Agricultural Sci. J. 33 : 6 (Suppl.) : 102-106 (2002) **ว. วิทย. กษ. 33 : 6 (พิเศษ) : 102-106 (2545)**

การศึกษาการสกัดน้ำมัน CNSL จากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์
The Study of Cashew Nut Shell Liquid Extraction

ธวัชชัย ทิวาวรรณวงศ์[1] และ คมสันติ เม่ากลาง[1]

Abstract

CNSL (Cashew Nut Shell Liquid) is an oil existing in the shell of cashew nut having valuable and numerous uses within the industrial and medical fields. The best means of making use of cashew nut shell is to extract CNSL in order to obtain optimum values for the percentage of CNSL extracted, percentage of CNSL purity and rate of extraction. This study specifically researched on the extraction of CNSL by means of tapered compression screw, feeding rollers of transversal zigzag surface type and cylindrical casing with 2 mm diameter holes. By using screw speed of 7-13 rpm and feeding rate of 54-95 kg/h, the percentage of CNSL extracted was 20.65-21.04%, the percentage of CNSL purity was 85.83-87.86% and the rate of extraction was 11.93-14.90 kg/h. The results were considered satisfactory, especially when comparing the value of the percentage of CNSL extracted with that normally obtained which was in the range 12-15%.

บทคัดย่อ

น้ำมัน CNSL (Cashew Nut Shell Liquid) เป็นส่วนที่มีอยู่ในชั้นเปลือกของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์หลากหลายในทางอุตสาหกรรมและทางการแพทย์ การจัดการเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ดีที่สุดและถูกวิธี คือ การนำมาสกัดน้ำมันออกจากเปลือก โดยให้ได้เปอร์เซ็นต์ CNSL เปอร์เซ็นต์ความสะอาดของน้ำมัน และอัตราการสกัดน้ำมันที่สูงสุด การวิจัยนี้มุ่งศึกษาวิธีการสกัดน้ำมัน CNSL โดยวิธีที่เหมาะสมซึ่งพบว่าการสกัดด้วยวิธีใช้เกลียวอัดแบบลาดเอียง (tapered) ลูกกลิ้งป้อนชนิดหยักตามและขวางตามยาว และขนาดของรูเจาะรอบกระบอกอัด 2 มิลลิเมตร โดยใช้ความเร็วรอบของเกลียวอัดในช่วง 7-13 รอบ/นาที และอัตราการป้อนเปลือก 54-95 กิโลกรัม/ชั่วโมง จะได้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน CNSL ที่บีบอัดได้ 20.65-21.04% เปอร์เซ็นต์ความสะอาดของน้ำมัน 85.83-87.86% และอัตราการบีบอัดน้ำมัน 11.93-14.90 กิโลกรัม/ชั่วโมง ผลจากการวิจัยนี้อยู่ในขอบข่ายที่น่าพอใจเมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน CNSL ที่บีบอัดได้จากการทดสอบครั้งนี้กับค่าที่บีบอัดได้ทั่วไปในปัจจุบัน ซึ่งอยู่ในระดับ 12-15%

คำนำ

มะม่วงหิมพานต์เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งได้รับการส่งเสริมให้เป็นพืชอุตสาหกรรมในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติที่ผ่านมา โดยมีแหล่งปลูกดั้งเดิมในภาคใต้และได้มีการขยายการปลูกอย่างกว้างขวางไปยังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลให้ปลูกทดแทนมันสำปะหลัง และโดยเฉพาะในโครงการน้ำพระทัยจากในหลวงเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามแนวพระราชดำริ ตลอดช่วงเวลาไม่ต่ำกว่า 20 ปีที่ผ่านมา ภาครัฐและเอกชนได้ร่วมกันส่งเสริมและสนับสนุนให้ผลิตมะม่วงหิมพานต์ ทั้งเพื่อการบริโภคในประเทศและเพื่อการส่งออก โดยคัดเลือกพันธุ์ที่ดีและเหมาะสม เช่น พันธุ์ศรีสะเกษ 60-1 และพันธุ์ศิริชัย 25 เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2534; กรมส่งเสริมการเกษตร; 2543) พันธุ์ดังกล่าวนี้ให้ผลผลิตสูงและเมล็ดเนื้อในมีขนาดใหญ่ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดรับซื้อจึงเป็นผลให้ได้ราคาดี สำหรับสภาพความต้องการบริโภคในปัจจุบันนับว่ามีมากขึ้นตลอดเวลา ปริมาณการผลิตของไทยและของโลกยังมีไม่เพียงพอ ทั้งนี้เพราะตลาดโลกมีความต้องการบริโภคถึง 160,000 ตัน/ปี แต่ผลผลิตรวมทั่วโลกได้ประมาณ 110,000 ตัน/ปี (กองส่งเสริมพืชสวน, 2543; Farrel *et al.*,2001)

