การสกัดน้ำมันจากข้าวโพดที่ปลูกในประเทศ

นางสาวควงแข วิเศษพจนกิจ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาเคมีเทคนิค
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ.2525

ISBN 974-560-765-7

EXTRACTION OF OIL FROM LOCALLY GROWN CORN

Miss Duangkae Visespochanakit

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Chemical Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1982

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสกัดน้ำมันจากข้าวโพดที่ปลูกในประเทศ
โดย	นางสาวดวงแข วิเศษพจนกิจ
ภาควิชา	เคมีเทคนิค
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ
	อาจารย์ ดร. พันธิพา จันหวัฒน์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. พันธิพา จันหวัฒน์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. พงษ์ วนานุวัธ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ เอื้ออำไพ สุวรรณยืน)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสกัดน้ำมันจากข้าวโพดที่ปลูกในประเทศ
ชื่อนิสิต นางสาวดวงแข วิเศษพจนกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ คำรงค์เลิศ
อาจารย์ ดร.พันธิพา จันทวัฒน์
ภาควิชา เคมีเทคนิค
ปีการศึกษา 2524

บทคัดย่อ

ในการทดลองนี้ได้นำข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 มาสกัดน้ำมันโดยก่อนสกัดได้แยกต้นอ่อนออกจากเมล็ดข้าวโพดโดยวิธี Wet-Milling Process ซึ่งในวิธีดังกล่าวมีตัวแปรที่สำคัญคือ อุณหภูมิ, เวลาและความเข้มข้นของสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้ในการแช่ข้าวโพด (Steeping) หลังจากแยกต้นอ่อนแล้วจึงสกัดน้ำมันโดยใช้วิธีการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิค การใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน และวิธีการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคควบกับการใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน

จากการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการแยกต้นอ่อนโดยวิธี Wet — Milling คือ แช่ข้าวโพดด้วยสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ความเข้มข้น 0.2 % (น้ำหนักต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 50 ซ เป็นเวลา 2 วัน ต้นอ่อนที่ได้มีสิ่งปลอมปนน้อยมาก ต้นอ่อนที่ได้ถูกทำให้แห้ง บดให้ได้ขนาดพอเหมาะ ผ่านขั้นตอนการนึ่ง (Steaming) ก่อนแล้วจึงนำมาสกัดน้ำมัน ปริมาณน้ำมันในต้นอ่อนที่ได้มีค่าเฉลี่ยประมาณ 41 เปอร์เซนต์

การบีบน้ำมันโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคได้ค่าความดันที่เหมาะสมประมาณ 1,149 ก.ก. ต่อตาราง ซ.ม. ขนาดอนุภาคของต้นอ่อนที่เหมาะสมคือ 1.0-2.0 ม.ม. ซึ่งจะได้น้ำมันเฉลี่ย 24.87 เปอร์เซนต์ คิดเป็นประมาณ 60 เปอร์เซนต์ของน้ำมันที่มีทั้งหมดในต้นอ่อน

การสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนโดยวิธีรีฟลัก (Reflux) สภาวะที่เหมาะสมคือใช้ต้นอ่อนขนาดอนุภาค 0.5-1.0 ม.ม. ปริมาณต้นอ่อน : นอร์มอล-เฮกเซน = 1 : 20 (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นเวลา 12 ช.ม. จะได้น้ำมันเฉลี่ยถึง 31.76 เปอร์เซนต์ หรือ 80 เปอร์เซนต์ของน้ำมันที่มีทั้งหมดในต้นอ่อน

การสกัดด้วยวิธีการบีบน้ำมันโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคควบคู่กับการใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน เมื่อนำกากต้นอ่อนที่ผ่านการบีบโดยเครื่องไฮโดรลิคมาสกัดน้ำมันต่อโดยใช้ตัวทำละลาย ได้น้ำมันเพิ่มจากวิธีการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคอีก 14 เปอร์เซนต์จากปริมาณต้นอ่อนที่ใช้ รวมปริมาณน้ำมันที่ได้จากวิธีนี้ทั้งสิ้นจากต้นอ่อน 38.87 เปอร์เซนต์ หรือ 94.80 เปอร์เซนต์ของน้ำมันที่มีทั้งหมดในต้นอ่อน

