

การแยกกะลาและเมล็ดในปาล์มน้ำมันโดยใช้ดินขาวเป็นมัชฉิม

เล็ก สีคง¹ มนูญ มาศนิยม² และ สุขพงศ์ ศิรินุพงศ์³

Abstract

Sikong, L., Masniyom, M. and Sirinupong, S.

Separation of oil palm shell and kernel by using kaolinite media

Songklanakar J. Sci. Technol., 2003, 25(3) : 341-349

The objective of this research is to investigate the possibility of using kaolinite from Ranong province as media in the oil palm shell and kernel separation process by means of heavy media separation. The effect of specific gravity of the slurry, type and amount of dispersant and type of clays on suspension of media and efficiency of separation were studied. It was found that the specific gravity of oil palm shell and kernel are 1.40 and 1.20 respectively. While the average specific gravity of kaolinite grade MRD-B85, RANONG-325 and commercial clay from Univanich Group. PCL., are 2.54, 2.65 and 2.46 respectively. It was apparent that the viscosity of clay slurry increased with the specific gravity of the slurry. For MRD-B85 and RANONG-325 clays which have the average particle sizes of 10 and 12 microns, the pH of their slurries of about 5.84 and 6.33 respectively were obtained and at these conditions stability of the slurry rarely occurred and they could not be used for separation. However, these clays can also be utilized as media when dispersant such as Calgon or sodium silicate is applied to their slurries. It was found that the efficiency of separation depends on specific gravity and viscosity of the slurry, type and particle size of kaolinite and dosage of dispersant. The optimum separating conditions for MRD-B85 clay were the dosage of Calgon of 0.15% (or 1.5 kg/t of clay) at the specific gravity of the slurry of 1.20-1.24 (27-32% Solids) in which a pH of 6.14 and viscosity of 104 cP to very low value (could not be measured) were obtained. Thus, kernel yielded 97.57-100% and shell contamination of 1.48-6.32% was achieved. While sodium silicate was applied to the slurry about 0.15% at the

Department of Mining and Materials Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112 Thailand.

¹D.Eng. (Mineral Processing Technology), รองศาสตราจารย์ ²M.Eng. (Environmental), ³B.Eng. (Mining and Metallurgical), ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Corresponding e-mail: slek@ratree.psu.ac.th

รับต้นฉบับ 29 พฤศจิกายน 2545 รับลงพิมพ์ 24 มกราคม 2546

specific gravity of 1.22, pH of 6.74 and viscosity of 238 cP were obtained and kernel could be recovered 100% with shell contamination of 8.36%. When 0.15% Calgon or 0.25% sodium silicate was introduced to the RANONG-325 clay slurry at the specific gravity of 1.22 the optimum separating conditions were found in which pH of 6.65-6.85 and very low viscosity were obtained. At these conditions, kernel yielded about 100% and shell contamination of 1.80-6.31% was achieved. Moreover, when using clay of Univanich Group PCL., which is a mixed clay with the finer particle size of about 6.3 microns, as the medium, lower viscosity of 36 cP could be obtained when specific gravity of the slurry had been adjusted to 1.22 at pH 8.29. At these conditions, the good result of kernel yield 93.56% with shell contamination of 5.87% was achieved without using dispersant. However, if the dispersant was applied (0.1% Calgon or sodium silicate at specific gravity of the slurry of 1.22), the efficiency could be improved to give a kernel recovery of about 95% with shell contamination of 3.83-4.61%.

Key words : separation of oil palm shell and kernel, kaolinite media, oil palm shell separation