ในกระบวนการแปรสภาพเมล็ดมะม่วงหิมพานต์สำหรับอุตสาหกรรมทั้งในระดับเล็กเป็นครัวเรือนและใหญ่ขึ้นเป็นโรงงาน ประกอบด้วยขั้นตอน คือ การเตรียมเมล็ด การกะเทาะเปลือก การอบเมล็ดเนื้อใน การลอกเยื่อ การคัดเกรด และการบรรจุเพื่อจำหน่าย ในส่วนของขั้นตอนการกะเทาะเปลือกเมล็ดมักจะเป็นส่วนที่เหลือทิ้งหลังจากเอาเมล็ดเนื้อในออกแล้ว ซึ่งมีจำนวนมากและเป็นปัญหาต่อเกษตรกรและผู้ประกอบการในการกำจัดและยังส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมด้วย ในความเป็นจริงแล้วเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มีความสำคัญและคุณประโยชน์รองลงมาจากเมล็ดเนื้อใน เพราะสามารถนำไปสกัดน้ำมันจากเปลือก มีชื่อเรียกว่า CNSL (Cashew Nut Shell Liquid) ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากและหลากหลายในทางการแพทย์และอุตสาหกรรม เช่น เป็นส่วนผสมในยาแก้โรคเลือดคั่ง โรคผิวหนัง โรคเหน็บชา เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางค์บางชนิด

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

และเป็นส่วนประกอบสำคัญของวัสดุทางอุตสาหกรรม เช่น เรซิน แลคเกอร์ ผ้าเบรค/คลัทช์ของเครื่องยนต์ หรือใช้ผสมสีทาป้องกันเชื้อราและสีที่ใช้ในการพิมพ์ธนบัตร ทำกระเบื้องปูพื้น และทำกาวชนิดพิเศษ เป็นต้น ในประเทศอินเดีย CNSL ได้รับการเน้นให้เป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศ (ทิพาพร, 2534; ประเทืองศรี, 2535 ; India Food Exports, 2001) ปัจจุบันความต้องการ CNSL ในประเทศไทยมีสูงมากแต่การผลิตยังมีปริมาณไม่เพียงพอ ได้มีข้อมูลของบริษัท 25 อินดัสเตรียล โปรดัก จำกัด ซึ่งแสดงถึงความต้องการใช้ถึง 130 ตันต่อเดือน และส่วนหนึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ (บุญชัย, 2543 ; มงคล, 2543)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าการสกัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มีความสำคัญอย่างสูง และได้มีการพบว่าวิธีการสกัดที่ได้ผลวิธีหนึ่ง คือการบีบ/อัด เพราะเป็นวิธีที่มีความปลอดภัย ไม่ซับซ้อน ประหยัดค่าใช้จ่าย ไม่ส่งผลต่อสภาวะแวดล้อมมากนักแต่ยังมีข้อควรปรับปรุง คือได้ปริมาณน้ำมันน้อยประมาณ 12-15% ซึ่งมีแนวโน้มสามารถบีบ/อัดให้ได้เปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่านี้ ดังนั้นจึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่จะทำการวิจัยวิธีการสกัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อย่างมีประสิทธิผล เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่มในวงการอุตสาหกรรมมะม่วงหิมพานต์ของประเทศ

