รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

“ การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์เนยเทียมและน้ำมันพืช “
(QUALITY CHECKED OF MARGARINE PRODUCTS AND EDIBLE OIL)

โดย

นางสาวนัทธีวรรณ อุดมศิลป์
B 4250326

ปฏิบัติงาน ณ
บริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
236 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ถนนสุขุมวิท ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง
จังหวัดสมุทรปราการ 10270

วันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2545

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร อาจารย์ สุเวทย์ นิงสานนท์

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวนัทธีวรรณ อุดมศิลป์ นักศึกษาวิชา เทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา(401456) ระหว่างวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2545 ถึง วันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2545 ในตำแหน่ง นักเคมี ณ บริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) และได้รับมอบหมายจาก Job Supervisor ให้ศึกษาและทำรายงาน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนยเทียมและน้ำมันพืช (QUALITY CHECKED OF MARGARINE PRODUCTS AND EDIBLE OIL)

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ
(นางสาวนัทธีวรรณ อุดมศิลป์)

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2545 ถึง วันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2545 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณอำพล สิมะโรจนา (Factory Manager) บริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่เห็นความสำคัญของระบบศึกษาแบบสหกิจศึกษา และได้ให้โอกาสที่มีคุณค่ายิ่งต่อข้าพเจ้า
2. คุณมณฑา แสงสุพรรณ (Q.C. Manager)
3. คุณพัชณีย์ อุทัยรังษี (Q.C. Supervisor และ Co-op Supervisor)
4. คุณชูขวัญ ศรีใจวงศ์ (Q.C. Supervisor)
5. คุณสุภาพร โค้ววราวรรณ (Q.C. Supervisor)
6. คุณดำรงศักดิ์ สุวรรณโสภา (Assistant Supervisor)
7. คุณเจษฎาภรณ์ เหมะนัค (Lab Technician)
8. คุณสงัด ป้องหลักคำ (Lab Technician)

และบุคลากรท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

นางสาวนัทธีวรรณ อุดมศิลป์
ผู้จัดทำรายงาน
16 ธันวาคม 2545

บทคัดย่อ

บริษัท ล่ำสูง(ประเทศไทย) จำกัด(มหาชน) เป็นบริษัทที่ทำการผลิตน้ำมันพืช เนยเทียมและไขมันพืชผสม เปิดทำการ 2 สาขาในประเทศไทย คือจังหวัดสมุทรปราการและจังหวัดตรัง จากการที่ได้เข้าไปปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาในบริษัท ล่ำสูง สาขาสมุทรปราการ ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่ในแผนกควบคุมคุณภาพ(Quality Control) ตำแหน่งนักเคมี ในการปฏิบัติได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การศึกษาการตรวจสอบคุณภาพของเนยเทียมได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณน้ำ เกลือ การตรวจเช็คเชื้อจุลินทรีย์ในเนยเทียม และการศึกษาการตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันพืชได้แก่ การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี และการวิเคราะห์ปริมาณสารantioxidant นอกจากการปฏิบัติงานในส่วนของการควบคุมคุณภาพแล้ว ยังมีส่วนร่วมในการสอบเทียบเครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการและเข้าร่วมกิจกรรมของทางบริษัทได้แก่ การเข้าอบรมความรู้เบื้องต้นในการควบคุมแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อ การฝึกซ้อมแผนอพยพหนีไฟ เป็นต้น

สารบัญ

หน้า

จดหมายนำส่ง 1
กิตติกรรมประกาศ 2
บทคัดย่อ 3
สารบัญ 4
สารบัญตาราง 5
สารบัญรูปภาพ 6

บทที่ 1 บทนำ

- วัตถุประสงค์ในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา 7
- ประวัติความเป็นมาของบริษัท 7

บทที่ 2 รายละเอียดของการปฏิบัติงาน

ส่วนที่1 การตรวจสอบคุณภาพเนยเทียม 11
  - ความหมายของเนยเทียม 11
  - การควบคุมการผลิต 14
  - วิธีวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเนยเทียม 15
    - การวิเคราะห์ปริมาณเกลือในเนยเทียม 15
    - การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในเนยเทียม 16
    - การตรวจวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ในเนยเทียม 17
ส่วนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน 17
  - การวิเคราะห์ปริมาณ TBHQ 17
  - การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของไขมันและน้ำมัน 26
    - การหา%FFA(Free Fatty Acid) 26
    - การหาค่า IV(Iodine Value) 27
    - การหาค่า PV(Peroxide Value) 27
บทที่ 3 สรุปผลการปฏิบัติงาน 34
บทที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 35
ภาคผนวก 36
บรรณานุกรม 58

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณTBHQในน้ำมันที่วิเคราะห์ตามแผนเดือนกันยายน 23

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณTBHQในน้ำมันที่วิเคราะห์ตามแผนเดือนตุลาคม 24

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณTBHQในน้ำมันที่วิเคราะห์ตามแผนเดือนธันวาคม 24

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณTBHQในน้ำมันที่ได้รับมอบหมายให้วิเคราะห์ 25

ตารางที่ 5 สรุปผลการสอบเทียบเครื่องแก้ว 43

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 แผนผังการจัดการองค์กรของบริษัท 10

รูปที่ 2 แผนผังกระบวนการผลิตเนยเทียม 13

บทที่ 1

บทนำ

1) วัตถุประสงค์ในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- เพื่อศึกษาการตรวจสอบคุณภาพของเนยเทียมและน้ำมัน
- เพื่อศึกษากระบวนการผลิตเนยเทียม
- เพื่อเข้าใจการทำงานภายในบริษัทล่ำสูง(ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
- เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริง
- เพื่อนำทฤษฎีที่ศึกษามาใช้ในการปฏิบัติงานจริงในอนาคต

ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

แผนกที่ทำงาน : Quality Control(QC)

ตำแหน่ง : นักเคมี

Supervisor : คุณพัชณีย์ อุทัยรังษี

ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน : 2 กันยายน – 20 ธันวาคม 2545

งานที่ได้รับมอบหมาย : การตรวจคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนยเทียมและน้ำมันพืช

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปฏิบัติงาน

ในส่วนของนักศึกษา

1. ได้รับความรู้ความเข้าใจในกระบวนผลิต การตรวจสอบคุณภาพของเนยเทียมขั้นพื้นฐาน
2. ได้รับความรู้ความเข้าใจในการตรวจสอบคุณภาพน้ำมันพืชขั้นพื้นฐาน
3. ได้รับความรู้และได้ฝึกปฏิบัติในการใช้เครื่องมือต่างๆเช่น เครื่องHPLC เครื่องGC

ในส่วนของสถานประกอบการ

1. ได้แลกเปลี่ยนความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ ระหว่างนักศึกษาและสถานประกอบการ

2) รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัทล่ำสูง(ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

ประวัติความเป็นมา

บ.ล่ำสูง(ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) เดิมชื่อ บ.น้ำมันพืชกรุงเทพ จำกัด (BANKOK EDIBLE OIL CO.,LTD.) จดทะเบียนเมื่อปีพ.ศ. 2517 ด้วยเงินทุนจดทะเบียน 20 ล้านบาท ในระยะแรกได้นำส่งน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์(RBD.PALM OLEIN) บรรจุปี๊บขนาด 12.5 กิโลกรัม จากประเทศสิงคโปร์เข้ามาจำหน่ายเพื่อเป็นการบุกเบิก และเปิดตลาดน้ำมันปาล์มในประเทศไทย โดยมี บ. บางกอกเรียลตี้ จำกัด เป็นผู้จัดจำหน่าย ต่อมาปี 2520 บริษัทฯได้ซื้อที่ดินในนิคมอุตสาหกรรมบางปู เนื้อที่18 ไร่ และเริ่มลงมือก่อสร้าง

โรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ขนาดกำลังการผลิต 100 ตัน/วัน โดยได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน และการก่อสร้างอาคารโรงงานพร้อมทั้งติดตั้งเครื่องจักรเสร็จสิ้นเมื่อต้นปี 2524 หลังจากนั้นได้เริ่มเปิดดำเนินการในระยะแรก บริษัทฯเริ่มดำเนินการผลิตโดยอาศัยวัตถุดิบ(น้ำมันปาล์มดิบ) จากประเทศมาเลเซีย เนื่องจากในขณะนั้นประเทศไทย มีผู้ปลูกปาล์มรายใหญ่เพียง 1 ราย คือ บริษัท ยูนิวานิช จำกัด ทำให้วัตถุดิบไม่เพียงพอต่อการผลิต

การเป็นผู้นำด้านการผลิตน้ำมันปาล์ม

เพื่อเป็นการเตรียมการรับความเจริญเติบโตของตลาดน้ำมันพืช ในเดือนมิถุนายน 2540 บริษัทได้ลงทุนซื้อโรงงานสกัดน้ำมันดิบจากบริษัท เอพีโอ ปาล์มออยล์ จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ที่จังหวัดตรังด้วยเงินลงทุน 44 ล้านบาท โดยมีกำลังการสกัดทะลายปาล์มสด 45 ตัน/ชม. หรือ 380,160 ตัน/ปี และเมล็ดในปาล์ม 4.6 ตัน/ชม. หรือ 38,861 ตัน/ปี เพื่อใช้เป็นฐานการผลิต และพัฒนาน้ำมันปาล์มดิบ ซึ่งเป็นวัตถุดิบให้กับบริษัท ปัจจุบันสามารถป้อนน้ำมันดิบเข้าสู่โรงงานที่นิคมอุตสาหกรรมบางปูได้ประมาณ 20 % ของการใช้วัตถุดิบทั้งหมดของบริษัท และในปีเดียวกันบริษัทได้มีการลงทุนในหุ้นส่วนของบริษัท สหอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน) หรือ UPOIC ซึ่งเป็นโรงงานที่มีสวนปาล์มใหญ่ที่สุดในประเทศ คิดเป็น 12.01 % นอกจากนี้เพื่อเป็นการรองรับน้ำมันปาล์มดิบของบริษัทที่เพิ่มขึ้น บริษัทได้ลงทุนติดตั้งโรงกลั่นน้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์(Refinery) เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งโรง ณ โรงงานล่ำสูงในนิคมอุตสาหกรรมบางปู ซึ่งจะทำให้บริษัทมีกำลังการผลิตน้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นจาก 300 ตัน/วัน เป็น 700 ตัน/วัน ซึ่งสามารถรองรับและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างพอเพียง

ปัจจุบัน บ.ล่ำสูง(ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักในฐานะผู้ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์โดยมีผลิตภัณฑ์หลักดังนี้

1. น้ำมันปาล์ม
    1.1 น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์
    1.2 น้ำมันปาล์มโอเลอีน
    1.3 น้ำมันปาล์มสเตียรีน
    1.4 ไขมันผ่านกรรมวิธีไฮโดรจิเนต
    1.5 กรดไขมันอิสระ
2. น้ำมันถั่วเหลือง
3. น้ำมันเมล็ดทานตะวัน
4. น้ำมันข้าวโพด
5. ไขมันพืชผสม
6. เนยเทียม

บริษัทล่ำสูง(ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) มีพนักงานประมาณ 300 คนเป็นหนึ่งในเครือกลุ่มล่ำสูงแห่งประเทศสิงคโปร์ที่มีกิจการแผ่ขยายไปทั่วภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ฮ่องกง จีน มาเลเซีย ไต้หวัน ฯลฯ และเป็นผู้บุกเบิกอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มในประเทศไทย โดยมีผู้ก่อตั้งโรงงานกลั่นน้ำมัน

ปาล์มดิบแห่งแรกของประเทศไทย และผลิตผลิตภัณฑ์คุณภาพหลายชนิด ได้แก่อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร ภัตตาคารและครัวเรือน ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่สุด เพื่อให้มั่นใจในมาตรฐานสูงสุดของสินค้า