บทคัดย่อ

เล็ก สีคง มนูญ มาศนิยม และ สุขพงศ์ ศิริบุษย์

การแยกกะลาและเมล็ดในปาล์มน้ำมันโดยใช้ดินขาวเป็นมัชฉิม

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2546 25(3) : 341-349

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ดินขาวจากจังหวัดระนองเป็นมัชฉิมในการแยกกะลาและเมล็ดในของปาล์มน้ำมันด้วยวิธี HMS (heavy media separation) โดยได้ศึกษาผลของความถ่วงจำเพาะของตัวกลาง ชนิดและปริมาณสารช่วยกระจายตัวอนุภาค และคุณภาพของดินขาวที่มีผลต่อระบบแขวนลอยของมัชฉิมและต่อประสิทธิภาพของการแยก จากการศึกษพบว่าความถ่วงจำเพาะของกะลาและเมล็ดในมีค่า 1.40 และ 1.20 ตามลำดับ ในขณะที่ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยของดินขาวเกรด MRD-B85, RANONG-325 และดินขาวจากบริษัท ยูนิวานิชกรุป จำกัด มหาชน มีค่า 2.54, 2.65 และ 2.46 ตามลำดับ พบว่าเมื่อปรับความถ่วงจำเพาะของสเลอรีสูงขึ้น ทำให้ความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับดินขาวเกรด MRD-B85 และ RANONG-325 ซึ่งมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 10 และ 12 ไมครอน เมื่อเตรียมเป็นสเลอรีจะให้ค่า pH 5.84 และ 6.33 ตามลำดับ ที่ภาวะนี้จะเกิดการแขวนลอยของอนุภาคดินขาวน้อยและไม่ทำให้เกิดการแยก อย่างไรก็ตามสามารถใช้ดินทั้งสองเกรดเป็นมัชฉิมได้เมื่อใช้สารช่วยกระจายตัวจากการทดลองพบว่าตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการแยกคือ ความถ่วงจำเพาะหรือความเข้มข้นของสเลอรี ความหนืด ชนิดและขนาดอนุภาคของดินขาว และปริมาณสารช่วยกระจายตัวโดยภาวะที่เหมาะสมสำหรับดินเกรด MRD-B85 คือความถ่วงจำเพาะของสเลอรีอยู่ในช่วง 1.20-1.24 (27-32% Solids) และปริมาณของสารช่วยกระจายตัวชนิด Calgon เท่ากับ 0.15% หรือ 1.5 กก./ตัน ดินขาวซึ่งให้ค่า pH 6.14 ค่าความหนืด 104 cP จนถึงต่ำมาก (วัดไม่ได้) และให้ผลการแยกเมล็ดในออกมาได้ 97.57-100% โดยมีกะลาปนอยู่ 1.48-6.32% ในขณะที่เมื่อใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารช่วยกระจายตัวในปริมาณ 0.15% ที่ความถ่วงจำเพาะของสเลอรีเท่ากับ 1.22 ซึ่งให้ค่า pH 6.74 ความหนืดเท่ากับ 238 cP และให้ผลการแยกเมล็ดในออกมาได้ 100% โดยมีกะลาปนอยู่ 8.36% ภาวะที่เหมาะสมสำหรับดินขาวเกรด RANONG-325 คือปริมาณ Calgon 0.15% หรือโซเดียมซิลิเกต 0.25% ที่ความถ่วงจำเพาะของสเลอรีเท่ากับ 1.22 ซึ่งให้ค่า pH 6.65-6.85 ค่าความหนืดต่ำมาก (วัดไม่ได้) และให้ผลการแยกเมล็ดในออกมาได้ประมาณ 100% โดยมีกะลาปนอยู่ 1.80-6.31% นอกจากนั้นเมื่อใช้ดินของบริษัทยูนิวานิชกรุป จำกัด มหาชน ซึ่งเป็นดินขาวผสมและมีอนุภาคที่ละเอียดกว่าเฉลี่ย 6.3 ไมครอนเป็นมัชฉิมจะให้ความหนืดที่ต่ำกว่ามีค่าเท่ากับ 36 cP เมื่อปรับค่าความถ่วงจำเพาะของสเลอรีเป็น 1.22 ที่ pH 8.29 ภาวะนี้จะให้ผลการแยกดีโดยไม่ต้องใช้สารช่วยกระจายตัว พบว่าสามารถแยกเมล็ดในออกมาได้ 93.56% โดยมีกะลาปนอยู่ 5.87% แต่ถ้าใช้ Calgon หรือโซเดียมซิลิเกตในปริมาณ 0.10% จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแยกได้และสามารถแยกเมล็ดในออกมาได้ประมาณ 95% โดยมีกะลาปนอยู่ 3.83-4.61%

ผลปาล์มน้ำมันจะให้ไขมันจากเปลือกนอกและจากเมล็ดใน ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ซึ่งในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบจากทะเลลายปาล์มสดด้วยกระบวนการสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน เริ่มจากการอบและนึ่งผลปาล์มด้วยไอน้ำที่ความดัน 3 กก./ตร.ซม. ใช้เวลา 70-90 นาที จากนั้นจะถูกส่งเข้าสู่เครื่องนวดแยกทะเลลายจากผลปาล์ม ผลปาล์มที่ได้จะถูกส่งลงหม้อกวน เมื่อผ่านการกวนจนนิ่มหรือละเอียดแล้วก็ถูกบ้อนเข้าเครื่องบีบน้ำมันปาล์ม ขั้นตอนหนึ่งที่น่าสนใจที่น้ำมันปาล์มจะถูกแยกออกจากส่วนที่เป็นเมล็ดใน (kernel) ที่ยังไม่ได้แกะเปลือกและส่วนที่เป็นเส้นใย (fiber) ซึ่งน้ำมันปาล์มที่ได้จะนำไปผ่านกระบวนการกลั่นกรองแยกน้ำมันและสิ่งเจือปนออก ส่วนเมล็ดในที่ยังไม่แกะเปลือกนี้จะถูกส่งเข้าไซโลขบเมล็ดในเพื่อแกะเปลือกออก ส่วนผสมของเมล็ดในและเปลือกหรือกะลา (shell) จะแยกออกจากกันด้วยมัชฌิมหนักที่ใช้หลักความแตกต่างกันของความถ่วงจำเพาะระหว่างกะลาและเมล็ดในโดยใช้ดินขาวเป็นมัชฌิม หลังจากได้เมล็ดในที่อบแห้งแล้วก็เข้าสู่กระบวนการบีบน้ำมันเมล็ดในต่อไป (บริษัท ยูนิวานิชกรุ๊ป, 2544)