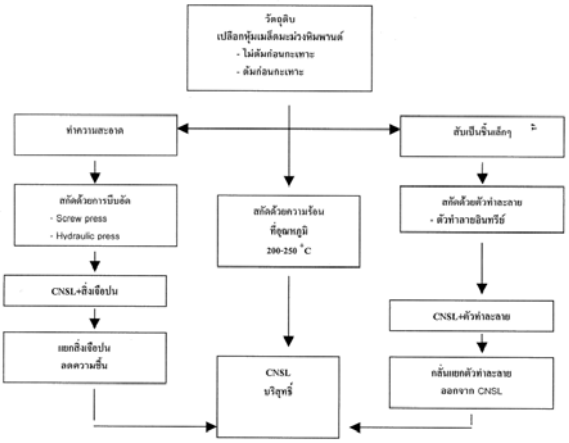
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์และเป้าหมายดังต่อไปนี้ :

1. ศึกษาความต้องการของผู้ประกอบการโรงงานกะเทาะ และคุณสมบัติของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่มีผลต่อการสกัดน้ำมัน CNSL
2. ศึกษาวิธีการที่สามารถสกัดน้ำมันจากเปลือก และเลือกวิธีการที่มีแนวโน้มเหมาะสมที่สุด
3. สร้าง ทดสอบ และประเมินผลเครื่องมือที่สามารถสกัดน้ำมัน CNSL ได้อย่างมีประสิทธิผล

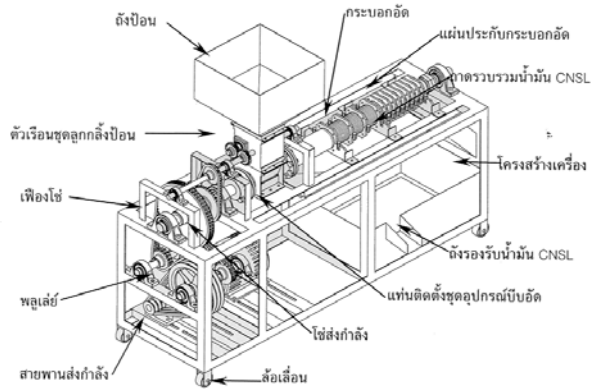
อุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนแรกของงานวิจัยนี้ ได้ให้ความสำคัญต่อการศึกษาและสำรวจความต้องการของผู้ประกอบการโรงงานกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ โดยเลือกโรงงานเป้าหมายในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางที่มีความสะดวกต่อการเก็บข้อมูล โดยผู้ประกอบการยินดีให้ความร่วมมือในการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความต้องการเครื่องมือสำหรับการสกัดน้ำมัน CNSL ขั้นตอนต่อมาคือการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการสกัดน้ำมันซึ่งประกอบด้วยการหาขนาดเฉลี่ยของเปลือกเมล็ดที่ผ่านการกะเทาะแล้ว การหาความชื้นของเปลือกเมล็ด และความชื้นของน้ำมัน CNSL และการหาปริมาณหรือเปอร์เซ็นต์น้ำมัน CNSL โดยน้ำหนักในเปลือกเมล็ด