นโยบายคุณภาพ

- บริการดีเยี่ยม
- เต็มเปี่ยมคุณภาพ
- มุ่งมั่นพัฒนา

ปณิธานของบริษัท

1. การสร้างภาพพจน์ให้เป็นที่น่าเชื่อถือ
2. มุ่งเน้นในการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐาน
3. พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตที่ล้ำหน้าก่อนคู่แข่งรายอื่นๆ
4. การบริการจัดส่งที่มีประสิทธิภาพเที่ยงตรงตามกำหนด
5. ขยายการลงทุนในธุรกิจที่มีอยู่และในธุรกิจอื่นๆ ที่สอดคล้องกัน เพื่อสร้างฐานบริษัทให้มั่นคงยิ่งขึ้น

สถานที่ตั้งของบริษัท

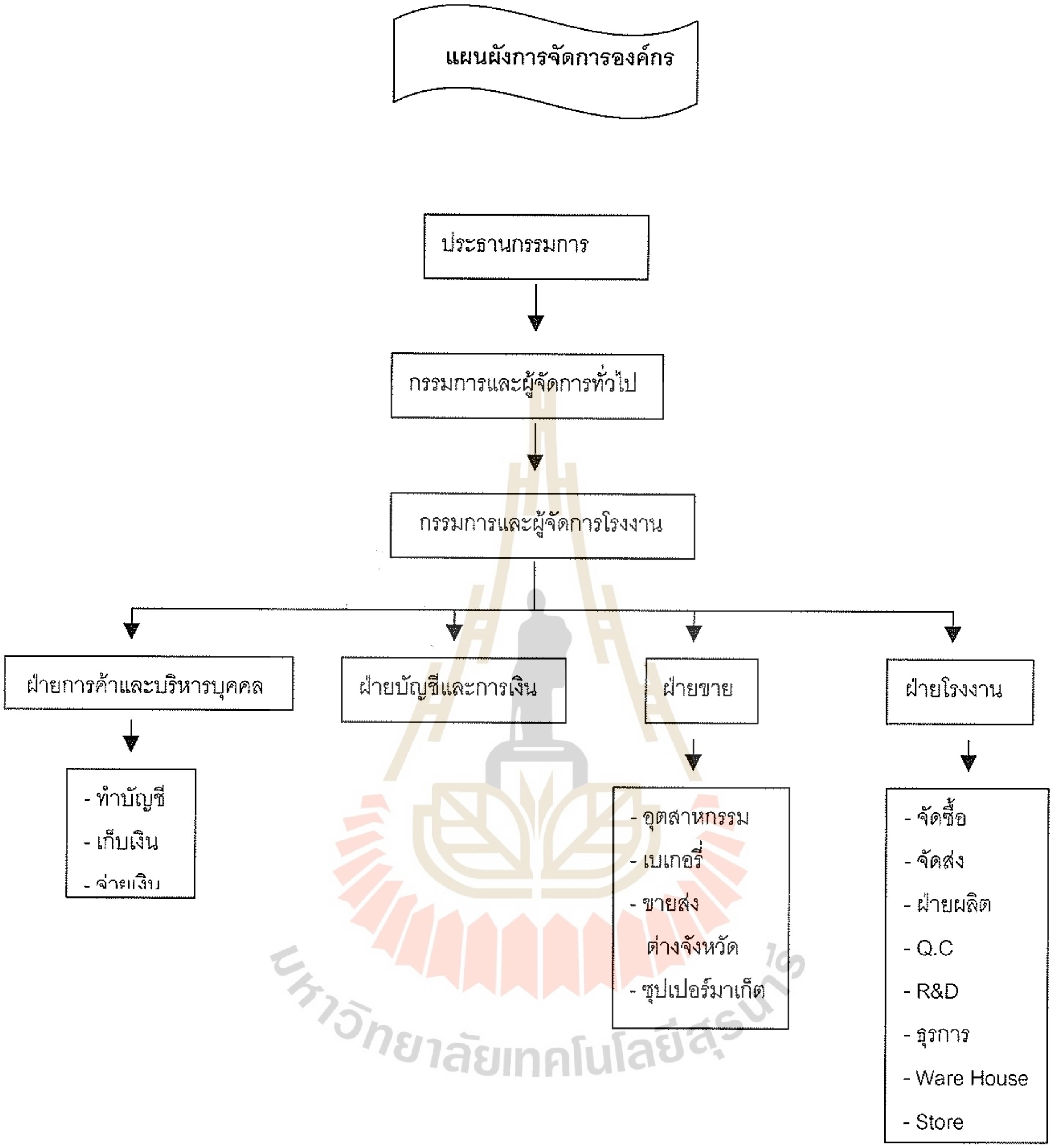
➢ บ.ล่ำสูง(ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

ปัจจุบันมีสถานประกอบการดังนี้

สำนักงานใหญ่ : ตั้งอยู่เลขที่ 947/155 หมู่12 ถนนบางนา-ตราด แขวงบางนา เขตบางนา
กรุงเทพมหานคร 10260

สถานที่ตั้งโรงงาน (โรงกลั่นน้ำมันพืช) : เลขที่ 236 หมู่4 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ซอย2
ต.แพรกษา อ.เมือง จ. สมุทรปราการ 10280

โรงสกัดน้ำมัน : 99/9 หมู่2 ต.กะลาเส อ.สิเกา-ควนกุน จ.ตรัง 92500


แผนผังการจัดการองค์กร
ประธานกรรมการ
กรรมการและผู้จัดการทั่วไป
กรรมการและผู้จัดการโรงงาน
ฝ่ายการค้าและบริหารบุคคล
ฝ่ายบัญชีและการเงิน
ฝ่ายขาย
ฝ่ายโรงงาน
- ทำบัญชี
- เก็บเงิน
- จ่ายเงิน
- อุตสาหกรรม
- เบเกอรี่
- ขายส่ง
ต่างจังหวัด
- ซุปเปอร์มาเก็ต
- จัดซื้อ
- จัดส่ง
- ฝ่ายผลิต
- Q.C
- R&D
- ธุรการ
- Ware House
- Store

รูปที่ 1 แผนผังการจัดการองค์กรของบริษัท ล่ำสูง(ประเทศไทย)จำกัด(มหาชน)

บทที่2

รายละเอียดของการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานจะปฏิบัติงานในส่วนของการตรวจสอบคุณภาพทั่วๆไป โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1) การตรวจสอบคุณภาพของเนยเทียม(Margarine) ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณน้ำ,เกลือ และการตรวจวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์
2) การตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันพืช ได้แก่ การวิเคราะห์ประมาณTBHQ และการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของไขมันและน้ำมัน (FFA IV และ PV) ของน้ำมัน

โดยมีรายละเอียดของการปฏิบัติงานดังนี้

ส่วนที่1 การตรวจสอบคุณภาพของเนยเทียม(Margarine)

เนยเทียม

เนยเทียมหรือมาการีน หมายถึง อาหารที่มีส่วนประกอบหลักคือ น้ำและน้ำมันที่ผสมกลมกลืนกัน(emulsion) มีลักษณะอ่อนหรือค่อนไปทางแข็งก็ได้ ผลิตจากน้ำมันและและไขมันบริโภค ซึ่งไม่ได้มาจากหรือส่วนใหญ่ไม่ได้มาจากน้ำนม

เนยเทียม เป็นผลิตภัณฑ์ไขมันชนิดหนึ่ง ทำได้โดยการนำน้ำมันหรือไขมันมาผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนเข้าไปที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เพื่อให้กลายเป็นของแข็งมีเนื้อสัมผัส และความแข็งตัวเหมาะสม สามารถแผ่ออก(spread)ได้ น้ำมันหรือไขมันที่ใช้ทำเนยเทียมอาจเป็นน้ำมันพืชหลายๆชนิดผสมกัน หรือน้ำมันพืชผสมกับไขมันสัตว์ก็ได้ น้ำมันที่นิยมใช้ได้แก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดทานตะวัน ไขวัว หรือไขแกะ

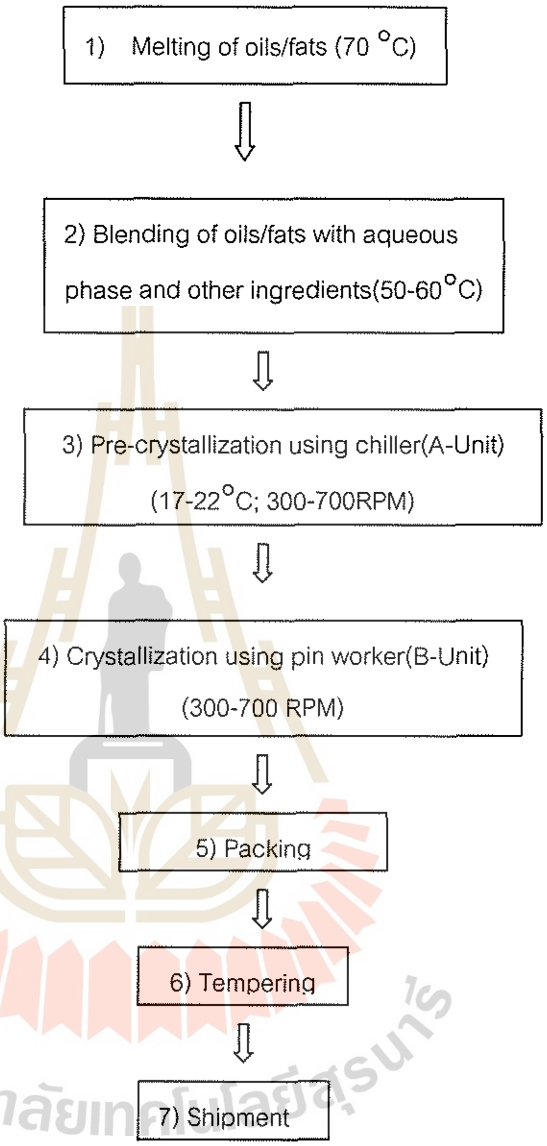
โดยปกติเนยเทียมมีส่วนประกอบเหมือนเนย คือมีไขมันไม่น้อยกว่า 80% ดังนั้นการทำเนยเทียม จึงใช้น้ำมันผสมกับไขมัน แล้วเติมน้ำหรือส่วนผสมที่ละลายได้ในน้ำลงไป ซึ่งอาจเป็นน้ำนมปราศจากไขมันหรือนมผงละลายน้ำ มีการเติมเกลือลงไป เพื่อให้ได้เปอร์เซนต์น้ำตามที่ต้องการ เพื่อให้เกิดเป็นอิมัลชันชนิดwater in oil(w/o) เช่นเดียวกับเนย นอกจากนั้นยังมีการเติมส่วนผสมอื่นๆอีกได้แก่

- **เกลือ** เติมลงไปในรูปของน้ำเกลือ เกลือจะช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และเพิ่มรสชาติ ปริมาณเกลือที่เติมขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตเนยเทียมโดยปกติเนยเทียมจะมีเกลือประมาณ 1-2%
- Potassium benzoate **และ** Potassium sorbate เป็นสารเคมีที่เติมลงไปในเนยเทียม โดยทำหน้าที่เป็นสารกันบูด(preservative)

