**เสนอ**

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**
**เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)**
**พ.ศ. 2549**

**ISBN 974-16-2837-4**

วิจิตรา หงษ์ศิริ 2549: การศึกษาการตัดหัวมันสำปะหลังด้วยใบมีดหมุน ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร) สาขาวิศวกรรมเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร
ประธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภรต กุญชร ณ อยุธยา, M.Eng. 234 หน้า
ISBN 974-16-2837-4

การศึกษาการตัดหัวมันสำปะหลังด้วยใบมีดหมุน ประกอบด้วยการศึกษา 3 เรื่องคือ การศึกษาปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตมันเส้นในโรงงานมันเส้น การศึกษาการตัดหัวมันสำปะหลังด้วยเครื่องตัดแบบใบมีดหมุนตามแนวแกนและในแนวตั้งฉากกับแนวแกน และการศึกษาการลดความชื้นชิ้นมันสำปะหลังที่ได้จากการตัดด้วยเครื่องตัดแบบใบมีดหมุนและแบบจานหมุน ผลการศึกษาพบว่าฝุ่นที่เกิดขึ้นตั้งแต่การหั่นหัวมันสำปะหลังสดด้วยเครื่องหั่นแบบจานหมุนที่โรงงานผลิตมันเส้นใช้อยู่ในปัจจุบัน จนถึงการลดความชื้นโดยใช้แสงอาทิตย์บนลานตากในเวลา 3 วัน เพื่อให้ได้ความชื้นสุดท้ายของชิ้นมันน้อยกว่า 14% (มาตรฐานเปียก) มีปริมาณ 10.16-11.91% (โดยมวล) ปัจจัยสำคัญที่คาดว่าเป็นสาเหตุของการเกิดฝุ่นคือเครื่องหั่นหัวมันสำปะหลังสดแบบจานหมุน การศึกษาการตัดหัวมันสำปะหลังสดด้วยเครื่องตัดแบบใบมีดหมุนตามแนวแกน เมื่อกำหนดความเร็วรอบเพลาใบมีด 290-517 รอบ/นาที พบว่า ทอร์กที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นกับความเร็วรอบเพลาใบมีดและลดลงตามความเร็วรอบเพลาใบมีดที่เพิ่มขึ้น ทอร์กที่เกิดขึ้นในการตัดหัวมันขนาดใหญ่และหัวมันขนาดเล็กมีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 4.8-11.4 นิวตัน-เมตร และ 2.5-5.1 นิวตัน-เมตร การสูญเสียในการตัดหัวมันขนาดใหญ่และหัวมันขนาดเล็กมีค่าน้อยที่สุดและมากที่สุดอยู่ในช่วง 0.54-0.57% และ 1.00-1.16% การตัดหัวมันขนาดใหญ่ตามแนวแกนทำให้เกิดรอยร้าวในชิ้นมันทั้งในแนวขวางและตามความยาวของชิ้นมัน การศึกษาการตัดหัวมันสำปะหลังสดด้วยเครื่องตัดแบบใบมีดหมุนในแนวตั้งฉากกับแนวแกน ที่ระยะห่างระหว่างใบมีด 3 ระยะ คือ 1.5, 1.8 และ 2.0 เซนติเมตร และกำหนดความเร็วรอบเพลาใบมีด 