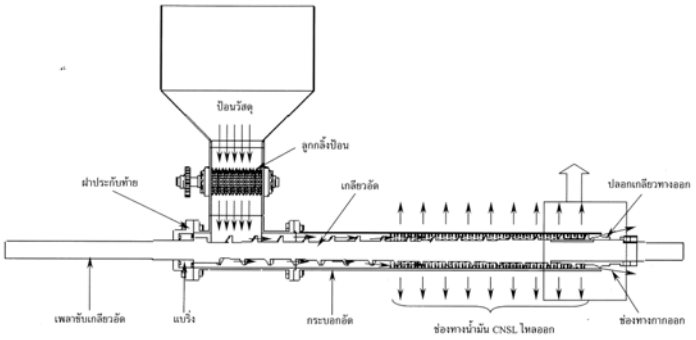
ขั้นตอนที่เป็นเป้าหมายสำคัญต่อมาของงานวิจัยนี้คือการศึกษากระบวนการที่สามารถสกัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ด ซึ่งมีวิธีการหลักที่นิยมใช้กัน 3 วิธี ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยพิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธี และสรุปเลือกวิธีที่มีแนวโน้มเหมาะสมที่สุด แล้วจึงศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องมือสกัดน้ำมันเพื่อให้ได้เครื่องที่สามารถทำงานตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จากนั้นจึงสร้างเครื่องต้นแบบซึ่งมีกลไกและส่วนประกอบที่คาดว่าจะให้ผลการสกัดน้ำมันที่ดีสอดคล้องกับปัจจัยที่ได้ศึกษามาก่อนนี้แล้วดังแสดงในภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3 และทำการทดสอบเบื้องต้นเพื่อหารูปแบบและเงื่อนไขของกลไก / ส่วนประกอบที่มีแนวโน้มเหมาะสมที่สุดสำหรับการทำหน้าที่สกัดน้ำมัน ขั้นตอนสุดท้ายของงานวิจัยนี้คือการทดสอบและประเมินผลเครื่องบีบอัดน้ำมัน CNSL โดยได้กำหนดปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของเครื่อง คือ อัตราเร็วรอบของเกลียวอัด (รอบ/นาที) และอัตราการป้อนเปลือกเมล็ด (กิโลกรัม/ชั่วโมง) โดยกำหนดค่าชี้ผล คือ ความสามารถในการบีบอัดน้ำมัน CNSL (กิโลกรัม/ชั่วโมง) เปอร์เซ็นต์น้ำมัน CNSL ที่บีบอัดได้ (%) เปอร์เซ็นต์ความสะอาดของ CNSL (%) และอัตราส่วนน้ำมัน CNSL ที่เหลือในกากโดยน้ำหนัก



ภาพที่ 1 กระบวนการสกัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (มงคล, 2543)



ภาพที่ 2 เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบใช้เกลียวต้นแบบ

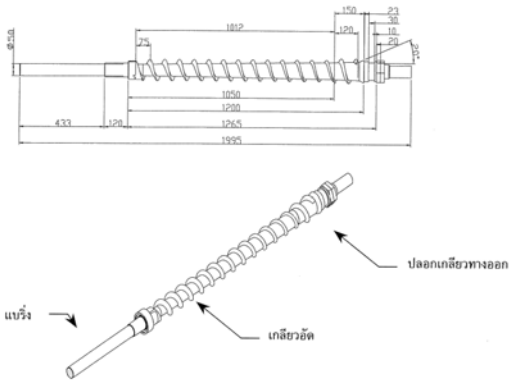


ภาพที่ 3 หลักการทำงานของเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบใช้เกลียว

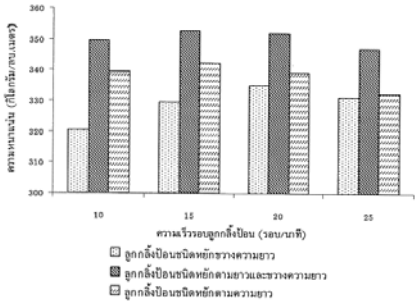
ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาความต้องการของผู้ประกอบการโรงงานกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในเขตจังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดชลบุรี พบว่าแต่ละโรงงานต้องการเครื่องบีบอัดน้ำมัน CNSL ที่สามารถบีบอัดได้ต่อเนื่องรวดเร็ว กลไกไม่ซับซ้อน บำรุงรักษาได้ง่าย และราคาไม่แพง โรงงานกะเทาะฯ จำนวน 71% ต้องการเครื่องบีบอัดแบบเกลียวอัด และ 29% ต้องการแบบไฮดรอลิค ผลการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของขนาดเฉลี่ยของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่กะเทาะแล้ว พบว่าความกว้าง ความยาว และความหนาครึ่งซีกคือ 23.68, 32.42 และ 9.78 มิลลิเมตรตามลำดับ ในขณะที่ความหนาของเปลือกคือ 3.03 มิลลิเมตร ความชื้นของเปลือกเมล็ดมีค่าเฉลี่ย 14.30%wb ความชื้นของน้ำมัน CNSL มีค่าเฉลี่ย 23.5%wb การบีบอัดด้วยไฮดรอลิคให้ปริมาณน้ำมัน CNSL จากเปลือกเมล็ดหลังการกะเทาะเฉลี่ย 21.78% โดยน้ำหนัก และการสกัดด้วยความร้อนสำหรับเปลือกเมล็ดหลังการกะเทาะแล้วเก็บไว้ 15 วัน ให้ปริมาณน้ำมัน CNSL เฉลี่ย 22.14% โดยน้ำหนัก