น้ำมันดิบที่สกัดได้ทั้ง 3 วิธีมีคุณสมบัติไม่แตกต่างกันมาก เมื่อวิเคราะห์พบว่ามีค่ากรดไขมันอิสระในช่วง 1.7 - 2.0 เปอร์เซนต์ Gum มีในช่วง 2.3 - 2.6 เปอร์เซนต์ สีของน้ำมันที่ได้มีค่าเปอร์เซนต์ Transmittance (ที่ 276 นาโนมิเตอร์) อยู่ในช่วง 54 - 70 ค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันที่ได้จากวิธีการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคและใช้นอร์มอลเฮกเซนจะมีค่าในช่วง 17 - 22 มิลลิอีควิวาเลนท์ต่อน้ำมัน 1 ก.ก. ส่วนน้ำมันที่ได้จากกากที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคมาสกัดน้ำมันที่เหลือด้วยนอร์มอลเฮกเซนพบว่า มีค่าเปอร์ออกไซด์เฉลี่ยประมาณ 30.55 มิลลิอีควิวาเลนท์ต่อน้ำมัน 1 ก.ก. คุณสมบัติของน้ำมันดิบที่ได้มีค่าไม่สูงไปกว่ามาตรฐานของน้ำมันและไขมันบริโภคมากนัก จึงน่าที่จะนำไปทำให้บริสุทธิ์โดยไม่ต้องผ่านกรรมวิธีที่ยุ่งยากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากนัก

ส่วนกรรมวิธีสำหรับการสกัดน้ำมันจากต้นอ่อนของข้าวโพดนั้น การสกัดด้วยวิธีการบีบน้ำมันโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคควบกับการใช้ตัวทำละลายจะมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากเมื่อพิจารณาแล้วจะได้ผลคุ้มค่ากับการลงทุนคือ จะได้ปริมาณน้ำมันสูงและต้นทุนการผลิตต่ำ โดยวิธีนี้จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการผลิตในประเทศไทย น้ำมันข้าวโพดดิบจะมีต้นทุนการผลิต 10.78 บาทต่อน้ำมัน 1 ก.ก.

Thesis Title	EXTRACTION OF OIL FROM LOCALLY GROWN CORN
Name	Miss Duangkae Visespochanakit
Thesis Advisor	Associate Professor Somsak Damronglerd Ph.D
	Dr. Pantipar Jantawat
Department	Chemical Technology
Academic Year	1981

ABSTRACT

Crude corn oil was extracted from germ which was separated from Suwan I hybrid corn by the Wet-Milling process. The important variations studied in the milling process were the steeping time, temperature and the concentration of sulfur dioxide solution used in the steeping step. Three extracting processes including the hydraulic press, the solvent extraction and the prepress solvent extraction were used to extract oil from the separated tissue.

The result obtained from the experiment revealed that the appropriate condition for the germ separation was a two day steeping in 0.2% W/V sulfur dioxide solution, at 50 C. By using this combination, the separated germ was almost free from other tissue contamination and its oil content, determined on the dried weight basis by Soxhlet extraction, was around 41%

By hydraulic pressing at optimum condition found in this experiment, a 24.87% by weight of crude corn oil which represents almost 60% of the total oil in germ was recovered. The socalled optimum condition of the process was set up at 1,149 kg./cm^2. pressure and 1.0 - 2.0 mm. particle size of the ground germ.

The appropriate condition drawn from the results of the solvent extraction experiment was a 12 hour refluxing of the 0.5 - 1.0 mm. particle of the germ with a proportion of 1 : 20 (weight : volume) of germ : n-hexane. The percent recovery of the oil was 31.76 or 80% of the total oil in germ.

An additional of 14% of oil was recovered from solvent extraction of the hydraulic prepressed germ. Thus the total amount of oil recovered by the prepress solvent extraction was summed up to as high as 94.80% of the total oil content of the germ.

Quality of crude corn oil obtained via the three extracting pathways are almost identical. Quantitative analyses of these oils disclosed that their free fatty acid content, gum content and transmittant value at 276 nm. were 1.7 - 2.0%, 2.3 - 2.6% and 54 - 70%, respectively. As for the peroxide value, a quantity of 17 - 22 milliequivalent of peroxide per kg. of oil was found in the hydraulic pressed and the solvent extracted oils; while that was detected in oil extracted from the hydraulic

prepressed germ was as high as 30.55 milliequivalent/kg. of oil. When comparing these quality factors with those set up as standard for edible fat and oil, a narrow gap was observed. Thus it should be reasonable to predict that refining of these crude oils should be able to carry out by using any regular standard refining procedure.

From the economic analysis data of the three extracting processes, it is obvious that the solvent prepress method is superior. The efficiency feature of the mentioned process is such that crude corn oil could be produced at a production cost of ฿ 10.78/kg.