ในการแยกกะลาและเมล็ดในด้วยการใช้ดินขาวเป็นมัชฌิมนั้นจะปรับให้ความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่างความถ่วงจำเพาะของกะลา (ซึ่งหนักกว่า) กับความถ่วงจำเพาะของเมล็ดใน โดยหลักการแล้ว เมื่อทำให้เกิดการแขวนลอยของมัชฌิมแล้ว กะลาจะจมและเมล็ดในจะลอยขึ้นและถูกแยกออกไป จะเห็นว่ามีความแตกต่างที่ควบคุมสภาวะการแขวนลอย เช่น ความหนืดของระบบ ขนาดอนุภาคชนิดของมัชฌิมที่ใช้ ค่า pH และสารช่วยกระจายตัวอนุภาค เป็นต้น

ระบบแขวนลอยของอนุภาคดินขาว จะต้องประกอบด้วยส่วนผสมพื้นฐาน 3 อย่าง คือ ตัวกลางแขวนลอย (เช่น น้ำ) ผงดินขาว และอิเล็กโทรไลต์ (สารช่วยกระจายตัว) สเลอรี (slurry) จะต้องมีความหนืดไม่มากเพื่อป้องกันการจมตัวของสารแขวนลอย ซึ่งจะทำได้โดยการเติมสารช่วยกระจายตัว หน้าที่ของสารช่วยกระจายตัวคือ ทำให้อนุภาคดินขาวเกิดการผลักกันและกัน ไม่จับตัวเป็นก้อน (เล็ก, 2544)

เนื่องจากดินขาวมีโครงสร้างเป็นแผ่นขยายออกเป็น 2 มิติ เมื่อใส่ดินขาวลงไปในน้ำไอออนบวก เช่น Na^+ หรือ

Mg^{2+} ระหว่างชั้นถูกชะออก ทำให้บริเวณผิวหน้าของแผ่นประจุเป็นลบเสมอ แต่ขอบของแผ่นจะไม่นับประจุลบเสมอไป (ยกเว้นที่ pH สูงๆ) ดังนั้นที่ pH ต่ำผิวที่มีประจุเป็นลบจะติดกับขอบของแผ่นที่อยู่ข้างๆ ทำให้เกิดการจับตัวเป็นก้อน (agglomeration) และจะกักน้ำไว้ในโพรง ทำให้น้ำในระบบน้อยลง ยังผลให้ค่าความหนืดสูงขึ้น แก้ไขโดยการควบคุม pH ของระบบให้เป็นกลางหรือค่อนข้างเบส (pH 7-8) และใช้สารช่วยกระจายตัว (Lowe *et al.*, 1999) อย่างไรก็ตามจะต้องระมัดระวังไคเวเลนส์หรือไตรเวเลนส์ ไอออน เช่น Ca^{2+} หรือ Al^{3+} ที่อยู่ในน้ำที่จะทำให้ค่าความหนืดสูงขึ้น การกำจัดอาจใช้สารช่วยกระจายตัวชนิดโซเดียมซิลิเกตก็ได้ (Atesok *et al.*, 1988)

อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่าจะแขวนลอยได้นานกว่าอนุภาคขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นระบบแขวนลอยที่ดีจึงต้องการอนุภาคที่มีขนาดเล็กมากๆ อย่างไรก็ตามเมื่อขนาดอนุภาคเล็กมากก็ทำให้ค่าความหนืดของระบบสูงขึ้น เพราะมีพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น แต่จะลดได้โดยการใช้สารช่วยกระจายตัว นอกจากนั้นความเข้มข้นหรือความถ่วงจำเพาะของสเลอรี (%Solids) ก็มีผลต่อค่าความหนืด กล่าวคือ ค่าความหนืดจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสเลอรีมีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการของ Dougherty-Krieger (Reed, 1995)

ปัจจุบันโรงงานผลิตปาล์มน้ำมันต้องซื้อดินขาวจากแหล่งในภาคกลางเป็นส่วนใหญ่ จึงมีแนวคิดว่าดินขาวจากจังหวัดระนองซึ่งอยู่ใกล้แหล่งสวนปาล์มในภาคใต้มากกว่า น่าจะนำมาใช้แยกกะลาและเมล็ดในได้ เพื่อเป็นการลดต้นทุน จึงได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลการแยกโดยใช้ดินขาวจากจังหวัดระนอง 2 เกรดเปรียบเทียบกับการใช้ดินขาวจากแหล่งภาคกลางที่บริษัทใช้อยู่ในกระบวนการแยกกะลาและเมล็ดใน

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ในการทดลองจะใช้กะลาและเมล็ดในของปาล์มน้ำมันขนาด -6.35+4.75 มม. ที่ผ่านกระบวนการแกะเปลือกและอบแล้วจาก บริษัท ยูนิวานิชกรุ๊ป จำกัด มหาชน โดยนำมาหาค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยของกะลาและเมล็ดใน ซึ่งมีค่า 1.40 และ 1.20 ตามลำดับ

