

รายการอ้างอิง

- คมสัน หุตะแพทย์. (2548). การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์. *วารสารเกษตรกรรมชาติ ฉบับที่ 2*, 1 – 5.
- ณรงค์ โจมเจลา.(2548). น้ำมันมะพร้าวและกะทิเป็นอันตรายหรือเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ. *วารสารเกษตรกรรมชาติ ฉบับที่ 2* (2548), 14 – 17.
- ณรงค์ นิยมวิทย์. (2538). *องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร*. กรุงเทพฯ: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธนาพันธ์ ด้วงทกุล. (2549). *การศึกษากระบวนการแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์โดยการเหวี่ยงแยก*. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ธรา วิริยะพานิช. (2548). อาหารไทยหนีไม่พ้นมะพร้าวและกะทิ. *วารสารเกษตรกรรมชาติ ฉบับที่ 2*, 42-46.
- ธวัชชัย ฐูปแก้ว สงบทิพย์ พงศ์สถาปดีและธราพงษ์ วิทิตสานต์. (2550). *การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากกระบวนการหีบเย็น*. การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15.
- นันทวัน จันทรวลัยพร และ เศรษฐีพร ม่วงสุนทร. (2548). *การพัฒนาวิธีการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีการทางชีวภาพ*. โครงการพิเศษ, ภาควิชาเกษตรกรรม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นิธิยา รัตนापนนท์. (2549). *วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน*. กรุงเทพฯ:โอเคอินสโตร์.
- ลลิตา อัดน โถ. (2548). การผลิตน้ำมันมะพร้าวบีบเย็นคุณภาพสูง. *วารสารการวิจัยและพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 20*, เมษายน – มิถุนายน 2548, ฉบับที่ 2, 67 – 72.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2548). *ว.พัฒนาน้ำมันมะพร้าวบีบเย็นคุณภาพสูงครบวงจร. วารสารเกษตรกรรมชาติ, (2)*, 12-13.
- สุภาวดี ภัทร โกศล. (2542). *การปลูกมะพร้าว*. เอกสารจุลสาร.
- สุมณฑา วัฒนสินธุ์. (2549). *ตำราจุลชีววิทยาทางอาหาร*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

- Amarasinghe, B.M.W.P.K., Kumarasiri, M.P.M., & Gangodavilage, N.C. (2008). *Effect of method of stabilization on aqueous extraction of rice bran oil*. Food and Bioproducts Processing.
- AOAC. (1990). Official Method of Analysis (15th ed). Artington: The Association of Official Analytical Chemists.
- Che Man, Y. B., Abdul Karim, M. I. B., & Teng, C. T. (1997). Extraction of coconut oil with *Lactobacillus plantarum* 1041 IAM. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 74, 1115 -1119.
- Dickinson, E., & Stainsby, G. (1982). *Colloids in Food*. London: Applied Science Publishers
- Gunetileke, K.G., & Laurentius, S.F. (1974). Conditions for the separation of oil and protein from coconut milk emulsion. *Journal of Food Science*. 39 : 230- 233.
- Hagenmaier, R.D., Cater, C.M., & Mattil, K.F. (1973). Aqueous processing of fresh coconuts for recovery of oil and coconut skim milk. *Journal of Food Science*. 38, 516-518.
- Labuza, T.P. 1982. *Shelf-life dating of foods*. Westport: Food & Nutrition Press Inc.
- Marina, A.M., Che Man, Y.B., & Amin, I. (2009). Virgin coconut oil: emerging functional food oil. *Trends in Food Science & Technology* 20. 481-487.
- McGlon, O.C., Canales, A.L.M., & Carter, J.V. (1986). Coconut oil extraction by a new enzymatic process. *Journal of food science*, 51, 695-697.
- Mpagalile, J.J., Hanna, M.A., & Weber, R. (2007). Seed oil extraction using a solar powered screw press. *Industrial Crops and Products*, 25, 77-80.
- Pristouri, G., Badeka, A., & Kontominas, M.G. (2009). Effect of packaging material headspace, oxygen and light transmission, temperature and storage time on quality characteristics of extra virgin olive oil. *Food Control*.
- Sant' Anna B.P.M., Freitas S.P., & Coelho M. A.Z.. (2003). Enzymatic aqueous technology for simultaneous coconut protein and extraction. *Grass y Aceites*, 54, 77-80.
- Sherman P. (1982). *Rheology of Emulsion*. New York: Pergamon Press.
- Tadros, T.F., & Vincent, B. (1983). *Encyclopedia of Emulsion Technology*. New York: Marcel Dekker.
- Zuniga, M.E., Soto, C., Mora, A., Chamy, R., & Lema., J.M. (2003). Enzymic pre-treatment of *Guevina avellana mol* oil extraction by pressing. *Process biochemistry*, 39, 51-57.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

