

บทที่ 6

วิจารณ์ผลการทดลอง

6.1 วิจารณ์ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการแช่ข้าวโพกเพื่อแยกต้นอ่อนออกจากเมล็ดข้าวโพก6.1.1 การหาเวลาที่เหมาะสมในการแช่ข้าวโพก

เมล็ดข้าวโพกเมื่อแช่ในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 0.3% ที่อุณหภูมิ 50°ซ เป็นเวลา 2 วัน จะมีความเหมาะสมในการแยกต้นอ่อนเนื่องจากข้าวโพกเริ่มอิมคิว (รูปที่ 9) โดยมีความชื้นอยู่ในช่วง 39-43% (ภาคผนวก ก ตารางที่ 1) ปริมาณความชื้นในระกันี้ช่วยให้เมล็ดข้าวโพกพองตัว มีความอ่อนนุ่ม เมื่อนำมาบดเพื่อให้ต้นอ่อนหลุดออกจากเมล็ดข้าวโพกจะทำได้โดยง่าย (25, 35)

ผลของเวลาในการแช่ค่อนอ่อนและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไคจากค่อนอ่อนพบว่า เมื่อแช่เป็นเวลา 2 วันขึ้นไป ค่อนที่ไคจะมีส่วนของ Endosperm ปะปนมาน้อย (ตารางที่ 5) เนื่องจากเมล็ดข้าวโพกพองตัวและอ่อนนุ่ม การบดแยกค่อนจึงทำได้ง่าย ซึ่งมีผลทำให้น้ำหนักจากค่อนที่ไคมีค่าสูงขึ้น (ตารางที่ 8) ลักษณะค่อนที่ไคไม่แตกหักและไม่ละ แต่มีสิ่งปะปนอยู่บ้าง ซึ่งไคแก่ เปลือก (Hull) และ Tip Cap ซึ่งมีปริมาณน้อย สิ่งปะปนเหล่านี้ได้ทดลองกำจัดออกจนเหลือแต่ค่อนเดี่ยวๆโดยวิธีใช้ลมเป่า แต่พบว่าการสูญเสียค่อนมากขึ้นในกระบวนการนี้เพราะจะมีค่อนบางส่วนลอยติดไปกับเปลือก จึงไม่ใช้วิธีนี้ในการกำจัดสิ่งปะปน นอกจากนั้นเปลือกและ Tip Cap แล้วยังมีส่วนของแป้งข้าวโพกปะปนมากับค่อน ก่อนนำไปสกัดน้ำมันจึงต้องล้างค่อนหลายครั้ง เพราะแป้งที่ปะปนจะมีผลต่อปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ภายหลัง ส่วนน้ำที่ไหลลงซึ่งมีแป้งละลายอยู่สามารถนำไปรวมในขั้นตอนการผลิตเป็นแป้งข้าวโพกต่อไป เพื่อลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตแป้งข้าวโพก

ผลของเวลาในการแช่ต่อปริมาณแป้งข้าวโพก (Flour) และ Starch ในแป้งข้าวโพกพบว่า การแช่เวลา 2 วันขึ้นไป เมล็ดข้าวโพกและ Endosperm จะมีความอ่อนนุ่มทำให้การ

นบกแยกแป้งและกากแป้ง (เส้นใยที่ไต่จากกรรอกออกจากแป้ง) ออกจากกันในขั้นตอนการผลิตแป้งข้าวโพดทำไ้ง่าย ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เปอร์เซนต์ Starch ในแป้งข้าวโพด, ปริมาณแป้งข้าวโพดสูง รัน และกากแป้งมีน้ำหนักน้อยลง (ตารางที่ 5 และ 6)

จะเห็นได้ว่าเวลาในการแช่มีผลต่อการแยกกันออกจากเมล็ดข้าวโพด ตลอดจนปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ไ้ควย เนื่องจากการแช่เป็นเวลายาวเกิน 2 วัน ไ้ผลไม่แตกต่างกันมากนักและจะทำให้เสียเวลาไ้เปล่าประโยชน์ ฉะนั้นจึงเลือกเวลา 2 วันเป็นเวลาที่เหมาะสมในการแช่ข้าวโพด

6.1.2 การหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแช่ข้าวโพด

ผลการทดลองแช่ข้าวโพดเป็นเวลา 2 วัน ในสารละลายอัลเฟอรไ้ไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.3 % ที่อุณหภูมิประมาณ 30 (อุณหภูมิห้อง), 40 , 50 และ 60 °ซ พบว่าเมล็ดข้าวโพดมีความชื้นก่อนแช่ครั้งที่ (รูปที่ 10) แสดงว่าเกิดภาวะอิมิตัวหองจากการแช่เป็นเวลา 2 วัน ไ้ว่าจะเป็นที่อุณหภูมิห้องหรืออุณหภูมิสูง รัน การแช่ข้าวโพดที่อุณหภูมิค่าประมาณ 30 °ซ (อุณหภูมิห้อง) จะมีลักษณะแตกต่างจากการแช่ที่อุณหภูมิสูง รันคือ ข้าวโพดจะหองตัวแต่ไม่คอบนั้มี น้ำที่ไ้ถึงแม้ว่าจะยังไม่ม่กลันเหน็นเนา แต่ลักษณะไม่สุกนั้ก็คือ มีหองเล็กน้อยและมีสีคล้ำ ไ้ม่กลันข้าวโพดอณๆ เหมือนที่อุณหภูมิอื่น (ตารางที่ 9) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ไ้เกิดขึ้น