สารมีซิมที่ใช้ในระบบแขวนลอย จะเป็นแร่ดินขาว จากจังหวัดระนอง 2 ตัวอย่าง คือ เกรด MRD-B85 และ เกรด RANONG-325 และดินขาว (จากแหล่งภาคกลาง) ที่ใช้อยู่ที่บริษัท ยูนิวานิชกรุป จำกัด มหาชน อีก 1 ตัวอย่าง นำดินขาวทั้ง 3 ชนิด มาศึกษาแรวิทยาด้วยเครื่องวิเคราะห์ XRD (X-ray diffractometer) และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องวิเคราะห์ XRF (X-ray fluorescence) ซึ่งแสดงผลใน Table 1 การวิเคราะห์การกระจายตัวของอนุภาคดินขาวทั้ง 3 ชนิด จะใช้เครื่องวิเคราะห์ขนาดชนิด laser scattering particle size analyzer (LS 230, Coulter) ซึ่งผลแสดงดัง Figure 1

ในการเตรียมสเลอรี จากดินขาวทั้ง 3 ชนิด จะใช้วิธีคำนวณความเข้มข้นจากความถ่วงจำเพาะของสเลอรีที่ต้องการคือ 1.20, 1.22 และ 1.24 ซึ่งได้ค่าความเข้มข้นของสเลอรีเท่ากับ 27, 30 และ 32 %Solids โดยน้ำหนัก ตามลำดับ จากนั้นจึงเตรียมสเลอรี ตามปริมาณที่คำนวณไว้ ทำให้กระจายตัวอย่างดีเป็นปริมาณ 500 มล. ด้วยการ

ใช้ใบพัดกวน แล้วใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดความถ่วงจำเพาะของสเลอรี และปรับให้ได้ค่าความถ่วงจำเพาะที่ต้องการโดยการเติมน้ำ หรือเพิ่มดินขาวแล้วแต่กรณี แล้ววัดค่า pH และค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer รุ่น DV III+ จึงนำส่วนผสมจากกะลาปาล์มและเมล็ดในในอัตราส่วน 1:1 (อย่างละ 20 กรัม) ค่อยๆ บ้อนลงไป ในขณะที่มีใบพัดกวนอยู่อย่างช้าๆ ซึ่งกะลาจะจมในขณะที่เมล็ดในซึ่งเบากว่าจะลอยขึ้นบนผิวของสเลอรี ตักแยกส่วนที่ลอยออกมาจนหมด เก็บตัวอย่างส่วนที่ลอยและส่วนที่จมไปล้างแล้วอบให้แห้ง นำมาชั่งน้ำหนัก เพื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเก็บเมล็ดในได้ (%recovery) และปริมาณกะลาที่ปนอยู่ในส่วนที่ลอยขึ้นมา (เมล็ดใน) เป็นร้อยละของแต่ละการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการแยกต่อไป

ในการทดลองจะมีตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง 3 ตัวแปร คือ ความถ่วงจำเพาะของสเลอรี ปริมาณสารช่วยกระจายชนิด Calgon และโซเดียมซิลิเกต และชนิดของดินขาว

Table 1. Chemical and minerals compositions of various clays studied.

| Chemical Composition (Mass %) | MRD-B85 | RANONG-325 | Commercial Clay |
|--------------------------------|---------|------------|--|
| SiO ₂ | 46.0 | 46.0 | 60.1 |
| Al ₂ O ₃ | 38.0 | 38.0 | 17.9 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.6 | 0.6 | 3.7 |
| TiO ₂ | 0.03 | 0.03 | 0.3 |
| Na ₂ O | <0.001 | <0.001 | 2.1 |
| K ₂ O | 1.0 | 1.0 | 12.4 |
| MgO | <0.001 | <0.001 | 3.2 |
| CaO | <0.001 | <0.001 | 0.4 |
| LOI | 13.8 | 13.8 | - |
| Mineral Composition | MRD-B85 | RANONG-325 | Commercial Clay |
| Kaolinite | 87 | 83 | Kaolinite |
| Quartz | 4 | 3.5 | Quartz |
| Mica | 5 | 8.5 | Muscovite |
| Gibbsite | 3 | 3 | Halloysite |
| Feldspar | <1 | <1 | Calcite |
| Others | 2 | 2 | Potassium Magnesium Aluminium Silicate Hydroxide |

ผลการทดลองและอภิปราย

Figure 1 แสดงการกระจายตัวของอนุภาคดินขาวที่ใช้ในการทดลอง จะเห็นว่าดินขาวทั้ง 3 เกรดมีการกระจายตัวที่คล้ายคลึงกันและขนาดเฉลี่ยของอนุภาค (mean size, d50) ของดินเกรด MRD-B85, RANONG-325 และ COMMERCIAL มีค่า 10, 12 และ 6.3 ไมครอน ตามลำดับ

จากผลการทดลองใน Figure 2 พบว่าเมื่อให้ความถ่วงจำเพาะของสเลอรีสูงขึ้น ให้ความหนืดมีค่าสูงขึ้นด้วย เพราะเมื่อความเข้มข้นมากขึ้น (อนุภาคอยู่ชิดกันมากขึ้น) มีแนวโน้มที่จะทำให้อนุภาคดินขาวจับตัวกันเป็นก้อน และกักน้ำไว้ในโพรง หรือรูพรุนของก้อน ทำให้น้ำในระบบน้อยลง ยังผลทำให้ค่าความหนืดสูงขึ้นและปริมาณอนุภาคดินขาวในระบบที่มากขึ้น มีผลทำให้ค่าความเค้นเฉือนที่เกิดบนแกนหมุน (spindle) ของเครื่องวัดความหนืดมีค่าสูงขึ้น จึงทำให้ความหนืดที่วัดได้มีค่าสูงขึ้น