ก-1 การวัดความหนืด

วัสดุอุปกรณ์

1. ตัวอย่างอาหาร
2. เครื่องวัดความหนืด Brookfield viscometer รุ่น DV-III (Rheometer)

วิธีการ

1. ตรวจสอบระดับลูกน้ำและเปิดสวิตช์ Power ด้านหลังเครื่อง Brookfield viscometer รุ่น DV-III (Rheometer)
2. เปิดเครื่อง Computer และ Double click ที่ Rheocal
3. ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีหัวหมุนต่ออยู่ที่เครื่อง Brookfield
4. กดปุ่ม Zero ที่โปรแกรม Rheocal ในหน้า Dashboard ซึ่งตัวเครื่อง Brookfield จะทำการปรับศูนย์ที่แกนหมุน ซึ่งเมื่อเสร็จแล้ว ตรงค่า %Torque จะเป็นศูนย์
5. ใส่หัวหมุนที่จะใช้วัดเข้ากับแกนหมุนของเครื่อง และใส่ Guard leg
6. บรรจุตัวอย่างที่ต้องการวัดในบีกเกอร์ที่ขนาดเหมาะสม โดยให้หัวหมุนจุ่มลงในตัวอย่างจนถึงระดับที่กำหนด (รอยที่หัวหมุน) และตัวอย่างไม่ควรมีฟองอากาศ
7. เข้าไปที่หน้าโปรแกรมแล้วกำหนดความเร็วรอบ ชนิดของหัวหมุน ตามที่ต้องการ
8. กดปุ่ม Start หัวหมุนจะเริ่มทำงานตามขั้นตอนในโปรแกรมที่เรากำหนดไว้ และแสดงค่า %Torque และ Viscosity บนหน้าจอ
9. กรณีต้องการทราบอุณหภูมิของตัวอย่างขณะวัดให้ต่อปลั๊ก RTD Probe เข้ากับด้านหลังเครื่อง และจุ่มปลายของ RTD Probe ลงในตัวอย่าง

ข้อควรระวัง

1. การใส่หัวหมุนติดกับเครื่องควรยกแกนหมุนขึ้นและให้นิ่งอยู่กับที่ แล้วจึงหมุนหัวหมุนตามเข็มนาฬิกาสวนเข้ากับแกนหมุน

2. ควรใส่ Guard leg เพื่อป้องกันปลายหัวหมุนกระแทกกันภาชนะ ซึ่งอาจทำให้เครื่องเสียได้

3. ควรปิดมอเตอร์ (Motor) ทุกครั้งก่อนและหลังการใส่เข็มทุกครั้ง

4. เวลาปรับระดับสูงต่ำของเครื่องวัด ต้องใช้มือประคองไว้เพื่อป้องกันหล่นกระแทก

ก-2 การหาค่าความถ่วงจำเพาะ (AOAC, 1990)

อุปกรณ์

1. ขวดหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Density bottle)

วิธีการ

1. ชั่งขวดหาค่าความถ่วงจำเพาะที่แห้งและบันทึกน้ำหนัก

2. เปิดจุก เติมน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จนเต็ม แล้วจุ่มลงในอ่างน้ำที่มี

อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

3. ยกขวดออกมาเช็ดขวดให้แห้งสนิทแล้วชั่งน้ำหนัก

4. ทดลองเช่นเดียวกัน โดยใช้น้ำมันแทนน้ำแต่ควรกรองน้ำมันด้วยกระดาษกรองก่อน

5. คำนวณค่าความถ่วงจำเพาะจาก

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักน้ำที่ปริมาตรเท่ากัน (มิลลิลิตร)}}$$



ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

ข-1 การหาปริมาณความชื้น (AOAC, 1990)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) Memmert รุ่น ULE 560, Germany
2. โถดูดความชื้น (Dessicator)
3. ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (Moisture can)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด (Checkweigher) Sartorius รุ่น AC 2115-00, Germany

วิธีการ

1. อบภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้นในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบทิ้งให้เย็นรออุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

2. นำภาชนะอลูมิเนียมไปอบซ้ำ ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (แตกต่างกันไม่เกิน 0.05 กรัม)

3. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ตัวอย่างลงในภาชนะหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักคงที่แล้ว นำไปอบที่ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างพร้อมภาชนะ จากนั้นนำไปอบซ้ำในตู้อบเช่นเดิมจนได้น้ำหนักคงที่ โดยผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 0.05 กรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ โดยน้ำหนักแห้ง)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)}}$$

ข-2. การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (P.V.) (AOAC, 1990)

สารเคมี

1. สารละลายผสมของกรดอะซีติก และกลอโรฟอร์ม อัตราส่วน 3: 2
2. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์อิ่มตัว
3. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.1 และ 0.01 นอร์มัล
4. สารละลายน้ำแป้ง ความเข้มข้นร้อยละ 1

การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต

ชั่งโพแทสเซียมไดโครเมต ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NBS standard sample 136 ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง) 0.10 - 0.12 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร โพแทสเซียมไอโอไดด์ 2 กรัม และกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เขย่าแล้วเก็บในที่มืดเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ใช้สารละลายน้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์

การคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มัล)} = \frac{\text{น้ำหนัก } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ (กรัม)} \times 1000}{\text{ปริมาตรของ } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ (มิลลิลิตร)} \times 49.032}$$

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 5.00 ± 0.05 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย ในข้อ 1. ปริมาตร 30 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลาย
2. เติมสารละลาย ในข้อ 2. ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ปล่อยให้ทิ้งไว้ 1 นาที เขย่าเป็นครั้งคราว เติมน้ำกลั่นปริมาตร 30 มิลลิลิตร
3. ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 1 นอร์มัล อย่างช้าๆ และเขย่าอย่างแรงจนกระทั่งได้สารละลายสีเหลืองอ่อน จากนั้นเติมน้ำแป้งปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ไทเทรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป ถ้าไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียม

ไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล น้อยกว่า 0.5 มิลลิลิตร ให้ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.01 นอร์มัล

การคำนวณ

$$\begin{array}{l} \text{ค่าเปอร์ออกไซด์} \\ \text{(มิลลิกรัมสมมูลต่อกิโลกรัม)} \end{array} = \frac{S \times N \times 1000}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มัล)
S = ปริมาตรที่ใช้ของสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไทโอซัลเฟต (มิลลิลิตร)

หมายเหตุ ควรเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้เติมน้ำมัน (Blank) ทุกครั้ง และเมื่อไทเทรตด้วย สารละลายมาตรฐาน โซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ควรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 มิลลิลิตร

ข-3 การวิเคราะห์ Acid value (A.V.) (AOAC, 1999)

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
2. สารละลายผสมระหว่างเอทิลแอลกอฮอล์และไดเอทิลอีเทอร์อัตราส่วน 1: 1 และเติม

สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนปริมาตร 0.3 มิลลิลิตรต่อสารละลายผสม 100 มิลลิลิตร

3. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน ความเข้มข้นร้อยละ 1

วิธีการ

1. ชั่งน้ำมัน 5-10 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายผสม (ข้อ 2.) ปริมาตร 5-100 มิลลิลิตร
3. เติมสารละลาย ในข้อ 3. ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร
4. ไทเทรตด้วยสารละลาย ในข้อ 1. จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน คงตัว

เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 10 วินาที

การคำนวณ

$$\text{Acid value} = \frac{\text{ปริมาตร KOH ที่ใช้ (มิลลิลิตร)} \times \text{ความเข้มข้น KOH (นอร์มัล)} \times 56.1}{\text{น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)}}$$

โดย 1 มิลลิลิตรของสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล เท่ากับ 5.61 มิลลิกรัม ของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

ข-4 การวิเคราะห์ค่าไอโอดีน (I.V.) (AOAC, 1990)

สารเคมี

1. Wijs solution เตรียมโดยการละลายไอโอดีนไตรคลอไรด์ 8 กรัม ในกรดอะซิติกจำนวน 200 มิลลิลิตร และละลายไอโอดีน 9 กรัม ในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ จำนวน 300 มิลลิลิตร แล้วนำสารละลายทั้งสองมาผสมเข้าด้วยกัน ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วยกรดอะซิติกในขวดปรับปริมาตร สารละลายนี้มีความคงตัว เมื่อเก็บรักษาไว้ในที่มืดและแห้ง อุณหภูมิไม่สูงเกิน 30 องศาเซลเซียส

2. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ความเข้มข้นร้อยละ 10
3. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตมาตรฐานความเข้มข้น 0.1 โมลาร์
4. น้ำแป้ง ความเข้มข้นร้อยละ 1