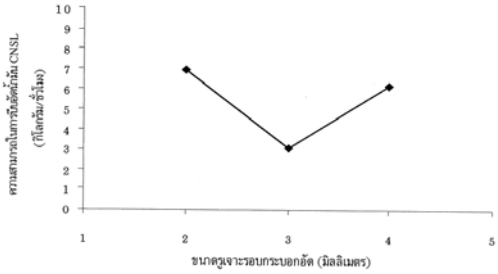
ผลการศึกษากระบวนการที่สามารถสกัดน้ำมันจากเปลือก โดยพิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีซึ่งได้แสดงในภาพที่ 1 พบว่าวิธีสกัดด้วยการบีบอัด มีความปลอดภัยไม่ซับซ้อนและประหยัดค่าใช้จ่าย แต่ปริมาณของน้ำมัน CNSL ที่บีบอัดได้ยังอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คือ 12-15% แต่มีแนวโน้มสามารถบีบอัดได้ถึงระดับ 20% สำหรับวิธีสกัดด้วยความร้อนซึ่งใช้อุณหภูมิสูงถึง 200-250 °C มีความปลอดภัยน้อยกว่าวิธีแรก ได้ปริมาณน้ำมัน CNSL ในระดับ 7-12% และอัตราการสกัดน้ำมันค่อนข้างต่ำ และสำหรับวิธีที่สาม คือ การสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นวิธีที่มีความซับซ้อนและยุ่งยากและมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าวิธีอื่น ดังนั้นจึงสามารถสรุปและตัดสินใจได้ว่าวิธีการสกัดด้วยการบีบอัด เป็นวิธีการที่มีแนวโน้มเหมาะสมที่สุด โดยเฉพาะการบีบอัดด้วยเครื่องซึ่งใช้เกลียวอัด (tapered compression screw) ซึ่งตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการโรงงานกะเทาะส่วนใหญ่ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น และจากผลการทดสอบเบื้องต้นเพื่อหารูปแบบและเงื่อนไขของกลไกส่วนประกอบของเครื่องบีบอัดแบบนี้ พบว่าเกลียวอัดที่เหมาะสมมีขนาดความยาว 105 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียว 9 เซนติเมตร ระยะพิตช์ของเกลียว 7.5 เซนติเมตร ความหนาของสันเกลียว 0.5 เซนติเมตร และความสูงของเกลียวที่จุดเริ่มต้น 2 เซนติเมตร ซึ่งลดลงจนเท่ากับ 1.1 เซนติเมตรที่ปลายอีกด้านหนึ่ง เกลียวอัดดังกล่าวนี้มีรูปลักษณะและขนาดดังแสดงในภาพที่ 4 ผลการทดสอบ ชนิดของลูกกลิ้งป้อนที่เหมาะสมในการป้อนเปลือกเมล็ดเพื่อให้ได้ความหนาแน่นดีที่สุดคือชนิดผิวหยักตามและขวางความยาวดังแสดงในภาพที่ 5 และขนาดของรูเจาะรอบกระบอกอัดที่เหมาะสมสำหรับการบีบอัด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของชุดเกลียวอัดเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