- Citric monohydrate **และ** Citric acid anhydrous ช่วยให้รสชาติ สี วิตามิน และกลิ่น คงตัวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพสารกันบูด, ชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันและยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์
- Lecithin ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์,ช่วยให้อิมัลชันคงตัว, ชะลอการเกิดปฏิกริยาออกซิเดชั่น, ป้องกันเนยแยกชั้นและป้องกันไม่ให้เนยแห้งจนเกินไปขณะเก็บรักษา
- Versene ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยจับโลหะ(Chelating agent) ได้แก่ Fe Cu Mn Ca Mg Zn (ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน) และช่วยปรับปรุงรสชาติ
- **สี** ที่เติมคือสีส้มแดงของannatto(annatto คือแคโรทีนอยด์ชนิดหนึ่งที่ละลายในไขมันและน้ำมัน มีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชั่นดีมาก, ความคงตัวต่อแสงปานกลางและมีความคงตัวต่อความร้อนได้ดี แต่ไม่คงตัวที่อุณหภูมิสูงกว่า 25 °C) หรืออาจเติม บีต้า-แคโรทีน
- **วิตามิน** ที่เติมลงในเนยเทียมคือ A และ D ปริมาณวิตามิน A ที่เติมประมาณ 27-33 หน่วยสากล/กรัม และวิตามินD ประมาณ 2.8-3.5 หน่วยสากล/กรัมของเนยเทียม
- **สารให้กลิ่น**(Flavouring agent) การทำเนยเทียมจะเติมสารที่ให้กลิ่นหรือสารที่ให้รสชาติคล้ายเนยลงไปเช่น เติมกรดบิวทิริค กรดคาโปรอิค และเดลต้า-แลคโตน เป็นต้น

การทำเนยเทียมเป็นอุตสาหกรรม ส่วนผสมทั้งหมดจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นส่วนน้ำมันและส่วนผสมอื่นๆ ที่ละลายได้ในน้ำมัน จะนำมารวมผสมกันทำให้เป็นสารละลาย ส่วนที่สองเป็นน้ำ และส่วนผสมอื่นๆที่ละลายได้ในน้ำ นำมารวมกันทำให้เป็นสารละลายเช่นเดียวกัน เมื่อได้ส่วนผสมทั้ง2แล้ว จะนำไปผสมกันในrefrigerated cylindrical mixing chamber ที่มีความเร็วสูงซึ่งจะทำให้น้ำกลายเป็นน้ำหยดเล็กๆ กระจายตัวอยู่ในน้ำมัน ส่วนผสมทั้งหมดจะถูกทำให้เย็นน้ำมันจะตกผลึกกลายเป็นของแข็งจับหยดน้ำเล็กๆ ให้กระจายตัวอยู่ในเนื้อเนยเทียม อุณหภูมิที่ใช้จะเป็นตัวควบคุมขนาดของผลึกไขมัน ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก เพราะเนยเทียมที่ได้จะต้องมีลักษณะเนื้อเป็น semi-plastic consistency และต้องกวนอยู่ตลอดเวลา เพื่อเร่งให้เกิดการตกผลึกเร็วขึ้นและช่วยทำให้น้ำแตกตัวเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุด เมื่อได้เนยเทียมแล้วนำไปบรรจุภาชนะสำหรับจำหน่ายต่อไปตามความต้องการของตลาด เนยเทียมจะมีราคาถูกกว่าเนยมาก

Flow Chart ของกระบวนการผลิตเนยเทียม


1) Melting of oils/fats (70 °C)
2) Blending of oils/fats with aqueous phase and other ingredients(50-60°C)
3) Pre-crystallization using chiller(A-Unit) (17-22°C; 300-700RPM)
4) Crystallization using pin worker(B-Unit) (300-700 RPM)
5) Packing
6) Tempering
7) Shipment

รูปที่ 2 แผนผังกระบวนการผลิตเนยเทียม

รายละเอียดของขั้นตอนในการผลิต

ขั้นตอนที่1 ทำการหลอมน้ำมันหรือไขมันแล้วผสมให้เข้ากัน โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิที่ใช้ในการหลอมประมาณ 70 °Cในขั้นตอนการหลอมนี้จะทำในท่อผสม(mixing vessel fitted) พร้อมกับการกวนผสมไปด้วย

ขั้นตอนที่2 การเติมเกลือ การผสมกลิ่นรส และสี การผสมเกลือจะต้องละลายเกลือในน้ำปริมาตรที่น้อยก่อน ส่วนประกอบที่ละลายในน้ำมันให้ผสมกับน้ำมันที่ผสมกันแล้ว(Fat Blend) ในปริมาตรที่น้อยๆก่อนเช่นกันแล้วจึงเติมลงไปในน้ำและน้ำมันผสมในปริมาตรที่มากขึ้นตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 3 การกวนผสมในvotator เพื่อทำให้เกิดpre-crystallization ที่A-Unit อุณหภูมิที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 17-22°C ด้วยความเร็ว300-700 รอบต่อนาที ซึ่งปั๊มจะเป็นตัวควบคุมความเร็วในการหมุน การตกผลึกนี้จะทำให้เพิ่มsolid content อย่างรวดเร็ว และจะมีความหนืดเพิ่มขึ้น

ขั้นตอนที่4 การนวดผสมในB-Unit ขั้นตอนนี้จะทำให้เกิดผลึกมากขึ้นความเร็วของpin 300-700 รอบต่อนาที

ขั้นตอนที่5 บรรจุเนยลงภาชนะ ซึ่งแล้วแต่ความต้องการของผู้บริโภค และลักษณะของผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนที่6 การบ่มเนยที่ 5-7 °C เป็นเวลา 24ชม. ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่คงตัวเป็นพลาสติก จะมีผลต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส(ความรู้สึกที่เพดานปาก) สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสด้วย

ขั้นตอนที่7 พร้อมจำหน่าย

การควบคุมการผลิตเนยเทียม(Margarine)

1. ฝ่ายผลิตทำการขอสูตร โดยระบุสินค้าและจำนวนที่ต้องการผลิต
2. QC.จะกำหนดสูตร โดยระบุชนิดสินค้า และวัตถุดิบต่างๆ ที่ใช้ และทำการส่งคืนให้ฝ่ายผลิต
3. ฝ่ายผลิตเตรียมน้ำมัน โดย
    - 3.1 น้ำมันที่มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว หรือแข็งที่อุณหภูมิปกติให้ทำการให้ความร้อนโดยทำการควบคุมอุณหภูมิ 60 °C และทำการเปิดใบกวนหรือRecycle ให้เข้ากัน จนน้ำมันใสทั่วตลอดทั้งTank
    - 3.2 น้ำมันที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติไม่ต้องให้ความร้อน
    - 3.3 ละลายเกลือตามสูตรที่QCกำหนดผสมกับน้ำ และสารเคมีจากQC ตรวจสอบ จากนั้นให้ผสมน้ำมันกับสรเคมีต่างๆ ตามสูตรในถังผสม(ยกเว้นน้ำเกลือและกลิ่น) กวนส่วนผสม(Fat Blend) อย่างน้อย 15 นาทีแล้วเก็บตัวอย่างส่งให้QC ตรวจ
4. QC ตรวจคุณภาพของตัวอย่างที่ฝ่ายผลิตส่งมาให้ พร้อมแจ้งผลการตรวจสอบให้ฝ่ายผลิตผสมน้ำเกลือและกลิ่นลงในถังผสม
5. ฝ่ายผลิตส่งตัวอย่างเนยจากหัวบรรจุ เพื่อตรวจสอบ%น้ำ, %เกลือ, กลิ่น ให้QCตรวจสอบและแจ้งผลให้ฝ่ายผลิตทราบ

6. ในระหว่างการผลิต QCทำการตรวจคุณภาพต่างๆ ทุก30-60 นาทีได้แก่
    6.1 ตรวจสอบคุณภาพFat Blend จากถังผสม ตรวจสอบคุณภาพเนยจากหัวบรรจุ และตรวจสอบคุณภาพเนื้อสัมผัสจากเนยจากหัวบรรจุ
    6.2 ตรวจสอบสภาวะของเครื่องขณะผลิต
7. ในระหว่างการผลิต ฝ่ายผลิตเก็บตัวอย่างเนยจากหัวบรรจุโดย เนยเกรดสูงหรือSpecial product ความถี่Batch เว้น Batch
8. หลังการผลิต 1 วัน QCตรวจสอบเนื้อสัมผัส โดยลักษณะมาตรฐาน เนื้อสัมผัสของเนยเทียมทั่วไปคือมีลักษณะเป็นเนื้อครีม เนื้อไม่เป็นเม็ดและมีความมันวาว เนื้อเนยเป็นก้อน ไม่เละและไม่มีน้ำมันแยกจากเนื้อเนย มีกลิ่นหอมและมีสีเหลือง โดยเทียบกับสีของเนยที่เป็นตัวอย่างมาตรฐาน

วิธีวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเนยเทียม

การตรวจสอบคุณภาพ จะแบ่งเป็นเนยเทียมของบริษัท ล่ำสูง ซึ่งได้แก่เนยเทียมตราหยก, เนยเทียมตราเซทส์,เซทส์โกล, เนยเทียมตราแสงจันทร์และเนยเทียมตรา ใบไม้ทอง และเนยเทียมของบริษัท ซีพีซี/อายิ ได้แก่ เนยเทียมตราเบสท์ฟู้ดส์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 **การวิเคราะห์ปริมาณเกลือในเนยเทียม**

การวิเคราะห์จะใช้วิธีการไทเทรต โดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1. ชั่งเนยเทียมประมาณ2.5กรัม ด้วยเครื่องชั่ง 4ตำแหน่ง
2. เติม Pritrolium etherและAlcohol absolute อย่างละประมาณ 10มล. ลงในเนยเทียม
3. วางบนhot plate เพื่อหลอมละลายเนย
4. เติมน้ำกลั่นประมาณ 100 มล.
5. เขย่าเบาๆ เพื่อช่วยในการละลาย
6. เติมโปตัสเซียมโครเมต 5% จำนวน 5 หยด
7. ไทเทรตด้วย 0.1N $AgNO_3$ จนเกิดสีส้มอ่อน
8. ทำBlank โดยใช้น้ำกลั่น

คำนวณปริมาณเกลือ(%)ได้โดย

[(Ml Sample-Ml blank) x ($NagNO_3$)x 5.85] /m wt.of sample

1.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในเนยเทียม

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำ จะใช้เครื่องHR 73 Halogen Moisture analyzer ซึ่งมีวิธีการใช้เครื่องดังนี้

1. เลือกโปรแกรมโดยกดปุ่ม ID และกดเครื่องหมาย ∧ หรือ ∨ เพื่อค้นหาโปรแกรม จากนั้นกดEnter
2. กดปุ่ม ↕ เพื่อเลื่อนจากออกมา
3. ใส่ถาดอลูมิเนียม จากนั้นกด Tare (สำหรับเนยเทียมให้ใส่กระดาษ GFC ลงไปขณะ Tare ด้วย)
4. ใส่ตัวอย่างลงในถาด
    - เนยเทียมธรรมดาให้ชั่งน้ำหนักประมาณ 2.5 กรัม สำหรับเนยหวานและชอคโกแลตให้ชั่งประมาณ 1.6 กรัม
5. กด start
6. อ่าน % ที่วิเคราะห์ได้บนจอ

** กรณีเป็นการวิเคราะห์ต่อเนื่อง เมื่อทำการวิเคราะห์ตัวอย่างต่อไปควรรอให้อุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 50 °C แล้วจึงทำการวิเคราะห์ตัวอย่างต่อไป

1.3 การตรวจวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ในเนยเทียม

การตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์จะทำการตรวจหา *E.coli* / Coliform ,*S.aureus* , Yeast & Mold และ TPC(Total Plate Count) ซึ่งในการตรวจเช็ค เนยเทียมธรรมดาและเนยหวานจะตรวจเดือนละ 1 ครั้ง ส่วนเนยช็อคโกแลตจะตรวจเช็คทุกlot ที่ทำการผลิต