วิธีการ

1. ต้องทำ Blank ไปพร้อมกัน โดยไม่ต้องใส่ตัวอย่างน้ำมันลงไปและทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำพร้อมกัน
2. ชั่งตัวอย่าง 5-10 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 400 มิลลิลิตร
3. เติมคาร์บอนเตตระคลอไรด์ลงไป 10 มิลลิลิตร (ใช้กระบอบกตวง) ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ของตัวอย่างและ Blank
4. เขย่าให้ตัวอย่างละลายโดยแกว่งไปรอบๆ
5. เติมสารละลาย Wijs ลงไป 20 มิลลิลิตร โดยใช้ Volumetric pipette ที่แห้งสนิท

6. เขย่าขวดไปรอบๆ อย่างรวดเร็ว ปิดจุก และเก็บไว้ในที่มีคั่นที่นานอย่างน้อย 30 นาที
7. เติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ความเข้มข้นร้อยละ 10 ลงไป 15 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
8. เมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน หยดไทเทรต เติมน้ำแข็งลงไป 2-3 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้า
9. ไทเทรตอย่างช้าๆ และเขย่าอยู่ตลอดเวลา ไทเทรตต่อจนสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี
10. บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ (= a มิลลิลิตร)
11. นำ Blank มาไทเทรตเช่นเดียวกับตัวอย่าง (= b มิลลิลิตร)

การคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{ค่าไอโอดีน} &= \frac{(b-a) \times N \times 126.9 \times 100}{1000 \times \text{น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)}} \\ &= \frac{(b-a) \times 1.269}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)}} \end{aligned}$$

โดย 1 มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตมาตรฐาน ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ทำปฏิกิริยาพอดีกับไอโอดีน 0.127 กรัม

$$N = \text{สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตมาตรฐาน ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์}$$

ข-5 ค่าซาฟอนิฟิเคชัน (Saponification number, S.N.) (AOAC, 1990)

สารเคมี

1. สารละลายแอลกอฮอล์โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

เตรียมโดยชั่งโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์มาประมาณ 35-40 กรัมละลายลงในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วเติมเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 ให้มีปริมาตรครบ 1 ลิตร ถ้าสารละลายที่ได้ขุ่น ตั้งทิ้งไว้ค้างคืนแล้วเทส่วนที่ใสมาใช้

2. สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล

เตรียมได้โดยชั่งกรดไฮโดรคลอริกมา 18.230 กรัม ค่อยๆ เทใส่ลงไปในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรทั้งหมดให้ครบ 1 ลิตร โดยใช้ขวดวัดปริมาตร

3. สารละลายฟีนอล์ฟทาเลิน ความเข้มข้น 1 ร้อยละ

วิธีการ

การหาค่าซาฟอนิฟิเคชัน ต้องทำ Blank ไปพร้อมกันโดยไม่ต้องใส่น้ำมันลงไป และต้องทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำพร้อมกัน

1. ชั่งน้ำมันตัวอย่าง (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (ประมาณ 2 กรัม)

ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

2. บีบเปิดสารละลายแอลกอฮอล์โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 25 มิลลิลิตร โดยใช้

Volumetric pipette ขนาด 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่

3. ปิดจุก โดยจุกที่ใช้ปิดต้องอยู่กับ Reflux condenser

4. Reflux สารผสมในขวดรูปชมพู่ประมาณ 1 ชั่วโมง ใน Water-bath

5. เขย่าเป็นระยะๆ ตลอดเวลาที่ Reflux จนครบ 1 ชั่วโมง

6. นำสารผสมในขวดรูปชมพู่มาไทเทรตหาค่าที่เหลือกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก มาตรฐานความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล โดยหยดสารละลายฟีนอล์ฟทาเลินความเข้มข้นร้อยละ 1 ลงไป 2-3 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์

7. ไทเทรตจนถึงจุดยุติ มีสีชมพูอ่อน

8. บันทึกปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล ที่ใช้กับน้ำมันตัวอย่าง มีค่า = A และที่ใช้กับ Blank มีค่า = B

การคำนวณ

$$\begin{array}{l} \text{ค่าซาฟอนิพีเคชัน} \\ \text{(มิลลิกรัมต่อกรัม)} \end{array} = \frac{(B-A) \times N \times 56.1}{W}$$