ผลของอุณหภูมิในการแช่ต่อปริมาณแป้งข้าวโพดและ Starch ในแป้งข้าวโพดพบว่า การแช่ที่อุณหภูมิสูง รันจาก 30 °ซ ข้าวโพดจะอณนั้ และอาจมีการคลายตัวของโปรตีนจึงทำให้การนบกแยกกันออกจากเมล็ดข้าวโพดและแยกแป้งออกจากกากแป้งทำไ้ง่าย แต่ถาอุณหภูมิสูงเกินไป ก็อยู่ในช่วง 64 - 72 °ซ แป้งข้าวโพดจะเกิด Gelatinization รันไ้ (21) จากการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิ 50 - 60 °ซ ไ้ปริมาณแป้งข้าวโพดสูงทุกคือประมาณ 58 % (ตารางที่ 10) และเปอร์เซนต์ Starch ในแป้งข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิไ้ในการแช่สูง รัน แต่ที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °ซ ค่าที่ไ้จะไ้ไม่แตกต่างกันมากนัก (ตารางที่ 11)

ผลของอุณหภูมิในการแช่ต่อคณอนและปริมาณน้ำนั้ที่ไ้จากคณอนพบว่า ลักษณะคณอนที่แยกไ้จากการแช่ที่อุณหภูมิ 30 °ซ (อุณหภูมิห้อง) จะมีส่วนของ Endosperm คิดมาบ้าง (ตารางที่ 9) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมล็ดข้าวโพดหองตัวแต่ยังไม่อณนั้พอ เมื่อแช่ที่อุณหภูมิ 60 °ซ คณอนที่ไ้จะมี

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ความเข้มข้นของสารละลายซิลิโคนที่เหมาะสมในการแร้วาไฟที่อุณหภูมิ 50 °ซ เป็นเวลา 2 วัน คือ 0.2 %

6.2 วิจารณ์ผลการทดลองสกัดน้ำมันโดยวิธีต่างๆ

6.2.1 การบีบน้ำมันโดยใช้เครื่องไฮโดรลิก

6.2.1.1 การหาความดันที่เหมาะสม

การบีบน้ำมันจากต้นอ่อนโดยใช้เครื่องไฮโดรลิก โดยต้นอ่อนที่ใช้มีขนาดอนุภาค 0.5-1.0 ม.ม. ที่ความดันระหว่าง 139 ถึง 2,339 ก.ก./ตารางซ.ม. ใช้วิธีเพิ่มความดันให้ทีละน้อยของต้นอ่อนให้มากขึ้นตามลำดับจนได้ความดันที่ต้องการ ระหว่างนั้นจะมีน้ำมันไหลออกมาเรื่อยๆ แต่ระหว่างที่น้ำมันไหลออกมานั้น ค่าความดันที่อ่านได้จะลดลงจึงต้องอัดความดันเพิ่มจากเครื่อง Hand Pump เพื่อควบคุมความดันให้คงที่ ซึ่งกินเวลาประมาณ 20 ถึง 30 นาทีจึงหยุดเครื่อง น้ำมันที่ได้นั้นมารองและรี้งน้ำหนัก พบว่าน้ำมันบางส่วนติดกับเครื่องมือที่โม่บาง ซึ่งเป็นเหตุให้น้ำหนักที่ได้คลาดเคลื่อนไปจากน้ำหนักจริง จึงได้ทำการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่คงเหลือในกากด้วย จากรูปที่ 6 จะเห็นว่าเมื่อความดันเพิ่มจาก 139 จนถึงประมาณ 1,149 ก.ก./ตารางซ.ม. ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ปริมาณน้ำมันในกากลดลง แต่เมื่อใช้ความดันสูงกว่า 1,149 ก.ก./ตารางซ.ม. ปริมาณน้ำมันที่ได้ค่อนข้างคงที่