วิธีการตรวจเชื้อจุลินทรีย์มีดังนี้

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 90 มล. ลงในstomacher bag รีดเพื่อให้ตัวอย่างแตกออก เขย่านาน 2 นาที
2. ใช้ปิเปต 1 มล. ดูดตัวอย่าง แล้วหยดลงใน Petrifilm
3. สำหรับ *E.coli* / Coliform และTPC บ่มไว้ที่ 36-37 °C นาน 48 ชม. ส่วน Yeast & Mold บ่มไว้ที่21-25 °C นาน 3-5 วัน จากนั้นนับจำนวนโคโลนี
    - โคโลนีของ *E.coli* จะมีสีน้ำเงินและมีฟองก๊าซ
    - โคโลนีของ Coliform จะมีสีแดงและมีฟองก๊าซ
    - โคโลนีของ TPC ลักษณะเป็นวงกลม มีสีแดง
    - โคโลนี Yeast จะมีขนาดเล็ก ของเขตชัดเจน โคโลนีมีสีเขียวอมน้ำเงิน ลักษณะนูน(สัมผัสได้โดยเอามือลูบด้านบน)

  - โคโลนีของMold มีขนาดใหญ่ ขอบโคโลนีไม่ชัดเจน มีหลายสีขึ้นกับชนิดของรา เช่นสีน้ำตาล เบจ ส้ม เขียวอมฟ้า โคโลนีแบนราบ

4. *S.aureus* ให้นำไปบ่มที่ 35±1 °C หรือ 37±1 °C นาน 24 ชม. จากนั้นนำมาบ่มต่อที่ 62±1 °C นาน 1-4ชม. แล้วจึงนำแผ่นIndicator ใส่ลงในpetrifilm ใช้แท่งแก้วรูปตัวแอล หรือใช้มือรีดเบาๆ เพื่อให้แผ่น Indicator สัมผัสกับ เนื้อเจลเต็มที่ และไล่ฟองอากาศ
5. นำไปบ่มที่35±1 °C หรือ 37±1 °C เป็นเวลา 1-3 ชม. จากนั้นนับจำนวนโคโลนีที่มีสีน้ำเงินหรือสีแดงและมีclear zoneสีชมพูล้อมรอบ

สรุป

การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนยเทียม ทำให้ทราบว่าคุณภาพที่ตรวจสอบว่ามีค่าอยู่ภายในspecที่กำหนดและสามารถที่จะทำการผลิตหรือจัดจำหน่ายต่อไปได้หรือไม่

ส่วนที่2 การตรวจสอบคุณภาพของน้ำมัน

การตรวจสอบคุณภาพที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติคือ การวิเคราะห์ปริมาณ TBHQ ในน้ำมัน โดยเครื่องHPLC(High Performance Liquid Chromatography) และการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของไขมันและน้ำมัน (FFA ,IV และ PV) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณTBHQ ในน้ำมัน

HPLC(โครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง) เป็นเทคนิคที่ได้พัฒนามาจากหลักการของโครมาโตกราฟีของเหลว ดังนั้นหลักการในการแยกสารจึงมีลักษณะเดียวกัน คืออาจเป็นแบบpartition, adsorption, ion exchang และsize exclusion(gel permeation)

Stationary phase ของHPLC เป็นอนุภาคของแข็งเล็กๆ บรรจุอยู่ภายในคอลัมน์ มีอุปกรณ์การฉีดสารอยู่ช่วงก่อนถึงคอลัมน์ ซึ่งสารที่ต้องการจะแยกจะถูกพาเข้าคอลัมน์โดยการไหลของ mobile phase ส่วนหัววัดจะอยู่ตอนปลายของคอลัมน์ และจะให้สัญญาณทางไฟฟ้าออกมา เมื่อมีสารที่ไม่ใช่ mobile phase ผ่านออกมาจากคอลัมน์ และถูกบันทึกไว้ด้วยเครื่องบันทึก

ส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องมือ

ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

1. High pressure pump ซึ่งจะปั๊มของเหลวจากreservoir เข้าสู่ระบบ และอาจมีระบบซึ่งสามารถเปลี่ยนส่วนผสมของmobile phase ได้ตามต้องการที่เวลาต่างๆ คือระบบ gradient

2. Injection loop เป็นระบบซึ่งออกแบบเพื่อใช้ฉีดสารปริมาตรที่กำหนดได้
3. Column ส่วนมากทำด้วย stainless steel เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-6 มม. และมีความยาว 5-30 ซม.ใช้บรรจุ stationary phase
4. Detector/Recorder มีอยู่หลายแบบ ซึ่งก็มีความเหมาะสมแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้

Stationary Phase

Stationary Phase ที่ใช้ใน HPLC มีได้หลายลักษณะ ที่ใช้กันมากที่สุดเป็นแบบ partition HPLC ซึ่งแบ่งออกเป็น Normal phase HPLC และ Reverse phase HPLC

A. Normal phase HPLC

Normal phase HPLC จะใช้ non-polar mobile phase ร่วมกับ polar stationary phase ซึ่งสามารถทำได้โดยให้polar liquid สร้างพันธะเคมีกับ polar solid particle ในบางครั้งจึงเรียกว่า bonded phase chromatography ตัวอย่าง bonded phase ได้แก่โครงสร้างซึ่งมีหมู่ฟังก์ชัน amino group(-NH_2), diol group(-CHOH-CH_2OH) ส่วนmobile phase ที่ใช้กันใน normal phase HPLC ได้แก่ Hexane, cyclohexane, carbon tetrachloride, chloroform, benzene และtoluene

B. Reverse phase HPLC

ใน reverse phase HPLC นี้จะใช้ polar mobile phase ร่วมกับ non-polar stationary phase ซึ่งจะอยู่ในลักษณะเป็น bonded phase เช่นเดียวกัน คือมีหมู่ฟังก์ชันเกิดพันธะเคมีกับอนุภาคของ silica คอลัมน์ประเภทนี้จะบอกจำนวนคาร์บอนที่มีอยู่ในโครงสร้างของ packing เช่น C_8 หรือ C_{18} ตัวอย่างเช่น μ -Bondapak C_{18}, Nucleosil C_8, เป็นต้น ส่วน mobile phase ที่ใช้คือน้ำ เมธานอล Acetonitrile($CH_3{\equiv}N$) และสารละลายบัฟเฟอร์กรดอะซิติก

Mobile Phase Pumping System

ระบบปั๊มที่ใช้จะต้องให้ความดันสูง(High pressure)> 5000 psi เพื่อที่จะสามารถปั๊มให้mobile phase ไหลผ่านเข้าไปในคอลัมน์ซึ่งบรรจุด้วยอนุภาคของแข็งขนาดเล็กและละเอียดมากด้วยอัตราเร็วพอสมควร ความดันที่ใช้จะต้องสม่ำเสมอเพื่อให้อัตราการไหลของ mobile phase คงที่ตลอด

ระบบ mobile phase ที่ใช้เพื่อ elute สารผสมออกจากstationary phase มีอยู่ 2 ระบบคือ isocratic elution และ gradient elution ในระบบ isocratic elution จะใช้ mobile phase เดี่ยว มีส่วนผสมเดียวตลอดการทดลอง ถ้าต้องการเปลี่ยนองค์ประกอบของ mobile phase ก็ต้องหยุดการทดลอง

เพื่อเปลี่ยน mobile phase reservoir ก่อน แล้วจึงเริ่มต้นการทดลองต่อไป ส่วนในระบบ gradient elution จะมีระบบควบคุมต่างหากทำให้สามารถเปลี่ยนชนิด หรืออัตราส่วนของส่วนผสมของmobile phase ได้ตามต้องการโดยไม่ต้องหยุดการทดลอง ซึ่งจะทำให้ไม่เสียเวลา และทำให้ประสิทธิภาพการแยกดีขึ้นด้วย

Detectors

Detectors ที่ใช้ใน HPLC มีอยู่หลายแบบคือ UV absorbance detector , Refractive index detector, Fluorescence detector และ Condectivity detector ที่นิยมใช้กันมากคือ 2 ประเภทแรก

A. UV absorbance detector

มีลักษณะเช่นเดียวกับเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์โดยทั่วไปเพียงแต่ cuvette ที่ใช้เป็น flow cell ที่สารละลายไหลผ่านไปในขณะที่ทำการวัดabsorbance โดยการปรับให้อ่านค่า absorbance เป็นศูนย์ เมื่อมี mobile phase ไหลผ่านแต่เพียงอย่างเดียว เมื่อมีสารซึ่งดูดกลืนแสง UV ผ่านออกมาจากคอลัมน์ แล้วผ่านเข้าไปใน flow cell ก็จะได้สัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งแปรผันโดยตรงกับค่า absorbance ส่งผ่านไปยังเครื่องบันทึก ทั้งนี้ระบบ monochromator ที่ใช้อาจเป็นลักษณะใช้ filter ซึ่งต้องทำงานที่ค่าความยาวคลื่นคงที่ หรืออาจเป็นแบบ scan ช่วงความยาวคลื่นที่ต้องการได้ แต่ทั้งนี้ สารที่จะแยกจะต้องดูดกลืนแสง UV และ mobile phase ที่ใช้จะต้องไม่ดูดกลืนแสง UV ในช่วงความยาวคลื่นที่ใช้จึงจะใช้ detector ชนิดนี้ได้

B. Refractive index detector

Refractive index คือค่า proportionality constant ระหว่างความเร็วแสงในสุญญากาศกับความเร็วของแสงในตัวกลาง ใน detector ชนิดนี้ ทั้งสารที่ผ่านออกมาจากคอลัมน์ และ pure mobile phase จะไหลผ่านdetector ได้สัญญาณไฟฟ้าออกมาเนื่องจากมีความแตกต่างของ refractive index เกิดขึ้น ดังนั้นเมื่อส่วนประกอบของสารละลายที่ออกจากคอลัมน์มีการเปลี่ยนแปลง ค่า refractive index ที่วัดก็จะเปลี่ยนแปลงด้วยปรากฏออกมาเป็นpeak บนโครมาโตแกรม

ข้อควรระวังในการใช้เครื่อง HPLC

1) การอุดตันของคอลัมน์

ถ้า mobile phase หรือสารละลายของตัวอย่างไม่สะอาด มีอนุภาคเจือปนอยู่ อนุภาคเหล่านั้นอาจถูกจับไว้บน stationary phase ในคอลัมน์ และอาจทำให้เกิดผลดังนี้

- ไปกีดขวาง stationary phase จากการสัมผัสโดยตรงกับสารที่ต้องการจะแยก ทำให้การแยกไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

- ต้องใช้ความดันที่สูงมาก(~ 6000psi) จึงจะดันให้ mobile phase ไหลผ่านคอลัมน์ได้ ซึ่งทำให้การใช้งานของคอลัมน์สั้นลง

ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวควรกรองตัวอย่างและ mobile phase ด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอนก่อนใช้เสมอ

2) การเกิดฟองอากาศในระบบ

ถ้าสารละลายที่ใช้มีอากาศละลายอยู่มาก ถ้าเกิดpressure drop ในระบบ แก๊สจะหลุดออกมาจากสารละลายเกิดเป็นฟองอากาศอยู่ในระบบ ทำให้การไหลของ mobile phase เป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ และทำให้ detector อ่านค่าผิดพลาดได้ ปัญหาดังกล่าวแก้ไขได้โดยการdegas ทั้งตัวอย่างและmobile phase ก่อนใช้

3) การใช้ mobile phase ที่เป็นกรดมากๆ

ถ้าใช้mobile phase ที่ค่อนข้างจะเป็นกรด(เช่นการใช้1.0M acetic aicd in 10% acetonitrile ในการแยก caffeine, saccherin, sodium benzoate ในเครื่องดื่มน้ำอัดลม) mobile phase อาจทำให้เกิดการกัดกร่อนภายในปั๊มได้ ถ้าปล่อยสารละลายดังกล่าวค้างไว้ในปั๊มเวลานานๆ ซีลภายในปั๊มอาจเสียหายทำให้เกิดการรั่วได้ วิธีการป้องกันคือ อย่าปล่อยmobile phase ที่เป็นกรดดังกล่าวค้างไว้ในปั๊มเป็นเวลานานๆ ให้ล้างระบบด้วย non-aqueous solvent ทันทีเมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้ว

โดยปกติไขมันและน้ำมันสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับอากาศ ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นหืน จึงมีการเติมสารป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ซึ่งสารป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นที่นิยมใช้คือ TBHQ

ข้อดีของการใช้ TBHQ

1. ไม่มีพิษ จึงสามารถเติมได้ในปริมาณที่เข้มข้นได้
2. สามารถเติมได้ง่าย
3. ไม่มีสี แต่สามารถเกิดสีได้ถ้าสัมผัสกับเหล็กและทองแดง
4. มีความคงตัวที่อุณหภูมิสูง

การสกัดสาร TBHQ ในน้ำมัน

วิธีการสกัดสาร TBHQ ในน้ำมัน

1. ชั่งน้ำมัน(Mix ตัวอย่างให้เข้ากัน โดยไม่ต้องให้ความร้อน) ประมาณ 20 กรัม ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งลงใน Volumetric flask 100 มล.

