

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตน้ำมัน

- ดักแด้น้ำมันไหม้พันธุ์จุล 1 และ จุล 5
- บีโตร์เลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) จุดเดือด 40 - 60 องศาเซลเซียส
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) ความเข้มข้น 3 โมลาร์
- ถ่านฟอกสี (Activated charcoal)

2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตน้ำมัน

- ตู้อบแห้ง KOTTERMANN,GERMANY
 - เครื่องบดอาหาร : National, Model MX-T31GN, Taiwan
 - กรวยแยก (Separating funnel) ขนาด 250, 500 มิลลิลิตร
 - กระบอกทรง (Cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร
 - บีกเกอร์ขนาด (Beaker) ขนาด 250 มิลลิลิตร
 - ชุดกรองสุญญากาศ (Vacuum filtration apparatus)
 - อ่างระเหย (Water bath) : Gallenkamp, British
 - เครื่องชั่งไฟฟ้า (Electronic balance) ทศนิยม 2 ตำแหน่ง : Satorius analytic A120s
 - เครื่องชั่งไฟฟ้า (Electronic balance) ทศนิยม 4ตำแหน่ง : Oertling 21 TD(1500 g)
 - เตาไฟฟ้าให้ความร้อน (Heating mantle)
 - ชุดกลั่นแยกสาร (Distillating apparatus)
 - ขวดแก้วสีขนาด 4 ลิตร และ 50 มิลลิลิตร
 - เตาแม่เหล็กสำหรับการผสมและให้ความร้อน (Magnetic stirrer and heater) : BIBBY SCIENCE EQUIP.HC502/EXP
 - เทอร์โมมิเตอร์ 120 องศาเซลเซียส
 - เครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifuger) : KUBOTA 5100, Japan
 - ตู้ควบคุมอุณหภูมิ : STUART SCIENTIFIC, UK
 - ขวดแก้วขนาดบรรจุ 4 กรัมพร้อมจุกยาง
 - กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
 - เครื่องอัดก๊าซไนโตรเจน
- #### 3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ
- ตู้อบเครื่องแก้ว : KOTTERMANN,GERMANY

- เครื่องวัดสี : Minolta, Model CR300, Minolta Camera Co., Ltd., Japan
 - ชุดเครื่องแก้ววิเคราะห์ไขมัน (Soxhlet apparatus)
 - เครื่อง High Performance Liquid Chromatography : Water, Model-440, UV detector
 - เครื่อง Gas Chromatography : HEWLETT PACKARD 5890 II, USA
 - ตาชั่งไฟฟ้า PERKIN - ELMER AD-4 Autobalance
 - ชุดเครื่องแก้วสำหรับการไตเตรท : ปิเปต ฟลask บิวเรต
 - เครื่องวัดค่าการหักเหของแสง (Hand refractometer)
 - กระจกนาฬิกา (Watch glass)
 - กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 41
 - ขวดหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Pycnometer)
 - เทอร์โมมิเตอร์
 - เครื่องอ่างไอน้ำ (Water Bath) : Gallenkamp, British
 - ชุดกั้นแบบรีฟลักซ์
 - กรวยแยก (Separating funnel)
4. เครื่องประมวลผลข้อมูล
- เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
 - โปรแกรมสำเร็จรูป STATISTIX Version 4.0
 - โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft EXCEL. 5.0

วิธีการทดลอง

การวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

การทดลองที่ 1 : การทดลองสกัดน้ำมันดิบและการทำให้บริสุทธิ์เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ดักแด้ใหม่ที่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุติบเพื่อสกัดน้ำมัน