จาก Table 2 ซึ่งเป็นผลการแยกกะลาและเมล็ดในโดยใช้ดินขาวเกรด MRD-B85 ซึ่งมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 10 ไมครอนเป็นมัชฌิม พบว่าเมื่อนำดินขาวมาผสมน้ำแล้ว มีค่า pH 5.84 และอนุภาคดินขาวจมตัวเร็วและแขวนลอยน้อย ให้ความหนืดที่วัดได้ที่มีความถ่วงจำเพาะของสเลอรีเท่ากับ 1.20, 1.22 และ 1.24 มีค่าเท่ากับ 447, 489 และ 972 cP ตามลำดับ ซึ่งยังเป็นค่าที่สูงอยู่เนื่องจากที่ pH 4-6

ดินขาว (kaolinite) มีสภาพศักย์ไฟฟ้าเป็นกลาง (PZC=0) และมีแนวโน้มจับตัวกันเป็นก้อน (coagulation or agglomeration) และตกตะกอน (Reed, 1988) และไม่สามารถทำให้เกิดการแยกได้ จะต้องใช้สารช่วยกระจายตัวซึ่งพบว่าภาวะที่เหมาะสมเมื่อใช้ Calgon ปริมาณ 0.15% ของน้ำหนักดินขาวโดยที่ปริมาณ 0.15% ทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้นเป็น 6.14 และให้ค่าความหนืดที่ความถ่วงจำเพาะของสเลอรีเท่ากับ 1.20 และ 1.24 ต่ำมากจนวัดไม่ได้แต่ที่ความถ่วงจำเพาะของสเลอรีเท่ากับ 1.22 วัดได้ 104 cP ทำให้สามารถแยกเมล็ดในออกมาได้ 97.57-100% โดยมีกะลาปนอยู่ 1.48-6.32% เนื่องจากน้ำมันที่เคลือบอยู่ที่กะลาเมื่อสัมผัสกับฟองที่เกิดจากการกวนจะติดกับฟองอากาศ และลอยขึ้นมาปนได้ ในกรณีที่ใช้สารช่วยกระจายตัวชนิดโซเดียมซิลิเกต จะต้องใช้ในปริมาณที่มากกว่าเล็กน้อย คือประมาณ 0.15-0.25% ซึ่งจะให้ค่า pH 6.74-6.76 และค่าความหนืดต่ำมากจนวัดไม่ได้ยกเว้นที่ปริมาณโซเดียมซิลิเกต 0.15% และที่ความถ่วงจำเพาะของสเลอรีเท่ากับ 1.22 วัดค่าความหนืดได้ 238 cP ซึ่งพบว่าเป็นภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่ให้ผลการแยกเมล็ดในออกมาได้ 100% โดยมีกะลาปนอยู่ 8.36%

สำหรับการแยกเมื่อใช้ดินขาวเกรด RANONG-325 ที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 12 ไมครอนเป็นมัชฌิม พบว่าเมื่อผสมน้ำแล้วให้ค่า pH 6.33 และค่าความหนืดที่ความถ่วงจำเพาะของสเลอรี 1.20, 1.22 และ 1.24 เท่ากับ 3184,

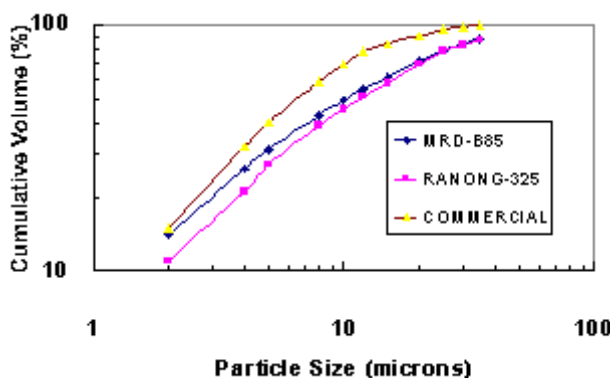


Figure 1. Particle size distributions of various clays studied.

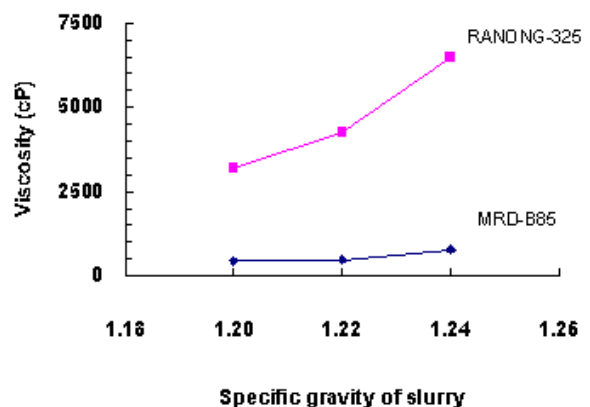


Figure 2. Effect of the specific gravity of the slurry on viscosity.