2. เติม N-hexane ลงไปเล็กน้อย เขย่าให้น้ำมันละลาย ถ้าไม่ละลายให้นำตัวอย่างไปให้ความร้อนเบาๆ รอให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วย N-hexane ให้ครบ 100 มล.
3. ปิเปตตัวอย่าง 20 มล. ใส่ลงใน separator
4. เติม Acetonitrile 50 มล.เพื่อสกัดTBHQ จากตัวอย่าง เขย่าแรงๆประมาณ 2 นาที โดยเปิด stopcock เพื่อปล่อยก๊าซออกเป็นระยะๆ
5. ตั้งseparator บนขาตั้ง ทิ้งไว้เพื่อให้ Acetonitrile แยกชั้น เก็บชั้นของ Acetonitrileไว้ และทำการสกัด ซ้ำอีก 3 ครั้ง
6. ถ้าAcetonitrileที่เก็บไว้มีลักษณะขุ่น ให้เติม N-hexane ลงไปเล็กน้อยเพื่อแยกน้ำมันออก
7. นำชั้น Acetonitrileที่ได้ใส่ขวดก้นกลม
8. นำไปประเหย Acetonitrile ด้วยเครื่อง Vacuum Evaporator ที่อุณหภูมิ 40 °C ให้เหลือสารในขวดก้นกลมประมาณ3-4 มล.
9. นำสารที่ระเหยแล้ว ละลายด้วย Acetonitrile โดยใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 25 มล. ปรับปริมาตรโดยใช้ Acetonitrile ให้ครบ 25 มล.
10. กรองด้วยกระดาษขนาด 0.45 ไมครอน
11. เก็บตัวอย่างไว้ในขวดแก้วขนาดเล็ก ปิดด้วยpetrifilm เพื่อรอฉีดวิเคราะห์ต่อไป

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1. ชั่งstandard TBHQ 0.1 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 50มล. เติม Acetonitrile ลงไปเล็กน้อย เขย่าให้ละลาย
2. เทลงในVolumetric flask ขนาด100 มล. ปรับปริมาตรโดยใช้ Acetonitrile ให้ครบ 100 มล.
3. ปิเปตสารมา 5 มล. ถ่ายลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มล.ปรับปริมาตรโดยใช้ Acetonitrile ให้ครบ 50 มล.
4. ปิเปตสารจากข้อ 3 จำนวน 5 มล. ถ่ายลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มล.ปรับปริมาตรโดยใช้ Acetonitrile ให้ครบ 50 มล.
5. กรองสารในข้อ3 และข้อ4 ด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน
6. เก็บstandard TBHQ ไว้ในขวดแก้วขนาดเล็ก ปิดด้วยpetrifilm เพื่อรอฉีดวิเคราะห์ต่อไป

การใช้เครื่องHPLC

1. เปิดปุ่ม POWERทุกตัว จากนั้นเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์
2. เปิดวาล์ว เพื่อไล่ฟองอากาศออกจากปั๊มAและ Bโดยหมุนวาล์วทวนเข็มนาฬิกา(ปั๊ม A เป็น น้ำ ส่วนปั๊มBเป็นเมทานอล) จากนั้นกดปุ่มPURGE
3. ปิดวาล์ว
4. ไปที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ กดLC-10 เพื่อเข้าโปรแกรม
5. ไปที่REAL TIME ANALYSIS เพื่อทำการล้างเครื่องโดยไปที่เมนูSET UP เลือก PUMP
    - ตั้งค่า FLOW RATE =1
    - ตั้งค่าB CONC. = 50

    จากนั้นกดปุ่ม OK ,กดปุ่มACTIVATE , กดปุ่ม OVEN OFF เพื่อทำการปิด ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที
6. เมื่อครบ 10 นาที ทำการปิดปั๊ม โดยกดปุ่มPUMP OFF ให้เป็นคำว่า PUMP ON
7. เปลี่ยนสารจาก น้ำกลั่น และเมทานอลเป็นMOBILE PHASE วิธีการในช่วงการเปลี่ยนเป็นสารใหม่จะต้องมีการไล่สารเก่า ให้ดึงสายส่งสาร โดยยกปลายFILLER ให้เหนือสารตัวเก่า เพื่อไล่สารตัวเก่าออกให้หมดโดยหมุนวาล์วของปั๊มทวนเข็ม(OPEN)พร้อมกดปุ่ม PURGE และนำสายส่งสารจุ่มในสารตัวใหม่
8. เมื่อทำการไล่ฟองอากาศหมดให้ปิดวาล์ว
9. ไปที่SET UPตั้ง B CONC ตามวิธีวิเคราะห์ กด OK จากนั้นกด PUMP ONเป็น PUMP OFF ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที

10 เปลี่ยน FLOW RATE ตามวิธีวิเคราะห์ ปล่อยจนกราฟคงที่

การฉีดตัวอย่าง

- ให้ล้างเข็มฉีดด้วยเมทานอล ประมาณ 3-4 ครั้ง
- ใช้เข็มฉีดดูดตัวอย่าง ทำการล้างเข็มประมาณ 3 ครั้ง
- ดูดตัวอย่างประมาณ 80 μl อย่าให้มีฟองอากาศในเข็ม
- สอดเข็มเข้าไปในตัวINJECT จากนั้นบิดวาล์วขึ้น(Load) แล้วฉีดตัวอย่างและบิดวาล์วลง (Inject)ทันที เครื่องจะเริ่ม RUN และมีเส้นกราฟปรากฏที่หน้าจอ
- ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 30 วินาที ดึงเข็มออก

การทำความสะอาดเครื่อง

1. หลังจากการใช้งาน ให้กดปุ่มPUMP OFF เปลี่ยนเป็น PUMP ON
2. เปลี่ยน MOBILE PHASE เป็นน้ำกลั่นและเมทานอล ทำตามขั้นตอน 7 และ8
3. ไปที่ SET UP -เปลี่ยน B CONC. = 25 %จากนั้นกด ACTIVATE RUNประมาณ 15 นาที
   - เปลี่ยน B CONC. = 50 % RUNประมาณ 15 นาที
   - เปลี่ยน B CONC. = 75 % RUNประมาณ 15 นาที
4. กดปุ่มPUMP OFF และออกจากโปรแกรม
5. ปิดปุ่ม POWER ทุกตัวที่เครื่อง LC-10 และที่ตัว POWER SUPPLY

** น้ำกลั่น ,เมทานอลและสารที่ใช้เป็นMOBILE PHASE ควรกรองด้วยกระดาษกรอง 0.45 ไมครอนก่อนใช้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณ TBHQ ในน้ำมัน

ตัวอย่างน้ำมันที่นำมาวิเคราะห์ จะวิเคราะห์ตามแผนการสุ่มตรวจวิเคราะห์ปริมาณ TBHQ ในน้ำมัน ของเดือนกันยายน ตุลาคมและธันวาคม แล้วเปรียบเทียบกับspecของปริมาณ TBHQตามมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรมที่กำหนดให้เติมลงในน้ำมัน

ปริมาณ Antioxidant (TBHQ) ที่มาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดให้เติมในน้ำมัน คือไม่เกิน 200 ppm ซึ่งการเติมสารTBHQในน้ำมันจะไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความต้องการของของลูกค้า แต่จะไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ผลการวิเคราะห์ปริมาณTBHQมีดังนี้

ตารางที่1 แสดงปริมาณ TBHQ ในน้ำมันที่วิเคราะห์ตามแผนการสุ่มตรวจของเดือนกันยายน

ตัวอย่างน้ำมัน	ปริมาณ TBHQ(PPM)
R-HPKO(Tank)	Not detected
R-PS(Tank)	8.09
R-PL(บรรจุขวด)	72.02
R-CO(บรรจุขวด)	Not detected
R-PL(บรรจุปี๊บ)	86.66
R-SBO(บรรจุปี๊บ)	125.47

ตารางที่2 แสดงปริมาณ TBHQ ในน้ำมันที่วิเคราะห์ตามแผนการสุ่มตรวจของเดือนตุลาคม

ตัวอย่างน้ำมัน	ปริมาณ TBHQ(PPM)
R-PO(Tank)	78.30
R-PL(Tank)	88.02
R-PL WIN (Tank)	28.83
R-SBO(บรรจุขวด)	14.48
R-SFO(บรรจุขวด)	53.89
R-PL(บรรจุปี๊บของ Special 1)	67.44
R-PL(บรรจุปี๊บของ Special 2)	67.44
R-CNO(บรรจุปี๊บ)	Not detected

ตารางที่3 แสดงปริมาณ TBHQ ในน้ำมันที่วิเคราะห์ตามแผนการสุ่มตรวจของเดือนธันวาคม

ตัวอย่างน้ำมัน	ปริมาณ TBHQ(PPM)
R-PL 1 lt	66.30
R-PL 18 lt	77.36
PS(Tank)	6.25
R-SBO(บรรจุปี๊บ 13.75 lt)	11.62
CO 1 lt	Not detected
R-HPKO(Tank)	1.36

หมายเหตุ R-PL หมายถึง น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี

R-PS หมายถึง น้ำมันปาล์มสเตียรีนผ่านกรรมวิธี

R-PO หมายถึง น้ำมันปาล์มโอเลอินผ่านกรรมวิธี

R-CO หมายถึง น้ำมันข้าวโพดผ่านกรรมวิธี

R-CNO หมายถึง น้ำมันมะพร้าวผ่านกรรมวิธี

R-HPKO หมายถึง น้ำมันปาล์มเนื้อในผ่านกรรมวิธี

R-SBO หมายถึง น้ำมันถั่วเหลืองผ่านกรรมวิธี

R-SFO หมายถึง น้ำมันเมล็ดทานตะวันผ่านกรรมวิธี

สรุป

จากspec ของปริมาณTBHQ ที่เติมในน้ำมันคือ 200 ppm MAX พบว่า ปริมาณ TBHQ ในน้ำมันที่วิเคราะห์ได้ ตามแผนการสุ่มตรวจของเดือนกันยายน, ตุลาคมและธันวาคมมีค่าอยู่ในspecที่กำหนด และน้ำมันที่ไม่ได้เติมสาร Antioxidant ก็ตรวจไม่พบสารTBHQ

นอกจากจะได้วิเคราะห์ปริมาณ TBHQ ตามแผนการสุ่มตรวจแล้ว ยังได้วิเคราะห์ปริมาณ TBHQ ในน้ำมันตามที่ได้รับมอบหมายนอกเหนือจากแผนการสุ่ม โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณTBHQ ในน้ำมัน ที่ได้รับมอบหมายให้วิเคราะห์