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, อาจารย์ ดร.พันธิพา จันทวัฒน์, อาจารย์เอื้ออำไพ สุวรรณยืน ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือ ทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณ คุณอรพร เดียมวาณิชย์ บรรดาเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมีเทคนิค ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือ และกำลังใจเป็นอย่างดีตลอดมา

ท้ายที่สุด ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้เอื้อเฟื้อให้ใช้เครื่องอัดไฮโดรลิคในการวิจัยนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

รายการตารางประกอบ ..... ญ

รายการรูปประกอบ ..... ฑ

บทที่

1. บทนำ 1

2. วารสารปริทัศน์ 3

2.1 น้ำมันข้าวโพด 3

2.2 ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของเมล็ดข้าวโพด ... 6

2.3 ขบวนการแยกส่วนของต้นอ่อนออกจากเมล็ดข้าวโพด 10

2.4 กรรมวิธีการผลิตน้ำมันพืชโดยวิธีทั่วไป 13

2.5 คุณสมบัติบางประการของไขมัน 21

2.6 ส่วนประกอบต่าง ๆ ในน้ำมันดิบ 27

2.7 การเก็บและการขนถ่ายน้ำมันดิบ 29

3. เครื่องมือ 30

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการแยกต้นอ่อนออกจากเมล็ดข้าวโพด .. 30

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสกัดน้ำมัน 33

3.3 เครื่องมือทั่ว ๆ ไป 36

หน้า

4. การทดลอง 38
4.1 การแยกส่วนของต้นอ่อน (Germ หรือ Embryo) ออกจากเมล็ดข้าวโพด 38
4.1.1 การเตรียมสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 38
4.1.2 การหาเวลาที่เหมาะสมในการแช่ 39
4.1.3 การหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแช่ 39
4.1.4 การหาความเข้มข้นของสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหมาะสมในการแช่ 40
4.2 การเตรียมส่วนของต้นอ่อนเพื่อการสกัดน้ำมัน..... 40
4.3 การสกัดน้ำมัน 40
4.3.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการบีบน้ำมันโดยใช้เครื่องไฮโดรลิค 40
4.3.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันโดยใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน 41
4.3.3 การสกัดน้ำมันโดยใช้เครื่องบีบแบบไฮโดรลิคควบกับการสกัดด้วยตัวทำละลาย 42
4.3.4 การเปรียบเทียบคุณสมบัติน้ำมันข้าวโพดที่ได้กับน้ำมันบริสุทธิ์ตามมาตรฐานของน้ำมันและไขมันบริโภค 43

หน้า

4.3.5 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบ
การผลิตน้ำมันข้าวโพดดิบด้วยวิธีต่าง ๆ
สำหรับการผลิตในประเทศไทย และ
เปรียบเทียบค่าที่ได้กับราคาน้ำมันข้าวโพด
บริสุทธิ์จากต่างประเทศที่มีขายใน
ประเทศไทย และน้ำมันพืชบริสุทธิ์
จากวัตถุดิบอื่น ๆ ที่ผลิตในประเทศไทย 43

4.4 วิธีการวิเคราะห์ 44

5. ผลการทดลอง 47

6. วิจารณ์ผลการทดลอง 90

7. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ 102

เอกสารอ้างอิง 105

ภาคผนวก 111

ประวัติ 128

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

1. เปรียบเทียบกลุ่มของกรดไขมันซึ่งเป็นส่วนประกอบของน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ 3
2. คุณลักษณะและส่วนประกอบของน้ำมันข้าวโพด 5
3. การกระจายของส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในโครงสร้างของเมล็ดข้าวโพดเนื้อแน่นทั่วบุบ 9
4. ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของเมล็ดข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 ที่มีอายุ 120 วัน จากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยเมล็ดข้าวโพดมีความชื้นประมาณ 15% 47
5. ลักษณะของเมล็ดข้าวโพดหลังจากแช่ในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.3% ที่อุณหภูมิ 50° ซ เป็นเวลา 1 ถึง 5 วัน 4
6. เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแช่เมล็ดข้าวโพดในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.3% ที่อุณหภูมิ 50° ซ เป็นเวลา 1 ถึง 5 วัน 50
7. เปอร์เซนต์ Starch (น้ำหนักแห้ง) ในแป้งข้าวโพด (ที่ยังไม่ได้แยกโปรตีนออก) ที่ได้จากการแช่ข้าวโพดในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นเวลา 1 ถึง 5 วัน 51
8. ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากต้นอ่อนที่ผ่านการแช่ในสารละลายซัลเฟอร์-ไดออกไซด์ 0.3% ที่อุณหภูมิ 50° ซ เป็นเวลา 1 ถึง 5 วัน โดยใช้เวลา Soxhlet เป็นเวลา 5 ช.ม. อัตราหยดของ Petroleum Ether 70 หยดต่อนาที 52