413-651 รอบ/นาที พบว่า ทอร์กที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นกับความเร็วรอบเพลาใบมีดและลดลงตามความเร็วรอบเพลาใบมีดที่เพิ่มขึ้น ทอร์กที่เกิดขึ้นในการตัดหัวมันขนาดใหญ่และหัวมันขนาดเล็กมีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 15.33-16.47 นิวตัน-เมตร และ 4.93-6.51 นิวตัน-เมตร ชิ้นมันที่มีขนาดที่ต้องการเมื่อตัดหัวมันขนาดใหญ่และหัวมันขนาดเล็กมีปริมาณมากที่สุดและน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 85.52-89.55% และ 79.92-87.92% และชิ้นมันที่มีขนาดที่ต้องการมีปริมาณมากขึ้นตามระยะห่างระหว่างใบมีดที่เพิ่มขึ้น เศษชิ้นมันและการสูญเสียมีปริมาณมากที่สุดอยู่ในช่วง 3.19-4.89% และ 0.85-1.63% เมื่อตัดหัวมันขนาดใหญ่ และมีปริมาณน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 2.09-3.82% และ 0.63-1.09% เมื่อตัดหัวมันขนาดเล็ก เศษชิ้นมันและการสูญเสียลดลงตามระยะห่างระหว่างใบมีดที่เพิ่มขึ้น การศึกษาการลดความชื้นชิ้นมันสำปะหลังที่ได้จากการตัดด้วยเครื่องตัดแบบใบมีดหมุน และเครื่องตัดแบบจานหมุนแบบชั้นบางโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นคอนกรีตเป็นเวลา 3 วัน พบว่าความชื้นของชิ้นมันสำปะหลังเริ่มต้นอยู่ในช่วง 125-135% (db) ลดลงเหลือ 11.50-21.81% (db) ในวันสุดท้าย ระยะห่างระหว่างใบมีดและขนาดหัวมันสำปะหลังเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการลดความชื้นของชิ้นมันสำปะหลัง ความชื้นของชิ้นมันที่เกิดจากปัจจัยระยะห่างระหว่างใบมีด และที่เกิดจากปัจจัยขนาดหัวมันสำปะหลัง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปัจจัยทั้งสองประการไม่มีความสัมพันธ์ร่วมกัน ระยะห่างระหว่างใบมีดที่เหมาะสมสำหรับเครื่องตัดในแนวตั้งฉากกับแนวแกนคือ 1.8 เซนติเมตร แบบจำลองของ Henderson and Pabis ($MR = ae^{-kt}$) มีความเหมาะสมในการทำนายอัตราส่วนความชื้นในแต่ละวันของชิ้นมันสำปะหลังที่ได้จากการตัดด้วยเครื่องตัดแบบใบมีดหมุนและที่ได้จากเครื่องตัดแบบจานหมุน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทดลองและอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลองของ Henderson and Pabis สำหรับระยะห่างระหว่างใบมีด 3 ระยะ มีค่า $R^2$ อยู่ระหว่าง 0.9990-0.9998