โดย

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน 0.5 นอร์มัล

A = จำนวนมิลลิลิตรของกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล ที่ใช้ไทเทรต
กับตัวอย่างน้ำมัน

B = จำนวนมิลลิลิตรของกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล ที่ใช้ไทเทรต
กับ Blank

W = น้ำหนักตัวอย่างน้ำมันที่ใช้ หน่วยเป็นกรัม

56.1 = น้ำหนักโมเลกุลของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

ภาคผนวก ก

การเตรียมเชื้อ *Lactobacillus plantarum*

ก-1 วิธีเตรียม PBS pH 7.4

1. วิธีเตรียมสารละลาย 0.85%NSS

NaCl	0.85	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร
2. วิธีเตรียม M/15 KH_2PO_4

KH_2PO_4	9.07	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
3. วิธีเตรียม M/15 Na_2HPO_4

Na_2HPO_4	9.46	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

วิธีเตรียม PBS pH 7.4 นำสารละลายที่เตรียมไว้ทั้งหมดมารวมกันตามตามปริมาตรดังนี้

0.85%NSS	500	มิลลิลิตร
M/15 KH_2PO_4	410	มิลลิลิตร
M/15 Na_2HPO_4	90	มิลลิลิตร

จากนั้นนำสารละลายทั้งหมดมารวมกัน นำไปปรับค่า pH ให้ได้ pH 7.4 นำไป autoclave เพื่อทำให้ปราศจากเชื้อ

ก-2 การเลี้ยงเชื้อ

นำเชื้อ *Lactobacillus plantarum* มาเลี้ยงใน MRS medium ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเทอาหารเลี้ยงเชื้อออก (ระหว่างบ่มเชื้อ เชื้อจะตกตะกอนอยู่ที่ก้นหลอดแก้ว) เท PBS ผสมกับเชื้อสามในสี่ของหลอด centrifuge แล้วนำไป vortex ก่อนที่จะนำไปหมวนเหวี่ยง จำนวน 2 ครั้ง จากนั้นนำไปวัดค่าโดยใช้ Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 600

นาโนเมตร เทียบค่ากับ McFarland standards เท่ากับ 0.132 วัตถุประสงค์ที่มีอยู่เทียบเป็น 1.5×10^8 CFU/mL จากนั้นทำการเจือจางให้ได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ โดยใช้ PBS เป็นตัวทำเจือจาง

ตารางภาคผนวก ก-1 McFarland Nephelometer Standards

McFarland Standard No.	0.5	1	2	3	4
1.0% Barium chloride (ml)	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4
1.0% Sulfuric acid (ml)	9.95	9.9	9.8	9.7	9.6
Approx. cell density (1×10^8 CFU/mL)	1.5	3.0	6.0	9.0	12.0
% Transmittance*	74.3	55.6	35.6	26.4	21.5
Absorbance*	0.132	0.257	0.451	0.582	0.669

*at wavelength of 600 nm

ภาคผนวก ง
รายละเอียดข้อมูลเอนไซม์

Viscozyme L**Valid From****2007-09-20****Product Characteristics:**

Declared Enzyme

Beta-glucanase (endo-1, 3(4)-)

Declared Activity

100 FBG/g

Side activities

The product contains activity of

Xylanase

Cellulase

Hemicellulase

Colour

Brown

Physical form

Liquid

Approximate Density (g/ml)

1.21

Stabilisers

Sodium chloride

Sucrose

Preservatives

Potassium sorbate

Production organism

Aspergillus aculeatus

Production Method

Produced by submerged fermentation of a micro organism. The enzyme protein is separated and purified from the production organism.



Product Specification:

	Lower Limit	Upper Limit	Unit
Betaglucanase Units FBG	100		/g
Total Viable Count	-	10000	/g
Coliform Bacteria	-	30	/g
Enteropathogenic E.Coli	Not Detected		/25 g
Salmonella	Not Detected		/25 g

The product complies with the recommended purity specifications for food-grade enzymes given by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) and the Food Chemical Codex (FCC).

Packaging: See the standard packaging list for more information.

Recommended Storage:

Best before	When stored as recommended, the product is best used within 6 months from date of delivery.
Storage at customer's warehouse	0-10°C (32°F-50°F)
Storage Conditions	In unbroken packaging - dry and protected from the sun. The product has been formulated for optimal stability. Extended storage or adverse conditions such as higher temperature or higher humidity may lead to a higher dosage requirement.