ตารางที่ หน้า

9. ลักษณะทั่วไปของข้าวโพดที่ผ่านการแช่ในสารละลาย
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.3 % ที่อุณหภูมิประมาณ
30° ซ (อุณหภูมิห้อง) ถึง 60° ซ เป็นเวลา 2 วัน 53

10. เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแช่
เมล็ดข้าวโพดในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.3%
ที่อุณหภูมิประมาณ 30° ซ (อุณหภูมิห้อง) ถึง 60° ซ
เป็นเวลา 2 วัน 55

11. เปอร์เซนต์ Starch (น้ำหนักแห้ง) ในแป้งข้าวโพด
(ยังไม่ได้แยกโปรตีนออก) ที่ได้จากการแช่ข้าวโพดใน
สารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.3 % ที่อุณหภูมิ
ประมาณ 30° ซ (อุณหภูมิห้อง) ถึง 60° ซ
เป็นเวลา 2 วัน 55

12. ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากต้นอ่อนที่ผ่านการแช่ในสารละลาย
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.3 % ที่อุณหภูมิประมาณ 30° ซ
(อุณหภูมิห้อง) ถึง 60° ซ เป็นเวลา 2 วัน โดยวิธี
Soxhlet เป็นเวลา 5 ช.ม. อัตราหยดของ
Petroleum Ether 70 หยดต่อนาที 56

13. ลักษณะทั่วไปของเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านการแช่ในสารละลาย
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ความเข้มข้น 0 ถึง 0.4 %
ที่อุณหภูมิ 50° ซ เป็นเวลา 2 วัน 57

ตารางที่ หน้า

14. เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแช่เมล็ดข้าวโพดในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ความเข้มข้น 0.1 ถึง 0.4% ที่อุณหภูมิ 50° ซ เป็นเวลา 2 วัน 59

15. เปอร์เซ็นต์ Starch (น้ำหนักแห้ง) ในแป้งข้าวโพด (ยังไม่ได้แยกโปรตีนออก) ที่ได้จากการแช่ข้าวโพดในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ความเข้มข้น 0.1 - 0.4% ที่อุณหภูมิ 50° ซ เป็นเวลา 2 วัน 59

16. ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากต้นอ่อนที่ผ่านการแช่ในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 ถึง 0.4% ที่อุณหภูมิ 50° ซ เป็นเวลา 2 วัน โดยใช้วิธี Soxhlet เป็นเวลา 5 ช.ม. อัตราหยดของ Petroleum Ether 70 หยดต่อนาที 60

17. ส่วนประกอบของต้นอ่อนที่แยกจากเมล็ดข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 61

18. เปอร์เซ็นต์ความชื้นและสารที่ระเหยได้ที่มีอยู่ในน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องอัดไฮโดรลิคความดันระหว่าง 139 ถึง 2,339 ก.ก./ตาราง ซ.ม. 67

19. เปอร์เซ็นต์สิ่งปะปนต่าง ๆ ในน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคที่ความดัน 393 ถึง 2,151 ก.ก./ตาราง ซ.ม. 72

20. เปอร์เซ็นต์เถ้าในน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคที่ความดัน 393 ถึง 2,151 ก.ก./ตาราง ซ.ม. 72

ตารางที่ หน้า

21. ความหนืดของน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการบีบโดย
ใช้เครื่องไฮโดรลิคความดัน 393 และ 1,149 ก.ก.
ต่อตาราง ซ.ม. ที่อุณหภูมิ 29.5 - 30 ซ 73

22. เปอร์เซ็นต์ความชื้นและสารที่ระเหยได้ที่มีอยู่ในน้ำมันข้าวโพด
ที่ได้จากการ Reflux ด้วยนอร์มอลเฮกเซน โดยใช้
อัตราส่วน ต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน = 1 : 2
เป็นเวลา 2 ถึง 60 ซ.ม. 76