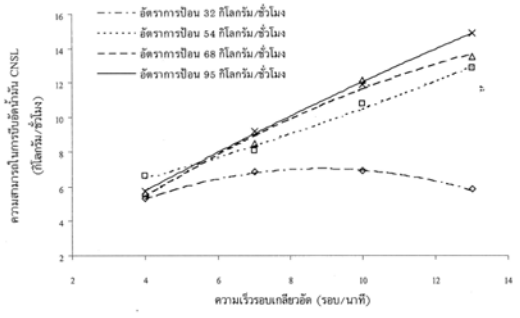


ภาพที่ 5 ผลของความเร็วลูกกลิ้งป้อนที่มีผลต่อความหนาแน่นของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

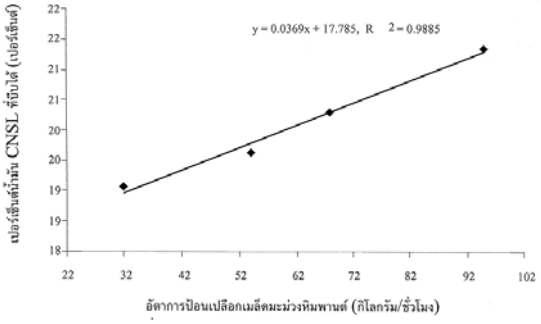


ภาพที่ 6 ผลของขนาดรูเจาะรอบกระบอกอัดที่มีต่อความสามารถในการบีบอัดน้ำมัน CNSL

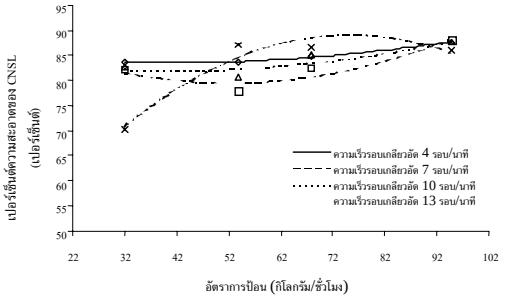
ผลการทดสอบและประเมินผลเครื่องบีบอัดแบบใช้เกลียวอัดโดยมีปัจจัยตัวแปรคือความเร็วรอบของเกลียวอัด (รอบ/นาที) และอัตราการป้อนเปลือกเมล็ด (กิโลกรัม/ชั่วโมง) พบว่าเมื่อความเร็วรอบของเกลียวอัดเพิ่มขึ้นในช่วง 4-13 รอบต่อนาที ความสามารถในการบีบอัดน้ำมัน CNSL และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน CNSL ที่บีบอัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยค่าสูงสุดเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบของเกลียวอัด 13 รอบ/นาที และอัตราการป้อนเปลือกเมล็ดที่ 95 กิโลกรัม/ชั่วโมง ได้ความสามารถในการบีบอัดน้ำมัน CNSL 14.9 กิโลกรัม/ชั่วโมง และเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่บีบอัดได้ 21.04% ดังแสดงในภาพที่ 7 และภาพที่ 8 ส่วนเปอร์เซ็นต์ความสะอาดของน้ำมันมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 85.83-87.86% ดังแสดงในภาพที่ 9 และ อัตราส่วนน้ำมัน CNSL ที่เหลือในกากโดยน้ำหนักมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.18-0.26 ดังแสดงในภาพที่ 10



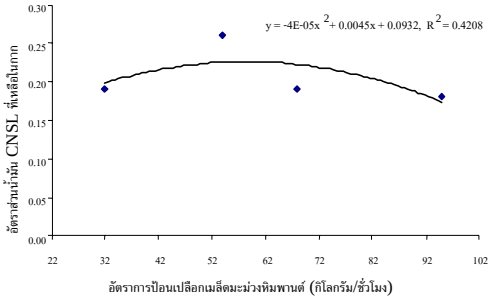
ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบเกลียวอัดกับความสามารถในการบีบอัดน้ำมัน CNSL ในแต่ละระดับของอัตราการป้อนเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์น้ำมัน CNSL ที่บีบอัดได้ และความเร็วรอบเกลียวอัดที่อัตราการป้อนเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ระดับต่างๆ