คุณสมบัติทางของน้ำมันที่สกัด จากการวิเคราะห์พบว่า น้ำมันที่ได้มีความชื้นและสารที่ระเหยได้อยู่ในช่วง 0.2 - 0.3 % (ตารางที่ 18) ซึ่งความชื้นที่มีอยู่ในน้ำมันจะมีที่มาจากความชื้นที่มีในต้นอ่อน ซึ่งมีเฉลี่ย 2.78% สิ่งประปรายต่างๆเนื่องจาก -
 น้ำมันที่กรองมาแล้วจึงมีค่าอยู่ในเกณฑ์ค่าในช่วง 0.05 - 0.10% (ตารางที่ 19)
 ปริมาณ Gum ที่ได้ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ ฟอสฟาไทด์ซึ่งเป็นสารประกอบในน้ำมัน (7) จะมีค่าประมาณ 2% (รูปที่ 19) ปริมาณเถ้าที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีนี้มีค่าในช่วง 0.06 - 0.10 % (ตารางที่ 20) ค่าที่ต่ำกว่านี้มาจากส่วนของต้นอ่อนที่ถูกเป่าออกมาในขั้นตอนการบีบ ซึ่งจากการวิเคราะห์ต้นอ่อนพบว่า จะมีปริมาณเถ้าอยู่เฉลี่ย 3.17% และอาจได้จาก สารฟอสฟาไทด์ใน Gum ด้วย

ผลของความดันที่มีต่อคุณสมบัติของน้ำมันนั้นพบว่า ความดันในช่วงที่ทำการทดลองคือ

393 ถึง 2,151 ก.ก./ตารางซ.ม. จะทำให้คุณสมบัติของน้ำมันเพิ่มขึ้นในระบิตที่ไม่เพียงพอกที่จะ ทำให้ไขมันแตกตัวออกเป็นกรดไขมันอิสระโดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส เนื่องจากปฏิกิริยาจะเกิดที่อุณหภูมิ สูงมาก (ประมาณ 200 °ซ) ถ้าจะเกิดที่อุณหภูมิต่ำลงประมาณอุณหภูมิห้องจะต้องมีเอ็นไซม์ไลเปส อยู่ด้วย (39) แต่เอ็นไซม์ไลเปสอาจถูกทำลายในกระบวนการนี้ซึ่งใช้อุณหภูมิในช่วง 87-115 °ซ แล้ว (14, 15) ค่ากรดไขมันอิสระที่โคจรมีค่าคงที่ประมาณ 1.7% (รูปที่ 17) และพบว่า ความร้อนที่เกิดในช่วงที่ทำการทดสอบนี้จะมีผลต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมันเพียงเล็กน้อย โดย จากการพิจารณาค่าเปอร์ออกไซด์ที่โคเมื่อเพิ่มความดันจาก 393 เป็น 2,151 ก.ก./ตารางซ.ม. ค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นจาก 20 เป็น 23 มิลลิกรัมวาเลนซ์ต่อไขมัน 1 ก.ก. (รูปที่ 18) เท่านั้น ส่วนสีของน้ำมันที่โคจะเข้มขึ้นเล็กน้อย คือเมื่อเพิ่มความดันจาก 393 เป็น 2,151 ก.ก./ตารางซ.ม. ค่า Transmittance (ที่ 276 nm) จะลดลงจากประมาณ 70 เป็น 67% (รูปที่ 20) สีของน้ำมันขาวโพลมที่มาจากสารสีในเมล็ดข้าวโพกและบางส่วนอาจเกิด จากการเปลี่ยนแปลงภายในโมเลกุลของน้ำมันเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะความดันที่เพิ่มขึ้น เช่น การเกิด Polymerization เป็นต้น (46)

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆของน้ำมันที่โกล้อมาข้างต้นพบว่า ความแตกต่างมีไม่มากนักในระหว่างความดันที่ใช้ จึงพิจารณาความดันที่เหมาะสมจากเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่โคและที่เหลือในกาก ซึ่งจะเห็นว่าความดันสูงกว่า 1,149 ก.ก./ตารางซ.ม. จะไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่โคมากนัก ที่ 1,149 ก.ก./ตารางซ.ม. ใต้น้ำมัน 21.77% และมีน้ำมันเหลือในกาก 22.10% ที่ความดัน 393 ก.ก./ตารางซ.ม. จะใต้น้ำมัน 18.57% เหลือในกาก 26.86% ซึ่งใต้น้ำมันค่าคง 3.2% เนื่องจากความหนืดของน้ำมันที่สกัดโคที่แต่ละค่าความดันไม่แตกต่างกันมาก (ตารางที่ 21 และภาคผนวก ก ตารางที่ 16) จะมีผลต่อการกรองน้ำมันในขั้นต่อไป จึงตัดสินใจให้ ความดัน 1,149 ก.ก./ตารางซ.ม. เป็นความดันที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดน้ำมันด้วยเครื่องมือ ชนิดนี้ ที่ความดันนี้จะสกัดน้ำมันโคประมาณ 53% ของน้ำมันที่อยู่ในต้นอ่อน

6.2.1.2 การหาขนาดของต้นอ่อนที่เหมาะสม

จากการใช้ความดัน 1,149 ก.ก./ตารางซ.ม. ในการบีบน้ำมันจากต้นอ่อนขนาดอนุภาค 0.355-0.5 , 0.5 - 1.0 และ 1.0-2.0 มม. เมื่อพิจารณาน้ำมันที่โคและที่เหลือใน กาก จะเห็นว่าขนาดอนุภาค 1.0 - 2.0 มม. ใต้น้ำมันมากที่สุดคือเฉลี่ย 24.87%