ตัวอย่าง	ปริมาณTBHQ (PPM)
R-PO(Tank 1)	48.81
R-PO(วันที่ 1/10/45)	126.52
R-PO(Tank 69 วันที่1/10/45)	38.12
R-PO(Tank 70 วันที่ 1/10/45)	85.52
R-PO(Tank 2 วันที่ 2/10/45)	81.16
R-PO(Tank 69 วันที่ 7/10/45)	24.65
R-PO(Tank 70 วันที่ 7/10/45)	78.30
R-PO(Tank 69 วันที่ 21/10/45)	37.45
R-PO(Tank 70 วันที่ 21/10/45)	65.36
R-PO(Tank 2 วันที่ 22/10/45)	63.88
R-PO(NT3 ส่วนบน วันที่ 7/11/45)	124.99
R-PO (NT3 ส่วนล่าง วันที่ 7/11/45)	175.33
R-PO(NT3 วันที่ 9/11/45)	144.85
R-PO(Bom วันที่ 11/11/45)	137.99
R-PO(Drain วันที่ 11/11/45)	136.78
R-PO(Tank10 ส่วนบน วันที่ 14/11/45)	136.71
R-PO(Tank10 ส่วนล่าง วันที่ 14/11/45)	145.01
R-PO (NT3 ส่วนบน วันที่ 19/11/45)	198.05
R-PO (NT3 ส่วนล่าง วันที่19/11/45)	150.14
R-PO (Tank10 ส่วนบน วันที่ 19/11/45)	103.16

ตัวอย่าง	ปริมาณTBHQ (PPM)
R-PO(Tank10 ส่วนล่าง วันที่ 19/11/45)	104.37
R-PO	142.55
R-PO(Bom วันที่ 20/11/45)	202.73
R-PO(Drain วันที่ 20/11/45)	199.63

สรุป

จากspec ของปริมาณTBHQ ที่เติมในน้ำมันคือ 200 ppm MAX พบว่า ปริมาณ TBHQ ในน้ำมันที่ได้รับมอบหมายให้วิเคราะห์ มีค่าอยู่ในspecที่กำหนด

2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของไขมันและน้ำมัน

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี เพื่อบ่งชี้ชนิดและคุณภาพของไขมันและน้ำมัน ได้แก่การวิเคราะห์ FFA IV และ PV โดยมีรายละเอียดดังนี้

วิธีวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณภาพของน้ำมัน

1.การหา%FFA(Free Fatty Acid)

ใช้หาปริมาณกรดไขมันอิสระในตัวอย่างน้ำมันที่ผ่านการRefine Bleaching และ Deodurization เป็นการตรวจสอบการสลายตัวและการหืนของไขมันและน้ำมัน

วิธีการวิเคราะห์FFA

1. ผสมphenolpthalien 1% และNaOH ลงในแอลกอฮอล์ 50 มล. จะเกิดสีชมพูอ่อนอย่างถาวร
2. ชั่งน้ำมันประมาณ 20 กรัม เติมแอลกอฮอล์ในข้อ1 ลงไปในตัวอย่าง ให้มีปริมาตร 50 มล.
3. ตั้งไว้บน Hot plate ให้ได้อุณหภูมิ55-60 $^{\circ}$C ประมาณ 3-4 นาที
4. นำมาหยด phenolpthalien แล้วไทเทรตกับNaOH (ด่างอ่อน) จนเกิดสีชมพูอ่อน(เหนือชั้นของน้ำมัน)

การคำนวณ

%FFA = [mlNaOH x N NaOH x28.2]/wt of sample

**ค่าคงที่ 28.2 สำหรับน้ำมันปาล์ม ,ถั่วเหลือง,ข้าวโพด(ในรูปPalmitic acid)

ค่าคงที่ 20 สำหรับน้ำมันมะพร้าว(ในรูป Lauric acid)

2.การหาค่าไอโอดีน(Iodine value,IV)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อชี้บ่งจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมัน ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ที่ผสมรวมกันอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์จะทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนที่มากเกินพอและทราบปริมาณที่แน่นอน ไอโอดีนจะถูกabsorbเข้าไปที่ตำแหน่งพันธะคู่ ปฏิกิริยานี้จะเกิดอย่างช้าๆ ในที่มืด ถ้ามีจำนวนพันธะคู่มากไอโอดีนจะถูกabsorbมาก หลังจากนี้หาปริมาณไอโอดีนที่เหลือ เพื่อคำนวณหาปริมาณไอโอดีนที่ถูกabsorbไป

วิธีการวิเคราะห์ค่าIV

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างไม่เกิน 1กรัม(น้ำมันถั่วเหลือง,ข้าวโพด ชั่งประมาณ0.3 กรัม)
2. เติมC_2Cl_4 เพื่อละลายไขมันประมาณ 10 มล
3. เติมWijs 20 มล.
4. เติมMercuric 10 มล.
5. ปิดฝา และเขย่า
6. ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 3-5 นาที
7. เติมKI 15 % 10 มล. และน้ำกลั่น 30 มล.
8. ไทเทรตกับ$Na_2S_2O_3$ (โซเดียมไทโอซัลเฟต)จนได้สีเหลืองอ่อน แล้วหยดน้ำแป้ง จะเกิดสีดำ
9. ไทเทรตอีกครั้งจนได้สีขาว
10. Blankทำได้โดยวิธีข้างต้น แต่ไม่มีตัวอย่าง

การคำนวณ

$$IV = [(\text{ml Blank-ml Sample}) \times N\ Na_2S_2O_3 \times 12.69] / \text{wt of sample}$$

3.การหาค่า PV

ค่าเปอร์ออกไซด์ เป็นการวัด degree of lipid oxidation โดยการหาปริมาณออกไซด์ที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน สารเปอร์ออกไซด์จะเกิดขึ้นในไขมันหรือน้ำมันอย่างช้าๆ ในระหว่างที่ไขมันหรือน้ำมันถูกเก็บไว้ให้สัมผัสกับอากาศ เรียกว่าเกิด oxidative rancidity เป็นการเกิด autoxidation ขึ้นกับพันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ดังนั้นไขมันหรือน้ำมันที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบอยู่ในโมเลกุลมาก หรือมีค่าไอโอดีนสูง จะเกิด oxidative rancidity ได้ง่าย จึงนิยมวัดค่าเปอร์ออกไซด์ เพื่อใช้ชี้บอกการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันและน้ำมัน เพราะเปอร์ออกไซด์เป็น intermediate ของปฏิกิริยา autoxidation การวิเคราะห์หาPV เป็นปฏิกิริยาของสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ในสารละลายกรด

กับ bound oxygen ที่เกิดจากเปอร์ออกไซด์ได้เป็นไอโอดีนอิสระ ซึ่งจะหาปริมาณไอโอดีนอิสระที่เกิดขึ้นได้โดยนำไปไทเทรตกับ $Na_2S_2O_3$(โซเดียมไทโอซัลเฟต) โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์

วิธีการวิเคราะห์ค่าPV

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 4-5 กรัม
2. เติม PV Solution (Acetic-Chloroform 3:2)
3. เติมKI อิ่มตัว 0.5 มล.
4. เขย่านาน 1 นาที
5. เติมน้ำ 50 มล
6. หยดน้ำแป้ง 2-3 หยด
   -ถ้าไม่เกิดสีดำ PV = 0
   -ถ้าเกิดสีดำให้ไทเทรตกับ $Na_2S_2O_3$ จนได้สีขาว

การคำนวณ

$$PV = [\text{ml } Na_2S_2O_3 \times N\ Na_2S_2O_3 \times 1000] / \text{wt of sample}$$

สรุป

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำมัน ทำให้ทราบคุณภาพทางเคมีที่ตรวจสอบ และทำให้ทราบว่าน้ำมันนั้นสามารถที่จะนำไปใช้ผลิตได้หรือไม่

นอกจากการปฏิบัติงานด้านการตรวจสอบคุณภาพของเนยเทียมและน้ำมันแล้ว ยังได้รับมอบหมายให้ทำการสอบเทียบ(Calibration)เครื่องแก้ววัดปริมาตร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การสอบเทียบเครื่องแก้ว

การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ,วิจัยหรือพัฒนา เครื่องแก้ววัดปริมาตรเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นอย่างมากต่อการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ นักเคมี นักวิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะต้องมีความมั่นใจในความถูกต้องแม่นยำในการใช้งานที่จะมีผลต่อการวิเคราะห์/ทดสอบ และผลวิจัยและพัฒนา ดังนั้นการสอบเทียบเครื่องแก้วจึงมีความสำคัญ สำหรับห้องปฏิบัติการ และได้รับมอบหมายให้ทำการสอบเทียบเครื่องแก้ววัดปริมาตร ได้แก่ ขวดวัดปริมาตร บิวเรต และปิเปต

การสอบเทียบ(Calibration) หมายถึง การดำเนินการทางมาตรวิทยาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าชี้บอกโดยเครื่องวัดหรือระบบการวัด หรือค่าที่แสดงโดยเครื่องวัดที่เป็นวัสดุกับค่าสมนัยที่รู้

ของปริมาณที่วัดภายใต้ภาวะที่บ่งไว้ การสอบเทียบทำให้สามารถประมาณค่าผิดพลาดของการชี้บอกของเครื่องวัด

เครื่องแก้ววัดปริมาตรของเหลว(Volumetric Glassware)

เครื่องแก้ววัดปริมาตรของเหลว(Volumetric Glassware) ได้แก่

1. ขวดวัดปริมาตร(Volumetric Flask)
2. ปิเปต(Pipette)
    - ปิเปตชนิดไมโคร(Micropipet)
    - ปิเปตชนิดมีขีดย่อยแบ่งปริมาตร(Measuring pipette)
    - ปิเปตวัดปริมาตร(Volumetric pipette)
3. บิวเรต(Burette)
4. ขวดวัดความถ่วงจำเพาะ(Specific Gravity Bottle)
5. กระบอกตวง

การใช้เครื่องแก้ววัดปริมาตร

1. ขวดวัดปริมาตร ใช้สำหรับเตรียมสารละลายที่ต้องการความเข้มข้นที่แน่นอน เช่นสารละลายตัวอย่าง สารละลายมาตรฐาน
2. ปิเปต เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรที่แน่นอนของของเหลว ใช่ในการถ่ายของเหลวจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง
3. บิวเรต เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรของเหลวใช้ในการไทเทรต(Titration)
4. ขวดวัดความถ่วงจำเพาะ ใช้สำหรับวัดความถ่วงจำเพาะของเหลวโดยบรรจุของเหลวในขวดจนเต็ม ปิดจุกขวด นำไปชั่งน้ำหนัก
5. กระบอกตวง เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรของเหลวที่ไม่ต้องการความแม่นสูง ใช้ในการถ่ายของเหลวจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง

เครื่องแก้วสามารถแบ่งตามวิธีใช้หรือวิธีสอบเทียบเครื่องแก้วได้เป็น

1. เครื่องแก้วสำหรับบรรจุ(To Contain) ใช้ตัวย่อTC หรือ C เช่นขวดวัดปริมาตร ขวดวัดความถ่วงจำเพาะ
2. เครื่องแก้วสำหรับถ่ายของเหลว(To Deliver) ใช้ตัวย่อ TD หรือ D เช่นปิเปต บิวเรต กระบอกตวง

ชั้นคุณภาพของเครื่องแก้ว(Grade of volumetric glassware)

Class A คือ เครื่องแก้วที่มีความแม่นสูง มีค่าTolerance ต่ำใช้สำหรับงานวิเคราะห์ หรือการทดสอบที่ต้องการความแม่นสูง

Class B คือ เครื่องแก้วที่มีความแม่นต่ำกว่า และมีค่า Tolerance เป็นสองเท่าของ Class A