_____ _____ ___ / ___ / _____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Wijittra Hongsiri 2006: The Study of Cassava Tubers Cutting by Rotating Blades. Master of Engineering (Agricultural Engineering), Major Field: Agricultural Engineering, Department of Agricultural Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Bharata Kunjara, M.Eng. 234 pages.
ISBN 974-16-2837-4

The study of cassava tuber cutting by rotating blades consisted of 3 research topics namely, a study for determination of dust content in cassava chip production process in factories, a study of cassava tuber cutting by rotating blades in longitudinal and transverse axes and a study of cassava chip sun drying. Dust contents found from cassava tuber cutting by conventional disk chopping machine to chip sun drying on concrete floor to get less than 14% moisture content (w.b.) in 3 days were in the range of 10.16-11.91% (by mass) which was mainly due to the disk chopping machine. Results of the study of fresh cassava tubers cutting by rotating blades in longitudinal axis at the rotating speeds of 290-517 rpm showed that torques and rotational speeds exhibited simple linear relationship ($R^2$ in the range of 0.89-0.99) which torque decreased as rotational speed increased. When cutting large and small tubers, torques were maximum and minimum in the range of 4.8-11.4 Nm and 2.5-5.1 Nm. Also, when cutting large and small tubers, cutting losses were minimum and maximum in the range of 0.54-0.57% and 1.00-1.16%. Fractures in the transverse and longitudinal sections were predominantly found in the chips when cutting large tubers. Results of the study of fresh cassava tubers cutting by rotating blades in transverse axis at three blades spacings, 1.5, 1.8 and 2.0 cm respectively, and at the rotating speeds of 413-651 rpm showed that torques and rotational speeds exhibited simple linear relationship ($R^2$ in the range of 0.87-0.99) which torque decreased as rotational speed increased. When cutting large and small tubers, torques were maximum and minimum in the range of 15.33-16.47 Nm and 4.93-6.51 Nm. Also, when cutting large and small tubers, chips having correct size were maximum and minimum in the range of 85.52-89.55% and 79.92-87.92%. Chips having correct size increased as blades spacings increased. Small fragments of cassava chips and cutting loss were maximum in the range of 3.19-4.89% and 0.85-1.63% when cutting large tubers and were minimum in the range of 2.09-3.82% and 0.63-1.09% when cutting small tubers. Small fragments of cassava chips and cutting loss decreased as blades spacings increased. Results of the thin layer drying of cassava chips obtained after cutting by rotating blades in longitudinal and transverse axes using solar energy on concrete floor showed that the cassava chips initial moisture content of 125-135% (d.b.) decreased to 11.50-21.81% (d.b.) within 3 days. The blades spacings and tuber sizes were significant factors affecting the drying of the cassava chips. The final moisture contents of the cassava chips originated from the cutting by the three blades spacings and from the different tuber sizes were statistically different. However, there was no interaction between blades spacings and tuber sizes. Optimum blades spacing for transverse cutting was 1.8 cm. The Henderson and Pabis model ($MR = ae^{-kt}$) was found to be the most suitable model for expressing changes in moisture ratio of the cassava chips in each day during thin layer sun drying for 3 days. The experimental moisture ratios and the predicted values were agreed very closely ($R^2$ in the range of 0.9990-0.9998).

_____ _____ ___ / ___ / _____

Student's signature Thesis Advisor's signature

# กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.ภรต กุญชร ณ อยุธยา ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำปรึกษา อดทนต่อข้อบกพร่องของข้าพเจ้า และได้แนะนำรวมทั้งตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์ทั้งในด้านการดำเนินงาน และด้านอื่นๆตลอดมาอย่างสม่ำเสมอจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบพระคุณ ดร. ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์ รองประธานกรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ผศ.ดร. อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล รองประธานกรรมการที่ปรึกษาวิชารอง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณนิยม จุฬาเสรีกุล นายกสมาคมสมาคมการค้ามันสำปะหลังไทย อาจารย์สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ ภาควิชาสัตวบาล รวมทั้ง พี่ต้อม และ พี่ตู่ เจ้าของลานมันสิทธิชัย จังหวัดกาญจนบุรี ที่กรุณาให้คำปรึกษา เอื้ออำนวยความสะดวกเรื่องสถานที่ ตัวอย่างมันเส้น และมันสำปะหลังสด ที่ใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้ เพื่อนๆพี่ๆ ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 6 จังหวัดชลบุรี ที่กรุณาเอื้ออำนวยความสะดวกเรื่องที่พัก และการเดินทางในการเก็บข้อมูลในโรงงานมันเส้น และศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน ที่กรุณาเอื้ออำนวยสถานที่ในการตากมัน

ขอขอบคุณ ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่าน คุณวัชมา โพธิ์ทอง เพื่อนๆ พี่ๆ นิสิตปริญญาโท และปริญญาเอก ที่ได้ให้คำแนะนำ ความห่วงใย กำลังใจ และความช่วยเหลือในการทดลอง ตลอดมาอย่างสม่ำเสมอจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยตามโครงการเสริมสร้างความเข้มแข็งด้านการวิจัย ปี 2546

เหนือสิ่งใดขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่ชาย และน้องสาวของข้าพเจ้าที่มอบโอกาสในการศึกษา กรุณาอดทน เข้าใจ สนับสนุนช่วยเหลือในทุกสิ่ง และให้กำลังใจ แก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา

วิจิตรา หงษ์ศิริ

ตุลาคม 2549