23. เปอร์เซ็นต์สิ่งปะปนในน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการ Reflux
โดยใช้นอร์มอลเฮกเซน ใช้อัตราส่วน ต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน
= 1 : 2 เป็นเวลา 2 ถึง 60 ซ.ม. 81

24. เปอร์เซ็นต์เถ้าในน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการ Reflux โดยใช้
นอร์มอลเฮกเซน ใช้อัตราส่วน ต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน
= 1 : 2 เป็นเวลา 2 ถึง 60 ซ.ม. 82

25. เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ได้จากการสกัดต้นอ่อนขนาดอนุภาค
1.0 - 2.0 ม.ม. จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิค
ที่ความดัน 1,149 ก.ก./ตาราง ซ.ม. แล้วนำกาก
มา Reflux ต่อโดยใช้กาก : นอร์มอลเฮกเซน 1 : 20
เป็นเวลา 12 ซ.ม. 84

26. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันข้าวโพดจากกาก
ที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคที่ความดัน 1,149 ก.ก.
ต่อตาราง ซ.ม. แล้วทำการสกัดต่อโดยวิธี Reflux
ใช้อัตราส่วน กาก : นอร์มอลเฮกเซน = 1 : 20 เป็นเวลา 12 ซ.ม.
กากที่ใช้มีขนาดอนุภาค 1.0-2.0 ม.ม. 85

ตารางที่ หน้า

27. เปรียบเทียบปริมาณน้ำมันข้าวโพดที่สกัดได้ด้วยวิธีการบีบ
โดยใช้เครื่องไฮโดรลิค ใช้ค้นอ่อนขนาดอนุภาค
1.0 - 2.0 ม.ม. ที่ความดัน 1,149 ก.ก./ตาราง ซ.ม.
การสกัดด้วยตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนด้วยวิธี Reflux
โดยใช้ค้นอ่อนขนาดอนุภาค 0.5 - 1.0 ม.ม. ใช้อัตราส่วน
ค้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน = 1 : 20 เป็นเวลา 12 ซ.ม.
และการสกัดโดยใช้ค้นอ่อนขนาดอนุภาค 1.0-2.0 ม.ม.
บีบน้ำมันโดยใช้เครื่องไฮโดรลิค แล้วสกัดน้ำมันที่เหลือต่อด้วย
ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนด้วยวิธี Reflux ใช้อัตราส่วน
กาก : นอร์มอลเฮกเซน = 1 : 20 เป็นเวลา 12 ซ.ม. ... 86

28. เปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันข้าวโพดที่สกัดด้วยวิธีการบีบ
โดยใช้เครื่องไฮโดรลิค การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย
นอร์มอลเฮกเซนและการสกัดโดยใช้การบีบโดยใช้เครื่อง
ไฮโดรลิคแล้วนำกากมาสกัดต่อด้วยตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน
กับน้ำมันพืชที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ตามมาตรฐานของน้ำมันและ
ไขมันบริโภค ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข
พรบ อ. 2522/22 87

29. การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตน้ำมันข้าวโพดคิบด้วยวิธีการบีบ
โดยใช้เครื่องไฮโดรลิค, การใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน
และวิธีการสกัดด้วยการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคควบกับการใช้
ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนสำหรับการผลิตในประเทศไทย 88

30. ราคาน้ำมันข้าวโพดบริสุทธิ์จากต่างประเทศที่มีขายในประเทศไทย
และน้ำมันพืชบริสุทธิ์จากวัตถุดิบอื่น ๆ ที่ผลิตในประเทศไทย
(เดือนกุมภาพันธ์ 2525) 89

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1.	ลักษณะโครงสร้างของเมล็ดข้าวโพด	7
2.	แผนภูมิขบวนการ Wet - Milling	11
3.	ถังแช่ (Steep Tank)	30
4.	เครื่องมือในการบดเพื่อให้ต้นอ่อนหลุดออกจากเมล็ดข้าวโพด (Degerminator)	31
5.	เครื่องมือแยกต้นอ่อน (Germ Separator)	32
6.	เครื่องบีบแบบไฮโดรลิค	33
7.	เครื่องให้ความดันในการอัดไฮโดรลิค	34
8.	เครื่องมือ Reflux	35
9.	เปอร์เซนต์ความชื้นในเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านการแช่ในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.3% ที่อุณหภูมิ 50° ซ เป็นเวลา 1 ถึง 5 วัน	49
10.	เปอร์เซนต์ความชื้นในเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านการแช่ในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.3% ที่อุณหภูมิประมาณ 30° ซ (อุณหภูมิห้อง) ถึง 60° ซ เป็นเวลา 2 วัน	54
11.	เปอร์เซนต์ความชื้นในเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านการแช่ในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ความเข้มข้น 0.1 ถึง 0.4% ที่อุณหภูมิ 50° ซ เป็นเวลา 2 วัน	58
12.	เมล็ดข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 ที่ใช้ในการทดลอง	62
13.	ข้าวโพดที่ผ่านการแช่ (Steeped Corn)	63
14.	ลักษณะต้นอ่อนเปียก	64