Table 2. Results of oil palm shell and kernel separation by using kaolinite grade MRD-B85

| S.G. (% Solids) | Dispersant dosage(%) | Calgon (Na ₂ SiO ₃) | | | | |
|--------------------|-------------------------|--|---------|-----------------|--|-------|
| | | Viscosity (cP) | pH | Recovery (%) | %Distribution of shell in kernel floated | |
| 1.20 (27) | 0 | 447 | 5.84 | 0 | 0 | |
| | 0.05 | 147 | 6.06 | 96.51 | 3.14 | |
| | | (150) | (6.69) | (0) | (0) | |
| | 0.10 | 35 | 6.10 | 96.70 | 1.74 | |
| | | (129) | (6.71) | (0) | (0) | |
| | 0.15 | very low | 6.14 | 100 | 1.48 | |
| very low | | (6.74) | (93.62) | (8.75) | | |
| 0.20 | - | - | - | - | | |
| | very low | (6.76) | (97.21) | (5.13) | | |
| 0.25 | - | - | - | - | | |
| | very low | (6.76) | (98.18) | (9.94) | | |
| | 1.22 (29.7) | 0 | 489 | 5.84 | 0 | 0 |
| | | 0.05 | 1932 | 6.06 | 94.55 | 10.80 |
| | (1396) | | (6.69) | (95.14) | (21.03) | |
| | 0.10 | 251 | 6.10 | 99.66 | 7.50 | |
| (815) | | (6.71) | (90.14) | (9.80) | | |
| 0.15 | 104 | 6.14 | 97.57 | 6.32 | | |
| | (238) | (6.74) | (100) | (8.36) | | |
| 1.24 (32) | 0 | 972 | 5.84 | 0 | 0 | |
| | 0.05 | 159 | 6.06 | 99.17 | 8.61 | |
| | | (375) | (6.69) | (0) | (0) | |
| | 0.10 | 38 | 6.10 | 98.23 | 4.47 | |
| | | (192) | (6.71) | (0) | (0) | |
| | 0.15 | very low | 6.14 | 100 | 2.20 | |
| very low | | (6.74) | (95.89) | (23.78) | | |
| 0.20 | - | - | - | - | | |
| | very low | (6.76) | (100) | (6.49) | | |
| 0.25 | - | - | - | - | | |
| | very low | (6.76) | (96.94) | (6.49) | | |

4258 และ 6480 cP ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งไม่สามารถใช้แยกเมล็ดในและกะลาออกจากกันได้ ต้องใช้สารช่วยกระจายตัวโดยพบว่าภาวะที่ดีที่สุดคือ เมื่อใช้ Calgon เป็นสารช่วยกระจายตัวปริมาณ 0.15% และความถ่วงจำเพาะของสเลอรี เท่ากับ 1.22 โดยที่ภาวะนี้ทำให้มีค่า pH 6.65 ความหนืดมีค่าต่ำมากจนวัดไม่ได้และสามารถแยกเมล็ดในออกมาได้ 100% โดยมีกะลาปนอยู่ 6.31% สำหรับภาวะที่ดีที่สุดเมื่อใช้โซเดียมซิลิเกตคือ ต้องใช้ปริมาณ 0.25%

ที่ความถ่วงจำเพาะของสเลอรีเท่ากับ 1.22 ซึ่งให้ค่า pH 6.85 และค่าความหนืดต่ำมากจนวัดไม่ได้ ทำให้สามารถแยกเมล็ดในออกมาได้ 99.95% โดยมีกะลาปนอยู่ 1.80% สำหรับการใช้น้ำจาก บริษัท ยูนิวานิชกรุ๊ป จำกัด มหาชน ซึ่งเป็นดินขาวผสมและมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 6.3 ไมครอนเป็นขมิ้น ปรากฏว่าเมื่อผสมน้ำให้ได้ความเข้มข้น 30 % Solids (ความถ่วงจำเพาะ 1.22) จะให้ค่า pH 8.29 และค่าความหนืด 36 cP เพราะเกิดการกระจายตัวของ

Table 3. Results of oil palm shell and kernel separation by using kaolinite grade Ranong-325

| S.G. (% Solids) | Dispersant dosage(%) | Calgon (Na ₂ SiO ₃) | | | |
|--------------------|-------------------------|--|---------|-----------------|--|
| | | Viscosity (cP) | pH | Recovery (%) | %Distribution of shell in kernel floated |
| 1.20 (27) | 0 | 3184 | 6.33 | 0 | 0 |
| | 0.05 | 834 | 6.53 | 96.41 | 2.50 |
| | | (2596) | (6.49) | (0) | (0) |
| | 0.10 | 78.4 | 6.64 | 98.42 | 3.37 |
| | | (1047) | (6.53) | (80.93) | (7.38) |
| | 0.15 | very low | 6.65 | 97.74 | 2.04 |
| (236) | | (6.57) | (92.34) | (5.25) | |
| 0.20 | - | - | - | - | |
| | (61) | (6.60) | (93.94) | (4.98) | |
| 1.22 (29.7) | 0 | 4258 | 6.33 | 0 | 0 |
| | 0.05 | 1316 | 6.53 | 97.35 | 9.52 |
| | | (2374) | (6.49) | (0) | (0) |
| | 0.10 | 44.3 | 6.64 | 99.66 | 10.02 |
| | | (868) | (6.53) | (0) | (0) |
| | 0.15 | very low | 6.65 | 100 | 6.31 |
| | | (574) | (6.57) | (74.48) | (7.59) |
| 0.20 | - | - | - | - | |
| | (153.9) | (6.60) | (98.93) | (4.04) | |
| 0.25 | - | - | - | - | |
| | very low | (6.85) | (99.95) | (1.80) | |
| 1.24 (32) | 0 | 6480 | 6.33 | 0 | 0 |
| | 0.05 | 1967 | 6.53 | 92.17 | 16.04 |
| | | (3126) | (6.49) | (0) | (0) |
| | 0.10 | 326 | 6.64 | 95.93 | 8.78 |
| | | (815) | (6.53) | (89.40) | (17.8) |
| | 0.15 | 48 | 6.65 | 96.43 | 4.40 |
| (136) | | (6.57) | (97.94) | (11.34) | |
| 0.20 | - | - | - | - | |
| | very low | (6.76) | (98.67) | (4.85) | |