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความสะอาดของน้ำมัน CNSL บีบอัดได้และความเร็วรอบเกลียวอัดที่อัตราการป้อนเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ระดับต่างๆ



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของน้ำมัน CNSL ที่เหลือในกากและความเร็วรอบเกลียวอัดที่อัตราการป้อนเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ระดับต่างๆ

สรุป

เครื่องบีบอัดน้ำมัน CNSL แบบเกลียวอัด (tapered compression screw) เป็นเครื่องซึ่งตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการโรงงานกะเทาะ เครื่องดังกล่าวนี้ใช้ลูกกลิ้งป้อนชนิดผิวหยักตามและขวางความยาว และขนาดของรูเจาะรอบกระบอกอัด 2 มิลลิเมตร การทดสอบและประเมินผลเครื่องบีบอัดนี้ให้ผลการทำงานของเครื่องในช่วงใช้งานที่มีประสิทธิผล คือ ความเร็วรอบของเกลียวอัด 7-13 รอบ/นาที และอัตราการป้อนเปลือก 54-95 กิโลกรัม/ชั่วโมง ได้ความสามารถในการบีบอัดน้ำมัน CNSL 11.93-14.9 กิโลกรัม/ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์น้ำมัน CNSL ที่บีบอัดได้ 20.65-21.04% เปอร์เซ็นต์ความสะอาดของน้ำมัน 85.83-87.86% ผลโดยสรุปของงานวิจัยนี้อยู่ในขอบข่ายที่น่าพอใจ เมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน CNSL ที่บีบอัดได้โดยเครื่องนี้ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่บีบอัดได้ทั่วไปในปัจจุบันในระดับ 12-15%

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2534. มะม่วงหิมพานต์. เอกสารวิชาการที่ 14. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ:

กรมส่งเสริมการเกษตร. การส่งออกและนำเข้าพืชสวนอื่น ๆ ข้อมูลส่งเสริมการเกษตร หมวด 8 การส่งออกและนำเข้าสินค้าเกษตร [ข้อมูล ออนไลน์]. [สืบค้น 16 ตุลาคม 2543] จาก: URL: http://www.doae.go.th/stat/newdata/m88.htm.

กองส่งเสริมพืชสวน. 2543. คู่มือพืชสวนเศรษฐกิจ. กรมส่งเสริมการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ:

ทิพาพร อยู่วิทยา. 2534. การใช้ประโยชน์จากผลมะม่วงหิมพานต์. วารสาร สจ.ธ. 14(1): 1-14.

บุญชัย ตระกูลมหาชัย. ปริมาณและความต้องการน้ำมันจากเปลือกมะม่วงหิมพานต์ [สัมภาษณ์]. ผู้จัดการโรงงาน บริษัท 25 อินดัสเทรียลโปรดัก จำกัด; 22 กันยายน 2543.

ประเทืองศรี สินชัยศรี. 2535. คุณภาพและการใช้ประโยชน์เมล็ดในมะม่วงหิมพานต์. อุตสาหกรรมเกษตร. 3(2) เล่มที่ 8: 14-24.

มงคล ชินโชติกร. การทำงานและวิธีการบีบอัดน้ำมันจากเปลือกมะม่วงหิมพานต์ [สัมภาษณ์]. หัวหน้าช่าง บริษัท มาบุญครองศิริชัย 25 จำกัด; 22 กันยายน 2543.

India Food Exports, Kerala, India. Our Products (Homepage visited in June 2001). Available from: http//www.indiafoodexports.com/htm/i0100pro.htm.

Pat O'Farrell, Sam Blaikie, Elias Chacko. The New Rural Industries-A Handbook for Farmers and Invertor-Cashew [article online]. [visited 2001 Jun. 24] Available from: URL: http://www.rirde.gov.au/pub/handbook/cashew.html.