อภิชาติ (2537) ได้วิเคราะห์หาไขมันจากดักแด้ใหม่ซึ่งผ่านการอบแห้งแล้วจนมีความชื้นร้อยละ 7.2 โดยไม่ได้ทำการคัดแยกพันธุ์มาโดยเฉพาะ โดยทำการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดปิโตรเลียมอีเทอร์ที่มีจุดเดือด 40 - 60 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถสกัดได้น้ำมันดิบคิดเป็นร้อยละ 31 ต่อน้ำหนักวัสดุติบแห้ง และจากการทดลองสกัดน้ำมันดิบจากวัสดุติบดักแด้ใหม่พันธุ์จูล 5 ที่มีความชื้นร้อยละ 6.35 ด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ พบว่าได้น้ำมันดิบคิดเป็นร้อยละ 23.3 จึงสันนิษฐานว่าน่าจะมีคุณสมบัติต่างจากองค์ประกอบส่วนที่เป็นไขมันของวัสดุติบดักแด้ใหม่ต่างพันธุ์ จึงใช้ดักแด้ใหม่จำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์จูล 1 และ พันธุ์จูล 5 จากบริษัทจูลใหม่ไทย จังหวัดเพชรบูรณ์ มาทำการทดลองสกัดน้ำมันเพื่อทำการคัดเลือกสายพันธุ์ดักแด้ใหม่ที่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุติบเพื่อสกัดน้ำมันโดยใช้ค่าร้อยละผลผลิตน้ำมันดิบเป็นดัชนีในการคัดเลือก หลังจากนั้นนำน้ำมันดิบที่ได้มาทำให้เป็นกลางด้วยต่าง และฟอกสี แล้ววิเคราะห์คุณภาพน้ำมันที่ได้ตาม

รายการวิเคราะห์ในตารางที่ 3.1 โดยใช้มาตรฐานวิธีการวิเคราะห์ที่ได้อ้างอิงในภาคผนวก ข แล้วเปรียบเทียบกับค่าวิเคราะห์กับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำมันบริโภคตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และตามมาตรฐานของกฎหมายอาหารระหว่างประเทศ (CODEX) โดยทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ

วิธีการสกัดน้ำมันดิบจากวัตถุดิบ (Extraction)

1. นำดักแต่ใหม่พันธุ์จูล 1 และจูล 5 ที่เหวี่ยงแยกน้ำแล้วมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 5 - 7
2. วิเคราะห์ และบันทึกค่าความชื้นสุดท้ายของดักแต่ใหม่ที่อบแห้งแล้วแต่ละพันธุ์ในทุกครั้งก่อนการสกัดน้ำมัน
3. บดวัตถุดิบแห้งด้วยเครื่องบดเป็นเวลา 10 วินาที
4. เขย่าสกัดอย่างแรงในกรวยแยก ด้วยบีโตรเลียมอีเทอร์โดยใช้อัตราส่วนของปริมาณตัวทำละลายต่อวัตถุดิบทั้ง 2 พันธุ์เท่ากัน (ในขั้นตอนใช้อัตราส่วนตัวทำละลาย 150 มิลลิลิตรต่อวัตถุดิบ 15 กรัมใน 1 ชุดสกัด) ใช้เวลาในการเขย่าสกัด 10 นาที
5. ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง
6. กรองสารที่สกัดได้ผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ผ่านลงในบีคเกอร์ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 2
7. ระเหยสารที่ผ่านการกรองบนอ่างระเหยที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักน้ำมันที่เหลือในบีคเกอร์มีน้ำหนักคงที่
8. บันทึกน้ำหนักน้ำมันที่ได้ และคำนวณร้อยละของน้ำมันที่สกัดได้ต่อน้ำหนักแห้งของดักแต่ใหม่แต่ละพันธุ์

การทำให้เป็นกลางด้วยด่าง (Alkaline refining)

สารเคมีที่ใช้ : สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 3 โมลาร์

วิธีการ : 1. ปรับอุณหภูมิน้ำมันให้อยู่ในช่วง 24 - 30 องศาเซลเซียส แล้วเติมสารละลายด่างด้วยอัตราส่วนน้ำมันต่อด่าง เป็น 100 กรัมต่อ 20 มิลลิลิตร

2. กวนเร็วๆ จนเกิดสบู่ 10 นาที
3. ให้ความร้อนหลังการเกิดสบู่จนได้อุณหภูมิ 54 - 60 องศาเซลเซียส
4. ถ่ายน้ำมันและสบู่ลงกรวยแยก และตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแยกชั้น
5. ล้างสบู่และด่างออกด้วยน้ำร้อนจนน้ำมันเป็นกลาง
6. เหวี่ยงแยกน้ำและสบู่ที่เหลือออกด้วยเครื่องเหวี่ยงที่ 2,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

การฟอกสี (Bleaching)

สารเคมีที่ใช้ : ถ่านฟอกสี (Activated charcoal)