สาเหตุที่อาจทำให้ปริมาตรของเครื่องแก้วเปลี่ยนแปลง

1. เกิดการตกค้างของสารเคมีที่ล้างไม่ออก
2. รอยขีดข่วนที่เกิดจากการล้างไม่ถูกวิธี
3. รอยกัดกร่อนจากสารเคมี, ด่างแก่ที่ร้อน
4. เกิดการขยายตัวเนื่องจากใช้งานที่อุณหภูมิสูง

การสอบเทียบเครื่องแก้ว

วัตถุประสงค์ : เพื่อหาปริมาตรจริงของเครื่องแก้วที่อุณหภูมิอ้างอิง

หลักการในการสอบเทียบเครื่องแก้ว คือ หาปริมาตรเครื่องแก้วโดยวิธีการชั่งน้ำหนักของน้ำบริสุทธิ์ที่บรรจุในเครื่องแก้วชนิด TC หรือที่ถ่ายออกจากเครื่องแก้วชนิด TD ที่อุณหภูมิอ้างอิง

ข้อจำกัดในการสอบเทียบเครื่องแก้ว

- เครื่องแก้วต้องสะอาด
- อุณหภูมิห้องจะเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 1 °C /ชม.
- อุปกรณ์ /น้ำกลั่นต้องมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง

ในการสอบเทียบเครื่องแก้ว เครื่องแก้วที่ทำการสอบเทียบคือขวดวัดปริมาตร ,บิวเรต, ปิเปตวัดปริมาตร และปิเปตชนิดที่มีขีดแบ่งย่อยปริมาตร ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติในการสอบเทียบดังนี้

วิธีการสอบเทียบเครื่องแก้ว

1. ขวดวัดปริมาตร(Volumetric Flask) ชนิด TC
    1. ชั่งขวดวัดปริมาตรพร้อมจุกปิดที่สะอาดและแห้ง บันทึกน้ำหนัก
    2. เทน้ำกลั่นจากบีกเกอร์ใส่ในขวดวัดปริมาตร โดยใช้กรวยแก้วช่วยให้ก้านกรวยอยู่ต่ำกว่าขีดวัดปริมาตร เพื่อไม่ให้น้ำเกาะติดคอขวดเหนือขีดวัดปริมาตร จนระดับน้ำต่ำกว่าขีดกำหนดปริมาตรเล็กน้อย ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที
    3. ใช้หลอดหยด(Dropper) หรืออุปกรณ์อื่นที่เหมาะสม เช่น ปิเปต, บิวเรต เติมน้ำกลั่นลงในขวดจนกระทั่งถึงขีดกำหนดปริมาตร โดยให้ส่วนโค้งล่างของน้ำสัมผัสกับขอบบนของขีดกำหนดปริมาตร
    4. ปิดจุกขวดชั่งน้ำหนักขวดวัดปริมาตรที่บรรจุน้ำ บันทึกน้ำหนัก
    5. วัดอุณหภูมิน้ำในบีกเกอร์
    6. คำนวณหาปริมาตรของขวดวัดปริมาตรที่อุณหภูมิอ้างอิง
    7. ทำการทดลองซ้ำ 6 ครั้ง

2. บิวเรต(Burette)
    1. ใช้ขาตั้งจับบิวเรตในแนวตั้งยึดตัดกับขาตั้งกรณีที่บิวเรตขนาดเล็กบรรจุเทอร์โมมิเตรร์ ไม่ได้ใช้ขาตั้งจับหลอดทดลองขนาดกลาง ซึ่งสามารถบรรจุเทอร์โมมิเตอร์ได้ยึดด้วยขาตั้งอันเดียวกัน
    2. บรรจุน้ำลงในบิวเรตให้สูงกว่าขีดศูนย์ประมาณ 10 มม. เปิดStopcock เพื่อปรับระดับน้ำให้อยู่ที่ขีดศูนย์ แตะปลายบิวเรตกับผนังด้านในของภาชนะ เพื่อขจัดหยดน้ำที่ปลายบิวเรต ต้องไม่มีฟองอากาศอยู่ในปลายบิวเรต
    3. เทน้ำกลั่นลงในหลอดทดลอง บันทึกอุณหภูมิของน้ำจากหลอดทดลอง
    4. ชั่งน้ำหนักของขวดชั่งสารพร้อมฝาปิดที่สะอาดและแห้ง
    5. เปิดStopcock เต็มที่ ปล่อยน้ำให้ไหลลงในขวดชั่งสาร โดยให้ปลายบิวเรตสัมผัสผนังด้านในของขวดชั่งเพื่อขจัดหยดน้ำที่ปลายบิวเรต
    6. ปิดฝาขวดชั่ง ชั่งน้ำหนักของขวดชั่งที่บรรจุน้ำ
    7. คำนวณหาปริมาตรน้ำที่อุณหภูมิอ้างอิง
    8. เติมน้ำกลั่นและปรับระดับให้อยู่ที่ขีดศูนย์ เพื่อตรวจสอบปริมาตรช่วงอื่นๆ การทดสอบแต่ละ

        ช่วงต้องเริ่มจากศูนย์เสมอ
    9. บันทึกอุณหภูมิของน้ำอีกครั้ง สำหรับการสอบเทียบปริมาตรช่วงต่อไป 6 ครั้ง
3. ปิเปตวัดปริมาตร(Volumetric pipette)
    1. ชั่งน้ำหนักของขวดชั่งสาร(Weighting flask) พร้อมฝาปิด ที่สะอาดและแห้ง บันทึกน้ำหนักหรือปรับน้ำหนักให้เป็นศูนย์(กรณีที่เครื่องชั่งมีระบบ Tare)
    2. ดูดน้ำกลั่นจากบีกเกอร์เข้าในปิเปต โดยใช้อุปกรณ์ช่วยดูด จนกระทั่งระดับน้ำสูงกว่าขีดกำหนดปริมาตรเล็กน้อยใช้กระดาษทิชชูหรือกระดาษกรอง ซับปลายปิเปตด้านนอก
    3. ปรับระดับน้ำให้อยู่ที่ขีดกำหนดปริมาตร โดยให้ปิเปตอยู่ในแนวตั้ง ปลายปิเปตสัมผัสผนังด้านในของภาชนะรองรับและส่วนโค้งล่างของน้ำสัมผัสกับขอบบนของขีดกำหนดปริมาตร
    4. ปล่อยน้ำให้ไหลลงในขวดชั่งสาร โดยให้ปิเปตอยู่ในแนวตั้งปลายปิเปตสัมผัสด้านในของขวดชั่งสารจนกระทั่งน้ำหยุดไหล
    5. ปล่อยปิเปตไว้ในลักษณะเดิมอีก 2 วินาที แล้วจึงนำปิเปตออจากขวดชั่งสาร

6. ปิดจุกขวดชั่ง ชั่งน้ำหนักขวดชั่งที่บรรจุน้ำ บันทึกน้ำหนัก
7. วัดอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์
8. คำนวณหาปริมาตรของปิเปตที่อุณหภูมิอ้างอิง
9. ทำการทดลองซ้ำ 6 ครั้ง

4. ปิเปตชนิดที่มีขีดแบ่งย่อยปริมาตร(Measuring pipette)
    1. ชั่งน้ำหนักของขวดชั่งสาร(Weighting flask) พร้อมฝาปิด ที่สะอาดและแห้ง บันทึกน้ำหนักหรือปรับน้ำหนักให้เป็นศูนย์(กรณีที่เครื่องชั่งมีระบบ Tare)
    2. ดูดน้ำกลั่นจากบีกเกอร์เข้าในปิเปต โดยใช้อุปกรณ์ช่วยดูด จนกระทั่งระดับน้ำสูงกว่าขีดกำหนดปริมาตรเล็กน้อยใช้กระดาษทิชชูหรือกระดาษกรอง ซับปลายปิเปตด้านนอก
    3. ปรับระดับน้ำให้อยู่ที่ขีดกำหนดปริมาตร โดยให้ปิเปตอยู่ในแนวตั้ง ปลายปิเปตสัมผัสผนังด้านในของภาชนะรองรับและส่วนโค้งล่างของน้ำสัมผัสกับขอบบนของขีดกำหนดปริมาตร
    4. ปล่อยน้ำให้ไหลลงในขวดชั่งสาร โดยให้ปิเปตอยู่ในแนวตั้งปลายปิเปตสัมผัสผนังด้านในของขวดชั่งสารจนกระทั่งระดับน้ำสูงกว่าปริมาตรที่ต้องการ ปล่อยปิเปตไว้ในลักษณะเดิมอีก 2 วินาที แล้วจึงนำปิเปตออกจากขวดชั่งสาร
    5. ปิดจุกขวดชั่ง ชั่งน้ำหนักขวดชั่งที่บรรจุน้ำ บันทึกน้ำหนัก
    6. วัดอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์
    7. คำนวณหาปริมาตรของปิเปตที่อุณหภูมิอ้างอิง
    8. ทำการทดลองซ้ำ 6 ครั้ง
    9. เติมน้ำกลั่นและปรับระดับให้อยู่ที่ขีดศูนย์เพื่อตรวจสอบปริมาตรช่วงอื่นๆการทดสอบแต่ละช่วงต้องเริ่มจากศูนย์เสมอ
    10. บันทึกอุณหภูมิของน้ำอีกครั้ง สำหรับการสอบเทียบปริมาตรช่วงต่อไป

เอกสารอ้างอิง : การสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่องการสอบเทียบเครื่องแก้วปริมาตร ณ ศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อม สถาบันส่งเสริมเทคโนโลยี ในนามสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย - ญี่ปุ่น)

สรุปผลการสอบเทียบเครื่องแก้ว

จากตารางสรุปผลการสอบเทียบเครื่องแก้ววัดปริมาตรของเหลวในภาคผนวก ซึ่งได้แก่ ขวดวัดปริมาตร ปิเปต และบิวเรต เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าUncertainty และค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้(Tolerance)พบว่า อุปกรณ์เครื่องแก้วทุกชนิดที่ทำการสอบเทียบมีค่า Uncertaintyน้อยกว่าค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้(Tolerance) แสดงว่า เครื่องแก้วที่ทำการสอบเทียบสามารถวัดปริมาตรของเหลวที่อุณหภูมิอ้างอิงได้ตามปริมาตรที่กำหนด และช่วยควบคุมและลดความคลาดเคลื่อนที่เป็นผลมาจากเครื่องแก้วที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย

บทที่ 3

สรุปผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานในบริษัทล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ในแผนกควบคุมคุณภาพ นั้นส่งผลให้เกิดประโยชน์ในหลายๆ ด้านดังนี้

1. ด้านสังคม
   - ได้รู้จักบุคคลต่างๆ มากขึ้นทั้งในแผนกและต่างแผนก
   - ได้เข้าใจถึงลักษณะของการทำงานจริง และชีวิตประจำวันในการทำงาน
   - ได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น
2. ด้านทฤษฎี
   - ได้รับความรู้เพิ่มเติมในเรื่องการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของเนยเทียม,น้ำมันและไขมัน
   - ได้ทราบและเข้าใจ ถึงกระบวนการผลิตเนยเทียมมากยิ่งขึ้น
3. ด้านปฏิบัติ
   - ได้ฝึกปฏิบัติในการวิเคราะห์คุณภาพเนยเทียม,น้ำมันและไขมันที่ผลิตขึ้นในบริษัท
   - ได้ฝึกปฏิบัติและทำการวิเคราะห์ปริมาณ TBHQ โดยเครื่อง HPLC(High Performance Liquid Chromatography)
   - ได้ฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับการวิเคราะห์ Fatty Acid Profileของน้ำมัน ด้วยเครื่อง GC(Gas Chromatography)