อนุภาคอย่างดี สามารถให้ผลการแยกที่ดีโดยไม่ต้องใช้สารช่วยกระจายตัว กล่าวคือ สามารถแยกเมล็ดออกมาได้ 93.56% โดยมีกะลาปนอยู่ 5.87% แต่การใช้สารช่วยกระจายตัวจะให้ผลที่ดีขึ้นเช่นกัน (Table 4) ซึ่งพบว่าเมื่อใช้สารช่วยกระจายตัวชนิด Calgon และโซเดียมซิลิเกตเป็นปริมาณ 0.10% ซึ่งให้ค่า pH 8.39 และ 8.55 ตามลำดับ และให้ค่าความหนืดต่ำมากจนวัดไม่ได้เป็นภาวะที่ดีที่สุดที่สามารถแยกเมล็ดในออกมาได้ 97.51% โดยมีกะลา

ปนอยู่ 4.61% และ 97.93% โดยมีกะลาปนอยู่ 3.83% ตามลำดับ

จากการศึกษาทางแร่วิทยาพบว่า ดินขาวจากบริษัท ยูนิวานิชกรู๊ป จำกัด มหาชน ซึ่งเป็นดินขาวผสมประกอบด้วยแร่ดินขาว ควอร์ตซ์ มัสโคไวต์ ฮาลอยไซต์ (halloysite) แคลไซต์ และโปแตสเซียมแมกเนเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกต ไฮดรอกไซด์ และมีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ SiO₂ 60.1%, Al₂O₃ 17.9%, Na₂O 2.1%, K₂O 12.4%, MgO 3.2%

Table 4. Results of oil palm shell and kernel separation by using commercial clay from Univanich Group Public Company Ltd.

| S.G. (% Solids) | Dispersant dosage(%) | Calgon (Na ₂ SiO ₃) | | | |
|--------------------|-------------------------|--|--------|-----------------|--|
| | | Viscosity (cP) | pH | Recovery (%) | %Distribution of shell in kernel floated |
| 1.22 (30) | 0 | 36 | 8.29 | 93.56 | 5.87 |
| | 0.05 | very low | 8.31 | 94.51 | 3.71 |
| | | very low | (8.34) | (95.34) | (4.95) |
| | 0.10 | very low | 8.39 | 97.51 | 4.61 |
| | | very low | (8.55) | (97.93) | (3.83) |
| | 0.15 | very low | 8.50 | 95.10 | 4.14 |
| | | very low | (8.51) | (95.18) | (3.65) |
| | 0.20 | very low | 8.62 | 96.39 | 0.73 |
| | | very low | (8.69) | (98.21) | (4.07) |

และ CaO 0.35% มีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 6.3 ไมครอน ซึ่งเมื่อผสมน้ำจะให้ค่า pH 8.29 และมีการกระจายของอนุภาคดินขาวอย่างดีทำให้ความหนืดของระบบมีค่าต่ำมาก โดยจะแตกต่างจากแร่ดินขาวทั้งสองเกรดจากจังหวัดระนองที่ประกอบด้วยแร่ดินขาวประมาณ 83-87% ควอร์ตซ์ 4% ไมกา 5% กิปไซต์ 3% เฟลด์สปาร์น้อยกว่า 1% และอื่นๆ อีก 2% โดยมีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ SiO₂ 46%, Al₂O₃ 38% และมี Na₂O, K₂O, MgO และ CaO ต่ำมาก (รวมกันประมาณ 1%) (Table 1) โดยดินขาวเกรด MRD-B85 และ RANONG-325 มีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 10 และ 12 ไมครอน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อผสมน้ำแล้วให้ pH 5.84 และ 6.33 ตามลำดับ และเกิดการจับตัวเป็นก้อนแล้วตกตะกอนจึงต้องใช้สารช่วยกระจายตัวซึ่งสามารถใช้แยกเมล็ดในออกจากกะลาของปาล์มน้ำมันได้เช่นเดียวกับดินผสมที่บริษัท ยูนิวานิชกรุ๊ป จำกัด มหาชน ใช้อยู่ โดยต้องควบคุมการใช้สารช่วยกระจายตัวในปริมาณที่เหมาะสมดังกล่าวแล้วและความถ่วงจำเพาะของสเลอรีประมาณ 1.22 เพื่อควบคุมค่าความหนืดของสเลอรีให้ต่ำมาก ๆ