- วิธีการ : 1. ปรับอุณหภูมิน้ำมันที่ปรับให้เป็นกลางทางเคมีแล้ว เป็น 80 องศาเซลเซียส
 2. เติมถ่านฟอกสีร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักน้ำมัน
 3. กวน 30 นาที บนเตาแม่เหล็กไฟฟ้าโดยเพิ่มความร้อนจนอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 105 องศาเซลเซียส
 4. กรองแยกที่ความดัน 22 นิ้วปรอท
 หลังการสกัดและทำให้บริสุทธิ์แล้ววิเคราะห์คุณภาพน้ำมันที่ได้ และเปรียบเทียบกับค่าดัชนีที่เป็นมาตรฐานน้ำมันบริโภคดังนี้

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดค่าวิเคราะห์ที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำมันที่สกัดได้

ค่าดัชนี	หน่วยของผลวิเคราะห์	ค่ามาตรฐาน	วิธีการวิเคราะห์
1. ค่าของกรดในน้ำมันดิบ (Acid value in crude oil.)	mg.KOH/Oil 1g	≤ 4.0	มอก.44-2516 *
2. ค่าของกรดในน้ำมันผ่านกรรมวิธี (Acid value in refined oil.)	mg.KOH/Oil 1g	≤ 0.6	มอก.44-2516
3. น้ำและสารที่ระเหยได้ (Water and volatile substances)	% by weight	≤ 0.2	มอก.44-2516
4. สารที่ไม่ละลายในน้ำมัน (Insoluble impurities)	% by weight	≤ 0.05	มอก.44-2516
5. ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)	milliequivalent/Oil 1 kg	≤ 10	มอก.44-2516
6. สี (Color)	Hunter unit	-	Hunter system **

ที่มา : * สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2516

** Askar, A. and Treptow, H., 1993

การทดลองที่ 2 : การทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันดิบจากดักแด้ใหม่ด้วยการใช้ตัวทำละลายสกัดแบบเป็นชุด

เนื่องจากในกระบวนการสกัดแบบใช้ตัวทำละลายมีปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการสกัดที่น่าสนใจหลายประการ เช่น ขนาดของวัตถุดิบ ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในแต่ละชุดสกัด ปริมาณตัวทำละลายที่ใช้ในแต่ละชุดสกัด ความชื้นในวัตถุดิบ ชนิดตัวทำละลาย และ ระยะเวลาที่ใช้การสกัด เป็นต้น การที่มีปัจจัยมาเกี่ยวข้องในการสกัดหลายปัจจัย ทำให้การปรับปรุงคุณภาพการสกัดทำได้ยากเนื่องจากไม่ทราบแน่ชัดว่าปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อการสกัดมากน้อยต่างกันอย่างไร หรือ ปัจจัยที่ใช้ร่วมกันมีอิทธิพลต่อกันและกันอย่างไรบ้าง ดังนั้นภายหลังจากการพิจารณากำหนดให้ปัจจัยบางตัวที่เกี่ยวข้องให้เป็นปัจจัยที่คงที่โดยอาศัยข้อมูลจากการตรวจเอกสารคือ ในกรณีปัจจัยความชื้นในวัตถุดิบนั้น นิธิยา (2529) และ Mattil et al. (1964) ได้กล่าวถึงความชื้นของวัตถุดิบที่เหมาะสมสำหรับวิธีการสกัดแบบใช้ตัวทำละลายควรอยู่ในระดับไม่เกินร้อยละ 10 และปัจจัยของชนิดตัวทำละลายที่เลือกใช้นั้นสามารถเลือกจากตัวทำละลายที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมคือ บีโทรเลียมอีเทอร์ เนื่องจากมีคุณสมบัติของตัวทำละลายที่ดีดังรายละเอียดที่ได้กล่าวแล้วในการตรวจเอกสาร ส่วนปัจจัยปริมาณวัตถุดิบที่ใช้นั้นกำหนดให้คงที่ เพื่อให้เมื่อปรับปริมาณตัวทำละลายที่ใช้เป็นหลายๆระดับแล้วจะได้ค่าสัดส่วนของตัวทำละลายต่อวัตถุดิบที่ใช้ที่แตกต่างกันอยู่แล้ว ในขณะที่หากปรับทั้งปริมาณวัตถุดิบและปริมาณตัวทำละลายไปพร้อมๆกันอาจทำให้ได้ค่าสัดส่วนของตัวทำละลายต่อวัตถุดิบที่คงที่ได้ ดังนั้นจะเหลือปัจจัยที่ต้องการทำการทดสอบอิทธิพลที่มีต่อประสิทธิภาพการสกัดอีกบางส่วน ในการทดลองตอนที่ 2 จึงวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (ไพโรจน์, 2535 ; Cochran and Cox, 1957) ดังตารางที่ 3.2 เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันดิบจากดักแด้ใหม่ด้วยการวัดอิทธิพลของตัวแปรในรูปค่าผลผลิต (ร้อยละน้ำหนักน้ำมันดิบต่อดักแด้แห้ง) โดยทำการทดลองจำนวน 2 ชุด และหาความสัมพันธ์ของค่าตัวแปรที่ใช้กับค่าของผลผลิตที่ได้ ในรูปสมการความสัมพันธ์เพื่อให้สมการทำนายระดับที่ควรใช้ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อค่าผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เพื่อนำไปกำหนดระดับการใช้ปัจจัยต่อไปในการทดลองที่ 3