และเหลือในกาก 20.86% (รูปที่ 21) ส่วนขนาดเล็กลงจากนี้คือ 0.5-1.0 และ 0.355-0.5 ม.ม. จะได้น้ำมันประมาณ 21 - 22 % ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการใช้ต้นอ่อนที่มีขนาดอนุภาคเล็กเกินไปเมื่อให้ความร้อนในระดับที่ใช้ อนุภาคของต้นอ่อนจะถูกบีบเข้ามามากจนน้ำมันที่ถูกบีบออกจากบริเวณส่วนศูนย์กลางไม่สามารถไหลออกสู่ภายนอกได้หมด ฉะนั้นขนาดที่เหมาะสมคือ 1.0-2.0 ม.ม. ซึ่งจะได้น้ำมันประมาณ 60% ของน้ำมันที่อยู่ในต้นอ่อน

6.2.2 การสกัดน้ำมันไทยไซตัวทำละลาย

6.2.2.1 การหาปริมาณตัวทำละลายและเวลาที่เหมาะสม

ในการสกัดน้ำมันไทยไซตัวทำละลายได้เลือกใช้นอร์มอลเฮกเซนเนื่องจากเป็นตัวทำละลายที่นิยมใช้กับเมล็ดพืชแทบทุกชนิด มีคุณสมบัติไม่ละลายสิ่งเจือปนหรือสารที่ไม่ต้องการ เมื่อสกัดแล้วสามารถแยกออกจากสารที่ถูกสกัดได้โดยง่าย และนอกจากนี้ยังหาได้ง่ายและราคาถูก (4 , 5 , 48)

ผลการทดลองสกัดน้ำมันจากต้นอ่อนไทยไซตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนด้วยวิธี Reflux ใช้อัตราส่วน ต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน = 1:2 , 1:3 , 1:5 , 1:10 , 1:15 , 1:20 , 1:30 และ 1:50 เป็นเวลา 2 , 6 , 12 , 24 , 48 , และ 60 ช.ม. ส่วนต้นอ่อนที่ใช้มีขนาดอนุภาค 0.5 - 1.0 ม.ม. จะเห็นได้ว่าการใช้ตัวทำละลายปริมาณมาก สกัดเป็นเวลานาน จะได้ปริมาณน้ำมันสูงขึ้น (รูปที่ 22) และจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันที่ได้โดยใช้อัตราส่วน ต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน = 1:2 ที่เวลาต่างๆกันพบว่า การใช้เวลาในการสกัดเพิ่มขึ้นจะไม่มีผลต่อการทำให้น้ำมันถูกไฮโดรไลซ์เป็นกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดการไฮโดรไลซิสได้ อุณหภูมิที่ใช้อยู่ในช่วง 67.5-69.5 °C ซึ่งเป็นจุดเดือดของนอร์มอลเฮกเซน ค่ากรดไขมันอิสระจึงมีค่าคงที่ประมาณ 2% (รูปที่ 23) ส่วนค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย คือเพิ่มจาก 14 เป็น 19 มิลลิควิวาแทนท์ต่อน้ำมัน 1 ก.ก. (รูปที่ 24) เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดไม่สูงนักสีของน้ำมันที่ได้จะเข้มขึ้น คาดว่าอาจเกิดจากการที่ตัวทำละลายสามารถสกัดสารสีในต้นอ่อนได้มากขึ้น โดยเปอร์เซ็นต์ Transmittance (ที่ 276 nm) จะลดลงจาก 60.37 เป็น 45.25 (รูปที่ 26) ส่วนสิ่งปะปนต่างๆในน้ำมันจะมีปริมาณน้อย เนื่องจากได้ถูกกรองออก

(ตารางที่ 23) ปริมาณเก่าที่ไครจะมีเพียง 0.02 - 0.03% (ตารางที่ 24) เนื่องจากตัวทำละลายจะมีคุณสมบัติสกัดออกมาแต่เฉพาะน้ำมันเท่านั้น ปริมาณ Gum ซึ่งจะออกมาปนกับน้ำมันที่สกัดไครมีค่าประมาณ 2% (รูปที่ 25) ส่วนความชื้นและสารที่ระเหยไครของน้ำมันที่สกัดไครจะอยู่ในช่วง 0.4 - 0.7% (ตารางที่ 22) ซึ่งทั้งนี้อาจเนื่องจากในน้ำมันที่สกัดไครยังมีตัวทำละลายซึ่งเป็นสารที่ระเหยไครบางส่วนหลงเหลือปนอยู่กับความชื้นที่สกัดออกมาไครจากต้นอ่อน