รูปที่ หน้า

15. ลักษณะต้นอ่อนแห้งที่ใช้สำหรับสกัดน้ำมัน 65

16. เปอร์เซนต์น้ำมันข้าวโพดที่ได้และเปอร์เซนต์ที่เหลือในกาก จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคความดันระหว่าง 393 ถึง 2,339 ก.ก./ตาราง ซ.ม. ต้นอ่อนที่ใช้มีขนาดอนุภาค 0.5 - 1.0 ม.ม. 66

17. เปอร์เซนต์กรดไขมันอิสระในรูปกรดโอลิอิคในน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคที่ความดันระหว่าง 393 ถึง 2,151 ก.ก./ตาราง ซ.ม. 68

18. ค่าเปอร์ออกไซด์ (มิลลิอีควิวาเลนท์ต่อน้ำมัน 1 ก.ก.) ของน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิค ที่ความดันระหว่าง 393 ถึง 2,151 ก.ก./ตาราง ซ.ม... 69

19. เปอร์เซนต์ Gum ในน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคที่ความดัน 393 ถึง 2,151 ก.ก. ต่อตาราง ซ.ม. 70

20. เปอร์เซนต์ Transmittance (ที่ 276 nm) ของน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิค ที่ความดันระหว่าง 393 ถึง 2,151 ก.ก./ตาราง ซ.ม. โดยทำให้เจือจางด้วยคลอโรฟอร์มในอัตราส่วน 1 : 1000 ... 71

21. เปอร์เซนต์น้ำมันข้าวโพดที่ได้และเปอร์เซนต์ที่เหลือในกาก จากการสกัดโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคที่ความดัน 1,149 ก.ก. ต่อตาราง ซ.ม. ต้นอ่อนที่ใช้มีขนาดอนุภาค 0.355 -0.5 0.5 - 1.0 และ 1.0 - 2.0 ม.ม. 74

รูปที่ หน้า

22. เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ได้จากการ Reflux ต้นอ่อนขนาด
อนุภาค 0.5 - 1.0 ม.ม. โดยใช้นอร์มอลเฮกเซน
ที่อัตราส่วนต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน 1:2, 1:3
1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:30 และ 1:50
เป็นเวลา 2 ถึง 60 ช.ม. 75

23. เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระในรูปกรดโอลิอิคในน้ำมันข้าวโพด
ที่ได้จากการ Reflux ด้วยนอร์มอลเฮกเซน โดยใช้
อัตราส่วนต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน = 1:2
เป็นเวลา 2 ถึง 60 ช.ม. 77

24. ค่าเปอร์ออกไซด์ (มิลลิอีควิวาเลนท์ต่อน้ำมัน 1 ก.ก.)
ของน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการ Reflux โดยใช้
นอร์มอลเฮกเซน ใช้อัตราส่วนต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน
= 1:2 เป็นเวลา 2 ถึง 60. ช.ม. 78

25. เปอร์เซ็นต์ Gum ในน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการ Reflux
โดยใช้นอร์มอลเฮกเซน ใช้อัตราส่วนต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน
= 1:2 เป็นเวลา 2 ถึง 60 ช.ม. 79

26. เปอร์เซ็นต์ Transmittance (ที่ 276 nm) ของน้ำมัน
ข้าวโพดที่ได้จากการ Reflux โดยใช้นอร์มอลเฮกเซน
ใช้อัตราส่วนต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน = 1:2
เป็นเวลา 2 ถึง 60 ช.ม. โดยทำให้เจือจางด้วยคลอโรฟอร์ม
ในอัตราส่วน 1 : 1000 80

รูปที่ หน้า

27. เปอร์เซ็นต์น้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการ Reflux
โดยใช้ค้นอ่อนขนาดอนุภาค 0.355 - 0.5, 0.5 - 1.0
และ 1.0 - 2.0 ม.ม. เป็นเวลา 12 ช.ม.
ใช้อัตราส่วนของค้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน 1 : 20 83