ตารางที่ 3.2 แผนการทดลองแฟคทอเรียลแบบ 3 ปัจจัย ปัจจัยละ 2 ระดับ ($2^3 + 4$ Center points)

สิ่งทดลอง (Treatments number)	ปัจจัยที่ศึกษา		
	a	b	c
1 (1)	-	-	-
2 a	+	-	-
3 b	-	+	-
4 ab	+	+	-
5 c	-	-	+
6 ac	+	-	+
7 bc	-	+	+
8 abc	+	+	+
9 cp1	0	0	0
10 cp2	0	0	0
11 cp3	0	0	0
12 cp4	0	0	0

หมายเหตุ : (1) = ควบคุม ; a = ปริมาณตัวทำละลาย ; b = เวลาการสกัด ; c = ขนาดอนุภาควัตถุดิบ
cp = ระดับกึ่งกลางปัจจัย

ชนิดตัวแปร และระดับการใช้

ชนิดตัวแปร	ระดับต่ำ(-)	ระดับกลาง(0)	ระดับสูง(+)
1. ปริมาณตัวทำละลาย (มิลลิลิตร)	100 * ₁	150 * ₁	200 * ₁
2. เวลาในการเขย่าสกัด (นาที)	5 * ₂	10 * ₂	15 * ₂
3. ขนาดอนุภาควัตถุดิบ (mesh size)	10 * ₃	20 * ₃	30 * ₃

หมายเหตุ :

*₁ : ค่าอัตราส่วนตัวทำละลายต่อวัตถุดิบที่กำหนดในแผนการทดลองมาจากผลการทดลองทำการสกัดน้ำมันจากวัตถุดิบหนอนใหม่วิธีใช้ตัวทำละลาย โดยถ้าใช้อัตราส่วนตัวทำละลายต่อตัวถูกละลายเป็น 5 : 1 โดยปริมาตร หรือ คิดเป็นอัตราส่วนของปริมาตรตัวทำละลายต่อน้ำหนักวัตถุดิบคือ 10 : 1 เป็นอัตราส่วนที่ทำให้สามารถทำให้สกัดน้ำมันออกจากวัตถุดิบจนเหลือปริมาณน้ำมันที่หลงเหลือในกาก (Residue oil) เพียงร้อยละ 1.10 - 1.33 ของน้ำหนักวัตถุดิบที่อบแห้งแล้วซึ่งใกล้เคียงกับระดับอ้างอิงที่ Mattil et al. (1964) ได้กล่าวว่าการสกัดน้ำมันถั่วเหลืองด้วยตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพจะทำให้เหลือปริมาณน้ำมันที่หลงเหลือในกากไม่เกินร้อยละ 1

*₂ : ตัวทำละลายซึ่งถ้าใช้เวลา 10 นาที ทำให้เหลือปริมาณน้ำมันที่ตกค้างในกากประมาณร้อยละ 1 (Mattil et al., 1964)