สรุป

จากการทดลองแยกกะลา (ความถ่วงจำเพาะ 1.40) และเมล็ดใน (ความถ่วงจำเพาะ 1.20) ของปาล์มน้ำมัน โดยการใช้ดินขาวเป็นมัชฌิมในระบบแขวนลอย พบว่า

สามารถใช้ดินขาวจากจังหวัดระนองเกรด MRD-B85 และ RANONG-325 เป็นมัชฌิมได้แต่ต้องใช้สารช่วยกระจายตัวโดยมีตัวแปรที่สำคัญ คือ ความถ่วงจำเพาะหรือความเข้มข้นของสเลอรี ความหนืด ชนิดและขนาดอนุภาคของดินขาวและปริมาณของสารช่วยกระจายตัว ภาวะที่เหมาะสมในการแยกโดยใช้ดินขาวเกรด MRD-B85 เป็นมัชฌิมในระบบแขวนลอยคือ ความถ่วงจำเพาะของสเลอรีอยู่ในช่วง 1.20-1.24 (27-32% Solids) และปริมาณของสารช่วยกระจายตัวชนิด Calgon เท่ากับ 0.15% หรือ 1.5 กก./ตันดินขาว ซึ่งให้ค่า pH 6.14 และค่าความหนืด 104 cP จนถึงต่ำมาก (วัดไม่ได้) ซึ่งทำให้สามารถแยกเมล็ดในออกมาได้ 97.57-100% โดยมีกะลาปนอยู่ 1.48-6.32% และเมื่อใช้โซเดียมซิลิเกตในปริมาณ 0.15% ที่ความถ่วงจำเพาะของสเลอรีเท่ากับ 1.22 ซึ่งให้ค่า pH 6.74 (ความหนืดเท่ากับ 238 cP) สามารถแยกเมล็ดในออกมาได้ 100% โดยมีกะลาปนอยู่ 8.36% ภาวะที่เหมาะสมสำหรับดินขาวเกรด RANONG-325 คือ ปริมาณ Calgon 0.15% ที่ความถ่วงจำเพาะของสเลอรีเท่ากับ 1.22 ซึ่งให้ค่า pH 6.65 ความหนืดมีค่าต่ำมาก (วัดไม่ได้) ทำให้สามารถแยกเมล็ดในออกมาได้ 100% โดยมีกะลาปนอยู่ 6.31% ในขณะที่ต้องใช้ปริมาณโซเดียมซิลิเกตมากกว่าเป็น 0.25% ซึ่งให้ค่า pH 6.85 และความหนืดต่ำมากจนวัดไม่ได้ ซึ่งทำให้สามารถแยกเมล็ดในออกมาได้ 99.95% โดยมีกะลาปนอยู่ 1.80% นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อใช้ดินขาวของบริษัท ยูนิ-

วานิชกรู๊ป จำกัด มหาชน ซึ่งเป็นดินผสมและมีอนุภาคที่เล็กกว่าเป็น 6.3 ไมครอนเป็นมัชฌิมจะได้ค่าความหนืดที่ต่ำกว่าเป็น 36 cP เมื่อปรับความถ่วงจำเพาะของสเลอรีเป็น 1.22 ที่ pH 8.29 ที่ภาวะเหล่านี้จะได้ผลการแยกที่ดีซึ่งสามารถแยกเมล็ดในออกมาได้ 93.56% โดยมีกะลาปนอยู่ 5.87% โดยไม่ต้องใช้สารช่วยกระจายตัว อย่างไรก็ตามถ้าใช้สารช่วยกระจาย (Calgon หรือโซเดียมซิลิเกตในปริมาณ 0.10% ที่ความถ่วงจำเพาะของสเลอรีเท่ากับ 1.22) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการแยกเมล็ดในออกมาได้ประมาณ 95% โดยมีกะลาปนอยู่ 3.83-4.61%

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณพรศักดิ์ แก้วถาวร บริษัท มินเนอรัลรีซอสเซส แอนด์ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด จ.ระนอง ได้อนุเคราะห์ตัวอย่างแร่ดินขาวในการทดลอง และขอขอบคุณ บริษัท ยูนิวานิชกรู๊ป จำกัด มหาชน ที่อนุญาตให้เข้าเยี่ยมชมโรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม พร้อมทั้งให้ข้อมูล ตัวอย่างกะลาและเมล็ดในปาล์ม และดินขาวเพื่อทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- บริษัท ยูนิวานิชกรู๊ป จำกัด มหาชน, 2544. กรรมวิธีผลิตน้ำมันปาล์ม, เอกสารแนะนำ.
- เล็ก สีคง, 2544. ระบบแขวนลอยของอนุภาคดินขาว, เอกสารประกอบการทดลองปฏิบัติการวัสดุ 3, ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Atesok, G., Somasundaran, P. and Morgan, L.J., 1988. Charge effects in the adsorption of polyacrylamides on sodium kaolinite and Its flocculation, Powder Technology, Vol.54, pp.77-83.
- Reed, J.S., 1988. Introduction to Principles of Ceramic Processing, John Wiley & Sons, Singapore, pp. 134-149.
- Reed, J.S., 1995. Principles of Ceramics Processing, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, pp. 291-304.