Safety and Handling Precautions

Enzymes are proteins. Inhalation of dust or aerosols may induce sensitization and may cause allergic reactions in sensitized individuals. Some enzymes may irritate the skin, eyes and mucous membranes upon prolonged contact. The product may create easily inhaled aerosols if splashed or vigorously stirred. Spilled product may dry out and create dust. Spilled material should be flushed away with water. Avoid splashing. Left over material may dry out and create dust. Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection as prescribed on the warning label. Wash contaminated clothes. A Material Safety Data Sheet is supplied with all products. See the Safety Manual for further information regarding how to handle the product safely.

ภาคผนวก จ

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางภาคผนวก จ-1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณร้อยละของน้ำมันมะพร้าวจากการใช้เชื้อ *Lactobacillus plantarum* ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในการสกัดด้วยวิธีทางชีวภาพ

Source of variation	SS	df	MS	F	Significance
Treatment	6.225	2	3.113	0.916	0.450 ^{ns}
Error	20.390	6	3.398		
Total	26.616	8			

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางภาคผนวก จ-2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณร้อยละของน้ำมันมะพร้าวที่ปริมาณของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ระดับต่างๆ ในการสกัดด้วยวิธีทางชีวภาพ

Source of variation	SS	df	MS	F	Significance
Treatment	12.737	2	6.368	6.270	0.034 ^{sig}
Error	6.094	6	1.016		
Total	18.831	8			

^{sig} หมายถึง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก จ-3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณร้อยละของน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการสกัดจากน้ำกะทิด้วยวิธีต่างๆ

Source of variation	SS	df	MS	F	Significance
Treatment	40.914	2	20.457	83.695	0.000 ^{sig}
Error	1.467	6	0.244		
Total	42.380	8			

^{sig} หมายถึง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก จ-4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของร้อยละของปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากเนื้อมะพร้าวชุดที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 15 20 และ 25

Source of Variation	df	Sum of Squares	Mean Square	F	P
Treatment	2	207.433	103.717	240.820	.000 ^{sig}
Error	6	2.584	.431		
Total	8	210.018			

^{sig} หมายถึง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวก จ-5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของร้อยละของปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จาก
เนื้อมะพร้าวชุดที่เติมด้วยเอนไซม์ความเข้มข้นร้อยละ 0 0.4 0.6 และ 0.8
โดยน้ำหนักมะพร้าว

Source of Variation	df	Sum of Squares	Mean Square	F	P
Treatment	3	26.247	8.749	15.893	.001 ^{sig}
Error	8	4.404	.551		
Total	11	30.651			

^{sig} หมายถึง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวก ฉ
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
น้ำมันมะพร้าว

1. ลักษณะทั่วไป ต้องใส ไม่มีตะกอนหรือแยกชั้น
2. สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของน้ำมันมะพร้าว
3. กลิ่น ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของน้ำมันมะพร้าว ปราศจากกลิ่นหืนหรือกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง
4. สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
5. น้ำและสิ่งที่ระเหยได้ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ต้องไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก
6. ค่าเพอร์ออกไซด์ ต้องไม่เกิน 10 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม
7. สารปนเปื้อน
 - 7.1 ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 - 7.2 สารหนู ต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
8. วัตถุเจือปนอาหาร หากมีการใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด
9. ค่าของกรด ต้องไม่เกิน 4 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม
10. จุลินทรีย์ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1.5×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาคผนวก ข
ภาพประกอบงานวิจัย



ภาพที่ ข-1 มะพร้าวที่ปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้น



ภาพที่ ข-2 นำชิ้นมะพร้าวมาแยกน้ำกะทิและกาก



ภาพที่ ช-3 นำกากมะพร้าวมาเตรียมคั้นน้ำกะทิ



ภาพที่ ช-4 นำกากมะพร้าวมาคั้นด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



ภาพที่ ช-5 นำน้ำกะทิมากรองด้วยผ้าขาวบาง



ภาพที่ ช-6 นำน้ำกะทิตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยปิดไม่ให้อากาศเข้า



ภาพที่ ช-7 น้ำกะทิจะเกิดการแยกชั้นของน้ำมันหลังจากเก็บรักษาไว้ 72 ชั่วโมง



ภาพที่ ช-8 นำน้ำมันมากรองด้วย vacuum pump



ภาพที่ ช-9 น้ำมันที่ได้หลังจากการกรอง



ภาพที่ ช-10 ลักษณะการทำงานของเครื่องบีบอัดน้ำมันแบบสกรู



ภาพที่ ช-11 น้ำมันมะพร้าวบีบเย็นที่ได้จากการสกัด