*₃ : ขนาดอนุภาควัตถุดิบกำหนดจากขนาดอนุภาควัตถุดิบที่ได้จากการทดลองเบื้องต้น (Preliminary study) โดยนำटकแต่ใหม่มาอบแห้งจนมีความชื้นในช่วงประมาณ 5 - 7 แล้วบดด้วยเครื่องบดแห้งเป็นเวลา 10 วินาที นำมาร่อนแยกขนาดวัตถุดิบโดยใช้ตะแกรงร่อนและแบ่งขนาดอนุภาควัตถุดิบออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับความละเอียดของอนุภาค

ค่าดัชนีประเมินผลประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันที่เป็นผลมาจากอิทธิพลของชนิดปัจจัยที่ใช้เพื่อสกัด :

ค่าดัชนี	หน่วยของผลวิเคราะห์
ร้อยละผลผลิต (Yield)	กรัม ต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม (g/ 100 g dry weight)

การทดลองที่ 3 : การทดลองหาระดับที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันดิน จากคักแต่ใหม่ด้วยวิธีการใช้ตัวทำละลายสกัดแบบเป็นชุด

หลังจากที่ทราบถึงอิทธิพลของปัจจัยแต่ละตัวแล้วก็จะสามารถหาระดับการใช้ปัจจัยที่เหมาะสมที่สุด ได้จากการวางแผนการทดลองแบบ Factorial design โดยนำผลวิเคราะห์ที่ได้จากการทดลองที่ 2 มาปรับ ระดับการใช้ที่เหมาะสมขึ้นโดยการกำหนดช่วงค่าปัจจัยที่ได้คัดเลือกแล้วว่ามีอิทธิพลต่อการสกัดให้ครอบคลุม มากขึ้น เพื่อทดลองสกัดอีกครั้งตามช่วงค่าปัจจัยที่กำหนดขึ้นใหม่นั้น เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการสกัดให้เป็น ไปในทิศทางที่ต้องการได้ และ สรุปกระบวนการสกัดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดจากการทดลอง การวางแผนการ ทดลองหาระดับที่เหมาะสมของปัจจัย และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ ประสิทธิภาพการสกัดที่วิเคราะห์ได้จากการทดลองขั้นตอนที่ 2 โดยทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ

ค่าดัชนี

หน่วยของผลวิเคราะห์

ร้อยละผลผลิต (Yield)

กรัม ต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม (g/ 100 g dry weight)

การทดลองที่ 4 : การศึกษาถึงคุณภาพของน้ำมันจากดักแด้ใหม่ผ่านกรรมวิธีปรับปรุงคุณภาพแล้ว

เนื่องจากกรรมวิธีการทำให้บริสุทธิ์สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งต้องเลือกใช้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ว่า ต้องการกำจัดสิ่งปนเปื้อนชนิดใดออกไปจากน้ำมันดิบ อย่างไรก็ตามกระบวนการที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันอาจมีผลทำให้องค์ประกอบบางประการสูญเสียไป ดังนั้นเมื่อนำตัวอย่างน้ำมันสกัดจากดักแด้ใหม่มาผ่านการทำให้เป็นกลางและฟอกสีแล้ว จะวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันตามค่าดัชนีที่ใช้ประเมินคุณภาพน้ำมันเพื่อการบริโภค และค่าคุณสมบัติเฉพาะตัวของน้ำมันผ่านกรรมวิธีที่สกัดจากดักแด้ใหม่ตามรายละเอียดในตารางที่ 3.3 ซึ่งมีมาตรฐานการวิเคราะห์ที่แสดงในภาคผนวก ข โดยทำการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ และทำการเปรียบเทียบปริมาณไวตามินอีในน้ำมันในหน่วยสากลต่อน้ำมัน 100 กรัม ระหว่างก่อนและหลังผ่านกรรมวิธี และเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันที่จำเป็นที่มีในน้ำมันระหว่างก่อนและหลังผ่านกรรมวิธี โดยเปรียบเทียบพื้นที่ใต้โครมาโตแกรมของกรดไขมันนั้นคิดต่อน้ำหนักน้ำมันตัวอย่าง 1 มิลลิกรัม เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบดังกล่าวซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ต้องการรักษาไว้

ตารางที่ 3.3 ค่าดัชนีประเมินคุณภาพน้ำมันผ่านกรรมวิธีเพื่อการบริโภคตามมาตรฐานสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และ คุณสมบัติเฉพาะตัวบางประการของน้ำมันสกัดจากดักแด้ใหม่