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันเปรียบเทียบที่เวลาการสกัดต่างๆกันจะเห็นว่า การใช้เวลาานจะมีผลต่อสีและค่าเปอร์ออกไซด์ที่ต่ำเล็กน้อย ส่วนคุณสมบัติอื่นไม่ค่อยมีผล ฉะนั้นเกณฑ์ใช้ตัดสินเวลาที่เหมาะสมจึงพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ไครและปริมาณตัวทำละลายที่ไครด้วย ปริมาณนอร์มอลเฮกเซนที่ไครสกัดแล้วสามารถนำกลับมาใช้ทั้งหมด (โดยการระเหยตัวทำละลายออกจากน้ำมัน) ในทางทฤษฎีไม่มีการสูญเสียแต่ในทางปฏิบัติจะมีการสูญเสียไปไครบาง อัตราการสูญเสียประมาณ 1 - 3% โดยน้ำหนักของตัวทำละลายที่ไคร โดยคิดไปกับน้ำมัน คิดไปกับกากและระเหยออกตามทฤษฎีต่างๆ (5) การใช้ตัวทำละลายปริมาณมากถึงแม้จะสกัดน้ำมันไครปริมาณมากขึ้น แต่ต้นทุนถึงขนาดของเครื่องมือและพลังงานที่ไครซึ่งต้องสูงตามขั้นไคร จากรูปที่ 22 จะเห็นว่า ในการสกัดไครใช้เวลาเกิน 12 ชม.ขึ้นไปนั้น ปริมาณน้ำมันที่ไครที่อัตราส่วนต่างๆของตัวทำละลายจะค่อนข้างคงที่ ทั้งนี้จากการพิจารณาจึงเห็นว่าที่เวลา 12 ชม. ปริมาณต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน = 1:20 ซึ่งสกัดน้ำมันไครประมาณ 80% ของน้ำมันที่มีในต้นอ่อน เป็นเวลาและปริมาณที่เหมาะสม

6.2.2.2 การหาขนาดของต้นอ่อนที่เหมาะสม

การทดลองหาเปอร์เซ็นต์น้ำมันขาวโคนที่ไครจากการ Reflux โดยไครต้นอ่อนขนาดอนุภาค 0.355-0.5 , 0.5-1.0 และ 1.0-2.0 ม.ม. เป็นเวลา 12 ชม. และอัตราส่วน ต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน = 1:20 (รูปที่ 27) จะเห็นว่าขนาดอนุภาคที่สกัดแล้วไครน้ำมันมากที่สุดคือ 0.5-1.0 ม.ม. ซึ่งไครเปอร์เซ็นต์น้ำมันเฉลี่ย 31.76% ถ้ามีขนาดอนุภาคใหญ่กว่านี้ (1.0-2.0 ม.ม.) ปริมาณน้ำมันที่สกัดไครจะน้อยกว่าเนื่องจากพื้นที่ผิวสัมผัสกับตัวทำละลายน้อยกว่า แต่ถาขนาดอนุภาคเล็กลงไปแล้ว (0.355-0.5 ม.ม.) อาจทำให้แต่ละอนุภาคในคอลัมน์ที่ไครสกัดเรียงตัวชิดกันมาก และจะแน่นขึ้นเมื่อไครเวลาในการสกัดเพิ่มขึ้น จน

เป็นเหตุให้ตัวทำละลายแทรกเข้าไปสัมผัสกับส่วนที่อยู่ตรงกลางของคอลัมน์ไคยากขึ้น จึงทำให้ประสิทธิภาพของการสกัดต่ำลง

6.2.3 การบีบน้ำมันโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกแล้วสกัดน้ำมันที่เหลือในกาก ทอดด้วยตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน

จากการทดลองนำกากของต้นอ่อนที่บีบน้ำมันบางส่วนออกไปแล้วโดยใช้เครื่องไฮโดรลิก มาสกัดด้วยวิธี Reflux กับนอร์มอลเฮกเซน อัตราส่วน ต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน = 1:20 เป็นเวลา 12 ชม. (ตารางที่ 25) ไทน้ำมันเพิ่มจากกากอีก 18.63 % คิดเป็นปริมาณน้ำมัน 14.00 % เมื่อคิดเพิ่มจากปริมาณต้นอ่อนที่ไซเริ่มต้น ปริมาณน้ำมันรวมทั้งสิ้นที่สกัดด้วยวิธีนี้คือ 33.87 % คิดเป็น 94.80% ของน้ำมันที่อยู่ในต้นอ่อน และจากการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันที่ได้ (ตารางที่ 26) พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระจะมีค่าไม่แตกต่างไปจากน้ำมันที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกและการใช้ตัวทำละลายอย่างเดียวนัก เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในขั้นตอนทั้งสองไม่สูงมากจนทำให้เกิดการไฮโดรไลซิสได้ ส่วนค่าที่เปลี่ยนแปลงไปมากได้แก่ ค่าเปอร์ออกไซด์และเปอร์เซ็นต์ Transmittance ซึ่งค่าที่ต่ำกว่าเกิดเนื่องจากต้นอ่อนไคยานขั้นตอนการสกัดโดยใช้ความดันมาแล้ว จึงได้รับความร้อนเนื่องจากความดันทำให้มีผลต่อกากที่จะสกัดโดยใช้ตัวทำละลายต่อ และเมื่อได้รับความร้อนจากการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อเนื่องอีกเป็นเวลานาน จึงมีผลต่อการเกิดออกซิเดชันและการเปลี่ยนแปลงของสี ทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น และสีเข้มขึ้น (เปอร์เซนต์ Transmittance ลดลง)