ค่าดัชนี	หน่วยของผลวิเคราะห์	มาตรฐาน	วิธีการวิเคราะห์
1.ค่าของกรดในน้ำมันผ่านกรรมวิธี	mg KOH/ oil 1 g	≤0.6	มอก.44-2516 *
2.น้ำและสารระเหยได้ที่ 105 องศาเซลเซียส	% by weight	≤0.2	มอก.44-2516
3.สารที่ไม่ละลายในน้ำมัน	% by weight	≤0.05	มอก.44-2516
4.ค่าเปอร์ออกไซด์	milliequiv. /oil 1 kg	≤10	มอก.44-2516
5.ค่าสปอนนิฟิเคชั่น	mg KOH /oil 1 g	ค่าเฉพาะ	AOAC(1990) **
6.สารสปอนนิฟายไม่ได้	% by weight	ค่าเฉพาะ	มอก.44-516
7.ค่าไอโอดีน	g Iodine/ oil 100 g	ค่าเฉพาะ	AOAC(1990)
8.ค่าสี	Hunter unit	ค่าเฉพาะ	Hunter system ***
9.ดัชนีหักเห	-	ค่าเฉพาะ	AOAC(1990)
10.ความหนาแน่นสัมพัทธ์	-	ค่าเฉพาะ	AOAC(1990)
11.กรดไขมันองค์ประกอบ	% acid profile	ค่าเฉพาะ	AOAC(1990)
12.อัลฟาโทโคฟีรอล	IU. / oil 100 g	ค่าเฉพาะ	The National Food Inst. of Copenhagen ****

ที่มา : * สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2516 ; ** AOAC, 1990

*** Askar, A. and Treptow, H., 1993 ; **** DeVies, J. W., 1979

การทดลองที่ 5 : การทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารกันเหินของไวตามินอีชนิด อัลฟาโทโคฟีรอลที่มีตามธรรมชาติของน้ำมันสกัดจากดักแด้ใหม่ผ่านกรรมวิธี

จากการที่เคยมีผู้ทดลองสกัดน้ำมันผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์สกัดจากดักแด้ใหม่ และวิเคราะห์พบไวตามินอีปริมาณหนึ่งดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น เราสามารถศึกษาให้ทราบถึงประสิทธิภาพของไวตามินอีในระดับที่มีอยู่ตามธรรมชาติในน้ำมันผ่านกรรมวิธีที่สกัดจากดักแด้ใหม่ ในการเป็นสารป้องกันการเหิน (Antioxidants) ได้โดยการเก็บน้ำมันผ่านกรรมวิธีที่ไม่มีการเติมสารกันเหินอื่นใด โดยบรรจุน้ำมันผ่านกรรมวิธีที่สกัดจากดักแด้ใหม่ลงขวดแก้วจุกยางขนาดเล็กโดยบรรจุจำนวนขวดละ 2 กรัม รับประทานขวดและผนึกฝาด้วยเทปให้แน่น แล้วเก็บไว้ในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีบ่งชี้ถึงการเสื่อมของน้ำมันตามรายการในตารางที่ 3.4 โดยวิเคราะห์รายการละ 2 ซ้ำตามวิธีการวิเคราะห์มาตรฐานที่แสดงในภาคผนวก ข การสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์จะทำการเป็นระยะๆ หลังการเก็บจนกว่าค่าวิเคราะห์จะมีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ในตาราง แล้ววิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระยะเวลาการเก็บกับค่าดัชนี เพื่อวัดแนวโน้มความเป็นไปได้ในการนำน้ำมันผ่านกรรมวิธีจากดักแด้ใหม่ไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้โดยไม่ต้องมีการเติมสารเคมีกันเหินอื่นใด

ตารางที่ 3.4 ค่าดัชนีที่ใช้ในการประเมินอายุการเก็บของน้ำมันสกัดจากดักแด้ใหม่ผ่านกรรมวิธี

ค่าดัชนี	หน่วยของผลวิเคราะห์	ค่ามาตรฐาน
1.ค่าเปอร์ออกไซด์	milliequiv. / oil 1 kg	≤ 10 *
2.กรดไขมันอิสระ	mg Oleic acid / oil 0.1 g	≤ 1.5 **

ที่มา : * สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2516

** ลักขณา และ นิธิยา, 2531