6.2.4 เปรียบเทียบการสกัดน้ำมันด้วยวิธีการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิก และการใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน

6.2.4.1 เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ได้

การบีบน้ำมันข้าวโพดโดยใช้เครื่องไฮโดรลิก ใช้ต้นอ่อนที่บดใหม่ขนาดอนุภาค 1.0-2.0 มม. ที่ความดัน 1,149 ก.ก./ตารางซ.ม. จะได้น้ำมัน 24.87 % คิดเป็นประมาณ 60 % ของน้ำมันที่อยู่ในต้นอ่อน ส่วนการสกัดน้ำมันโดยใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนด้วยวิธี Reflux โดยใช้ต้นอ่อนที่บดใหม่ขนาดอนุภาค 0.5-1.0 มม. ในอัตราส่วน ต้นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน = 1:20 เป็นเวลา 12 ชม. จะได้น้ำมันถึง 31.76% คือประมาณ 80% ของน้ำมันที่อยู่ในต้นอ่อน

การสกัดโดยใช้ตัวทำละลายให้เปอร์ เซนต์น้ำมันที่สูงกว่าเนื่องจากตัวทำละลายสามารถแทรกซึมเข้าไปสกัดน้ำมันได้อย่างทั่วถึง ทำให้เห็นผิวสัมผัสมาก การสกัดจะมีประสิทธิภาพสูง ส่วนวิธีการบีบโดยใช้เครื่องไฮดรอลิก ปริมาณน้ำมันที่ได้นอกจากจะขึ้นกับความดัน, เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดแล้ว ยังขึ้นกับค่าความหนืดของน้ำมันด้วย (14) จึงทำให้ปริมาณน้ำมันที่ได้จากการบีบมีค่า

6.2.4.2 คุณสมบัติต่างๆของน้ำมัน

1. ความชื้นและสารที่ระเหยได้ การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย ค่าที่ได้จะมากกว่าการบีบโดยใช้เครื่องไฮดรอลิกเล็กน้อย ค่ากว่าเนื่องจากน้ำมันที่สกัดได้ยังมีนอร์มอลเฮกเซน ซึ่งเป็นสารที่ระเหยได้หลงเหลืออยู่ในน้ำมันเล็กน้อย เหตุที่ไม่สามารถกำจัดให้หมดไปได้เพราะเครื่องมือสำหรับการแยกตัวทำละลายที่ยังไม่สมบูรณ์
2. เปอร์เซนต์กรดไขมันอิสระ น้ำมันที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮดรอลิกจะมีค่าประมาณ 1.7 % ส่วนที่ได้จากการใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนจะมีค่าประมาณ 2.0% การที่มีกรดไขมันอิสระอยู่ในเกณฑ์ค่าเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นจากความดันและความร้อนที่ใช้ในการสกัดน้ำมัน ตัวทำละลายไม่สูงพอจะทำให้เกิดการแตกตัวเป็นกรดไขมันอิสระ ภัยขบวนการไฮโดรไลซิสได้ จะเห็นค่าที่ได้จึงไม่แตกต่างกันมากนัก
3. ค่าเปอร์ออกไซด์ การเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันที่ไม่มีตัว นำให้เกิดสารพวกเปอร์ออกไซด์ซึ่งทดสอบได้โดยหาค่าเปอร์ออกไซด์ จากการทดลองหาค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮดรอลิกจะมีค่าเฉลี่ย 22.54 มิลลิควิวาเลนท์ต่อน้ำมัน 1 ก.ก. ส่วนน้ำมันที่ได้จากการใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนจะมีค่าเฉลี่ย 17.15 มิลลิควิวาเลนท์ต่อ น้ำมัน 1 ก.ก. ค่าเปอร์ออกไซด์จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮดรอลิกจะมีค่าสูงกว่าค่าของน้ำมันที่ได้จากการสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย ค่ากว่าความร้อนที่เกิดจากการใช้ความดันในระดับสูงช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันให้เร็วขึ้น
4. เถ้า ค่าเปอร์เซนต์เถ้าในน้ำมันที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮดรอลิกจะมีค่ามากกว่าน้ำมันที่สกัดได้โดยการใช้นอร์มอลเฮกเซนเล็กน้อย ซึ่งห็นนี้อาจเนื่องจากการรวมวิธีการสกัดเพราะน้ำมันที่ได้จากการบีบด้วยเครื่องไฮดรอลิกมีลักษณะขุ่นมากกว่า จึงอาจมีสารซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณเถ้าสูงติดมากด้วย ในขณะที่การใช้ตัวทำละลายน้ำมันที่ได้จะมีความบริสุทธิ์มากกว่าเพราะว่าตัวทำละลาย

จะสกัดออกมาเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำมันเท่านั้น

5. Gum เป็นพวก Colloidal Suspension ในน้ำมัน ได้แก่ พอสฟาไทด์ (คือ เลซิทิน , เซฟาลิน) คาร์โบไฮเดรต (น้ำตาล, Resin) และสารประกอบไนโตรเจน (โปรตีน) พบว่าวิธีการสกัดไม่ขึ้นต่อปริมาณ Gum เนื่องจากค่าที่ได้อาจใกล้เคียงกัน ซึ่งทั้ง 2 วิธีค่าที่ได้อยู่ในช่วง 2.3 - 2.4% ปริมาณ Gum ที่มีอยู่จะต้องแยกออกจากร้ำมันโดยขบวนการ Degumming เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ทำให้เกิดอิมัลชันได้ในน้ำมัน ดังนั้นถ้าปล่อยให้ทิ้งไว้จะทำให้แยกสลายยากในขั้น Neutralization และทำให้น้ำมันเกิดเป็นสีเทาในขั้นการกำจัดกลิ่น (Deodorization) ในขบวนการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ (50)

6. สี สีของน้ำมันที่สกัดโดยนอร์มอลเฮกเซนจะเข้มกว่าน้ำมันที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮดรอลิก ซึ่งจะเห็นได้จากค่าเปอร์เซนต์ Transmittance ที่ต่ำกว่า (รูปที่ 18 และ 24) ทั้งนี้เนื่องจากนอร์มอลเฮกเซนสามารถสกัดสารสีบางส่วนออกมาได้ และจากปฏิกิริยา Browning ของคาร์โบไฮเดรต Carbonyl Groups กับโปรตีน Amino Groups

7. สิ่งปะปนต่างๆ สิ่งปะปนในน้ำมันจะมีปริมาณน้อย เนื่องจากน้ำมันที่สกัดได้จากการบีบด้วยเครื่องไฮดรอลิกและใช้ตัวทำละลายจะผ่านขั้นตอนการกรองเพื่อขจัดสิ่งปะปนออก

6.2.5 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันขาวโพลที่สกัดได้โดยวิธีต่างๆ และการเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันที่ได้กับน้ำมันที่ขบวนการตามมาตรฐานน้ำมันและไขมันบริโภค

จากการทดลองสกัดน้ำมันจากคันทอนของข้าวโพดโดยการบีบด้วยเครื่องไฮดรอลิก , การใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนด้วยวิธี Reflux และการสกัดโดยการบีบด้วยเครื่องไฮดรอลิก แล้วนำากมาสกัดต่อโดยใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนด้วยวิธี Reflux (ตารางที่ 27) พบว่า การบีบน้ำมันโดยใช้เครื่องไฮดรอลิกจะได้ปริมาณน้ำมันเพียง 60 % ของน้ำมันที่มีอยู่ทั้งหมด ในขั้นตอน การนำากาที่มาสกัดต่อโดยใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนด้วยวิธี Reflux จะทำให้

ไขมันเพิ่มอีก 34.8% ของน้ำมันที่มีอยู่ทั้งหมดในต้นอ่อน ส่วนการไร้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน สกัดเพียงอย่างเดียวด้วยวิธี Reflux จะได้ปริมาณน้ำมัน 80% ของน้ำมันที่มีอยู่ทั้งหมดในต้นอ่อน จะเห็นเห็นว่าการสกัดด้วยวิธีการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกแล้วไร้ตัวทำละลายสกัดน้ำมันในภาคต่อ จะได้ปริมาณสูงถึง 94.8% ของน้ำมันที่มีอยู่ทั้งหมดในต้นอ่อน ด้วยวิธีนี้ทำให้เราสามารถประหยัด การไร้ตัวทำละลายได้มากเพราะปริมาณน้ำมันในต้นอ่อนสูงเฉลี่ย 41% ซึ่งวิธีไร้ตัวทำละลายอย่าง เกี่ยวสกัดน้ำมันให้ได้ปริมาณน้ำมันสูง จำเป็นอย่างยิ่งต้องไร้ตัวทำละลายปริมาณมากหรือใช้ขั้นตอน การสกัดหลายขั้นตอนจึงจะสกัดน้ำมันได้หมด ซึ่งก็จะต้องใช้เครื่องมือที่มีความยุ่งยากสลับซับซ้อนและ ไร้พลังงานสูง (4)

การ เปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันข้าวโพดที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีต่างๆกับน้ำมันที่ห นริสุทธิตามมาตรฐานของน้ำมันและไขมันบริโภค เพื่อดูความเหมาะสมในการนำไปผ่านขั้นตอนทำให้ นริสุทธิต่อไป (ตารางที่ 28) พบว่า ค่าความเป็นกรทของน้ำมันที่สกัดด้วยวิธีการบีบโดยใช้เครื่อง ไฮโดรลิก , น้ำมันที่ได้จากการไร้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนและน้ำมันที่ได้จากการนำกากจาก การบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกมาสกัดด้วยตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน จะมีค่าใกล้เคียงกันโดย มีค่าอยู่ในช่วง 3 - 4% ส่วนค่าเปอร์ออกไซด์พบว่า น้ำมันที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน จะมีค่าน้อยที่สุดคือ 17.15 มิลลิอิกวาเลนต่อน้ำมัน 1 ก.ก. รองลงไปคือน้ำมันที่บีบโดยใช้ เครื่องไฮโดรลิกมีค่า 22.54 มิลลิอิกวาเลนต่อน้ำมัน 1 ก.ก. ส่วนน้ำมันที่ได้จากการนำกาก จากการใช้เครื่องไฮโดรลิกมาสกัดด้วยตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซนจะมีค่าสูง 30.55 มิลลิอิกวาเลนต่อน้ำมัน 1 ก.ก. จะเห็นว่าน้ำมันที่ได้จากการไร้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน จะมีคุณสมบัติที่ต่ำ แต่จะแตกต่างไปจากน้ำมันที่ได้จากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกไม่มาก จึง สรุปว่าน้ำมันที่ได้จากการสกัดของ 3 วิธีนี้จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกันในการที่จะนำไปผ่านขั้นตอนการ ทำให้ นริสุทธิต่อไป ค่าที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกันกับน้ำมันนริสุทธิตามมาตรฐานน้ำมันและไขมันบริโภคแล้ว จะเห็นว่าค่าสูงกว่าไม่มากนัก ทั้งนี้จึงไม่เป็นปัญหามากนักในการทำให้ นริสุทธิต่อไป

6.2.6 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตน้ำมันชีวโทคิมด้วยวิธีการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิก, การใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน และวิธีการสกัดด้วยวิธีการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกควบกับการใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน อย่างคร่าวๆสำหรับการผลิตในประเทศไทย

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตน้ำมันชีวโทคิมโดยวิธีต่างๆสำหรับการผลิตในประเทศไทย (ตารางที่ 29) พบว่า การสกัดด้วยวิธีการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกจะมีต้นทุนการผลิตต่ำสุดคือ 4.28 บาท/น้ำมัน 1 ก.ก. รองลงมาคือการใช้วิธีการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกควบกับการใช้ตัวทำละลายคือ 10.78 บาท/น้ำมัน 1 ก.ก. ส่วนวิธีการใช้ตัวทำละลายอย่างเดียวจะมีต้นทุนการผลิตสูง 14.53 บาท/น้ำมัน 1 ก.ก. ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการใช้ตัวทำละลายเพิ่มอย่างเดียวยังต้องใช้ตัวทำละลายเป็นจำนวนมาก ถึงแม้จะสามารถนำกลับมาใช้ได้อีกแต่ก็จะมีสูญเสียไปมากขึ้นด้วย และนอกจากนี้ยังใช้พลังงานสูงตลอดจนเครื่องมือที่มีราคาแพง (ภาคผนวก จ)

6.2.7 การเปรียบเทียบราคาค้นทุนการผลิตน้ำมันชีวโทคิมอย่างคร่าวๆโดยวิธีหลวงเศรษฐศาสตร์กับราคาน้ำมันชีวโทคิมบริสุทธิ์จากต่างประเทศที่มีขายในประเทศไทย และน้ำมันพืชบริสุทธิ์จากวัตถุดิบอื่นที่ผลิตในประเทศไทย

จากตารางที่ จะเห็นได้ว่าราคาน้ำมันชีวโทคิมบริสุทธิ์ที่มีขายในประเทศไทยในปัจจุบันมีราคาสูงถึง 86.90 บาท/น้ำมัน 1 ก.ก. และสูงกว่าน้ำมันพืชจากวัตถุดิบอื่นที่ผลิตในประเทศไทยมาจนถึงประมาณ 3 เท่าตัวเนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีการผลิตขึ้นในประเทศไทย การสั่งจากต่างประเทศจะต้องรวมค่าภาษีเข้าซึ่งมีค่าสูง ฉะนั้นถ้ามีการผลิตขึ้นในประเทศไทย เมื่อพิจารณาจากราคาค้นทุนโดยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ (ตารางที่ 29) จะเห็นว่าราคาน้ำมันดิบมีต้นทุนการผลิตต่ำมากจะสามารถนำมาผลิตเป็นน้ำมันชีวโทคิมบริสุทธิ์ และมีราคาประมาณใกล้เคียงกับน้ำมันพืชที่ผลิตจากวัตถุดิบอื่นๆในประเทศไทยได้เนื่องจาก จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันดิบ (Crude Oil) กับน้ำมันที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์แล้วพบว่า ค่าความแตกต่างของคุณสมบัติแต่ละชนิดมีรหว่างไม่มากนัก เป็นที่น่าสังเกตความเป็นกรดจะห่างกันในช่วง 3-4 และค่าเปอร์ออกไซด์ห่างกันในช่วง 10-20 มิลลิกรัมวาลีนต่อน้ำมัน 1 ก.ก. (ตารางที่ 28)