บทที่ 4

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการที่ได้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการแผนกควบคุมคุณภาพ มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. อุปกรณ์และเครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการยังมีไม่เพียงพอ และอุปกรณ์เครื่องแก้วที่แตกแล้ว ควรงดใช้เพราะอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้
2. ชุดอุปกรณ์การหา FFA IV PV เช่นปิเปต บิวเรต จุกยาง ควรล้างทำความสะอาดอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรก ซึ่งมีผลต่อค่าที่วิเคราะห์ได้
3. สารเคมีที่มีอันตราย ควรมีป้ายบอกอย่างชัดเจนและมีวิธีการปฏิบัติ เมื่อใช้และได้รับอันตรายจากสารเคมีนั้น
4. บริเวณที่เก็บตัวอย่าง เพื่อรอตรวจสอบและบริเวณที่เก็บตัวอย่างที่ตรวจสอบแล้ว ควรแยกออกจากกัน เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย และไม่สับสน
5. ชั้นเก็บตัวอย่างน้ำมันนอกจากจะมีการแยกตามเดือนแล้ว ควรมีการแยกตามชนิดของน้ำมันด้วย ส่วนเนยควรแยกเก็บตามชนิดและตราของผลิตภัณฑ์ เพื่อการค้นหาที่ง่ายและสะดวกขึ้น
6. ควรจัดพื้นที่และอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ให้เพียงพอ
7. ปรับปรุงหรือติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่ม เนื่องจากตั้งแต่ช่วงสายเป็นต้นไป อากาศในห้องปฏิบัติการร้อนมาก ซึ่งทำให้พนักงานไม่มีสมาธิ และไม่กระตือรือร้นในการทำงาน

ภาคผนวก

งานอื่น ๆที่ได้รับมอบหมาย

ได้รับมอบหมายให้วิเคราะห์Fatty acid profile ของน้ำมัน โดยใช้เครื่อง GC(Gas Chromatography)

เครื่องGC(Gas Chromatography)

GC เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับแยกสารผสม โดยการเปลี่ยนสารผสมให้กลายเป็นสถานะแก๊สที่อุณหภูมิใดๆ แล้วใช้แก๊สอีกตัวหนึ่งเป็นตัวพาให้สารที่อยู่ในสถานะแก๊สข้างต้นวิ่งผ่านไปตามคอลัมน์ ซึ่งบรรจุไว้ด้วยสสารที่เป็นเฟสคงที่แล้วเกิดการแยกตัวขึ้น

วิธีการทางGCแบ่งได้เป็น 2 ชนิด

1. Gas Solid Chromatography; GSC

   สารที่เป็นสถานะของแข็งที่มีคุณสมบัติเป็นตัวดูดซับ โดยที่ไม่มีของเหลวเคลือบอยู่ การใช้งานด้วยวิธีนี้ค่อนข้างน้อย เพราะใช้กับสารผสมที่เป็นแก๊ส หรือสารที่เป็นโมเลกุลเล็กๆเท่านั้น ดังนั้นคอลัมน์ที่ใช้จึงบรรจุด้วย Active Solid เช่นSilica gel, Alumina, Activated carbon เป็นต้น

2. Gas Liquid Chromatography; GLC

   สารผสมที่เป็นแก๊ส เมื่อผ่านคอลัมน์จะสามารถแยกจากกันได้ด้วยการกระจายตัวที่แตกต่างกันของแก๊ส ระหว่างเฟสเคลื่อนที่กับเฟสที่มีของเหลวฉาบอยู่

องค์ประกอบหลักของGC

1) ถังแก๊สที่ใช้บรรจุแก๊สพา(Carrier gas)

   แก๊สพาที่ใช้สำหรับพาสารตัวอย่างที่ถูกทำให้เป็นไอหรือแก๊สเฟสที่Injector ให้เข้าสู่คอลัมน์ แก๊สพาที่ใช้ต้องมีการควบคุมอัตราการไหล(Flow rate)ให้คงที่อยู่เสมอ อัตราการไหลของแก๊สพามีส่วนสำคัญต่อการวิเคราะห์ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ แก๊สพาที่นิยมใช้ได้แก่ N_2 ,H_2 หรือ He

ลักษณะที่ดีของแก๊สพา

1. ควรมีคุณสมบัติเฉื่อย เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยากับสารตัวอย่างหรือตัวทำละลายหรือเฟสคงที่
2. ควรเป็นแก๊สที่มีการแพร่น้อยและมีมวลโมเลกุลต่ำ
3. สามารถจัดหาได้ง่ายและมีความบริสุทธิ์สูง
4. ราคาไม่แพง

2) ส่วนที่ใช้ควบคุมการไหลของแก๊สต่างๆ (Flow Rate Control) ได้แก่ H_2 O_2 N_2 ฯลฯ

3) ส่วนที่จะฉีดสารตัวอย่างเข้าไป(Injector port)

การฉีดตัวอย่างเข้าไปในเครื่อง มักจะให้ Microsyringe ฉีดพ่นไปยังปลายคอลัมน์สารตัวอย่างจะถูกเปลี่ยนให้เป็นไอด้วยความร้อนจากHeater การฉีดตัวอย่างควรกระทำอย่างรวดเร็วเพื่อให้ตัวอย่างกระจายที่ผนังของคอลัมน์และเพื่อไม่ให้สารตัวอย่างเกาะที่ปลายเข็มแล้วส่งผลให้การวิเคราะห์ไม่แน่นอน

อุณหภูมิโดยทั่วไปของInjector ควรสูงพอที่จะต้องให้สารกลายเป็นไอ และสูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดของคอลัมน์ประมาณ 20 °C แต่ต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดของคอลัมน์ที่กำหนด

4) ตู้อบ(Oven)

ตู้อบจะใช้อุณหภูมิประมาณ 220 °C ซึ่งอุณหภูมิต้องไม่เกินอุณหภูมิสูงสุดของ stationary phase ที่ใช้

5) คอลัมน์(Column)

เมื่อแก๊สผสมหรือไอของสารที่ปนกันอยู่ในสารตัวอย่างไหลผ่านคอลัมน์ สารที่บรรจุอยู่ในคอลัมน์จะทำหน้าที่เป็นตัวแยกแก๊สหรือไอผสมเหล่านี้ออกเป็นส่วนๆ

- Packed Column มีอยู่ 2 ชนิดคือ
    1. *Partition Column* เป็นคอลัมน์เปล่าที่บรรจุด้วยอนุภาคของแข็งซึ่งมีสมบัติเฉื่อย ฉาบผิวด้วยสารอินทรีย์ที่เรียกว่า Liquid phase
    2. *Adsorption Column* เป็นคอลัมน์ที่บรรจุด้วยอนุภาคของสารดูดซับ เช่น Alumina, Activated carbon, Silica gel
- Capillary Column เป็นคอลัมน์ที่มีลักษณะเป็นหลอดรูเล็กๆกลวง ทำด้วยเหล็กกล้า หรือเหล็กไร้สนิม,แก้ว,Quartz ภายในฉาบด้วย Liquid phase เป็นฟิล์มบางๆตลอดรูเล็กๆ คอลัมน์ชนิดนี้ถึงแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพของคอลัมน์ต่อหน่วยความยาวค่อนข้างต่ำ แต่สามารถใช้คอลัมน์ยาวมากได้ เพราะมีPressure Drop เพียงเล็กน้อย ดังนั้นเมื่อใช้คอลัมน์ยาวมากๆจึงทำให้ประสิทธิภาพในการแยกมีค่าสูงและเมื่อใช้ภาวะที่เหมาะสมแล้ว Capillary Column จะมีประสิทธิภาพในการแยกดีที่สุด

6) ตัวตรวจสอบ(Detector)

เป็นส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์สารที่ถูกแยกออกจากกันหลังจากไหลออกมาจากคอลัมน์ ดังนั้นDetector จึงต้องมีลักษณะเฉพาะที่สามารถให้สัญญากับสารต่างๆได้ ให้ความไวที่สูงพอมีการตอบสนองที่ดีในช่วงความเข้มข้นของสารที่กว้าง Detector ที่ใช้คือFID

7) ส่วนประมวลข้อมูล

เมื่อสัญญาณจากdetectorถูกส่งเข้าไปใน เครื่องประมวลผลซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญที่สามารถจะนำไปใช้เพื่อการตรวจพิสูจน์สารหรือหาปริมาณของสารได้ มี 3 ประการด้วยกันคือ

1. เวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ผ่านคอลัมน์จากจุดเริ่มต้นถึงจุดสูงสุดของพีค ซึ่งเรียกว่า Retention Time ที่ได้จากโครมาโตแกรม สามารถนำไปใช้ในการทำคุณภาพวิเคราะห์ได้
2. ขนาดของพีค ซึ่งอาจเป็นพื้นที่หรือความสูงสามารถนำไปใช้ในการทำปริมาณวิเคราะห์
3. ลักษณะของพีคที่ได้จากโครมาโตแกรม ใช้เป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

วิธีการสกัดตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างสำหรับน้ำมันทั่วไป(สำหรับ Crude oil,Hydrogenated oil,RBD oil)

1. ให้ความร้อนกับตัวอย่าง ละลายให้เข้ากัน(ถ้าตัวอย่างไม่ใสหรือมีน้ำให้นำไปกรองผ่าน Sodium sulfate anhydrous)
2. ปิเปตตัวอย่าง 200 μl ใส่ในหลอดแก้ว เติม Iso octane 200 cc
3. เติมKOH in Methanol 200 cc เขย่าแรงๆ ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน
4. กรองส่วนใสผ่านกระดาษกรอง เก็บตัวอย่างไว้ในขวดแก้วขนาดเล็ก
5. ปิดด้วยPetrifilm เพื่อรอการฉีดต่อไป

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาการีน

1. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาการีน มีดังต่อไปนี้

1.1 มาการีน หมายถึง อาหารที่มีส่วนประกอบหลักคือ น้ำและน้ำมันที่ผสมกลมกลืนกัน(emulsion) มีลักษณะอ่อนหรือค่อนไปทางแข็งก็ได้ ผลิตจากน้ำมันและและไขมันบริโภค ซึ่งไม่ได้มาจากหรือส่วนใหญ่ไม่ได้มาจากน้ำนม

1.2 น้ำมันและไขมันบริโภค(edible oils and fats) หมายถึงอาหารซึ่งเป็นกลีเซอร์ไรด์ของกรดไขมันต่างๆที่ได้จากพืชและสัตว์ที่ได้มาตรฐานตามมาตรฐานน้ำมันและไขมันบริโภค

2. ส่วนประกอบ

2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญ

2.1.1 น้ำมันและไขมันบริโภคผลิตภัณฑ์นม

2.2 ส่วนประกอบอื่นที่อาจเติมในมาการีน

2.2.1 วิตามินเช่น วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี เป็นต้น

2.2.2 โซเดียมคลอไรด์

2.2.3 น้ำตาล(สารที่ให้ความหวานจำพวกคาร์โบไฮเดรต)

2.2.4 โปรตีนที่บริโภคได้

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 น้ำมัน และ/หรือไขมัน ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

3.2 น้ำ ต้องไม่เกินร้อยละ 16

4. วัตถุเจือปนในอาหาร

4.1 สี

สีตามรายชื่อต่อไปนี้ อนุญาตให้ใช้ได้ไม่จำกัดปริมาณ

1.1.1 เบต้า แคโรทีน(beta-carotene)

1.1.2 อันนัตโต(annatto)

1.1.3 เคอร์คิวมิน(curcumin)

1.1.4 แคนทาแซนทีน(canthaxanthine)

1.1.5 เบต้า-อะโป-8′-แคโรตีนัล(beta-apo-8′-carotenal)

1.1.6 เมทิลและเอทิลเอสเทอร์ของกรดเบต้า-อะโป-8′-แคโรตีโนอิก(methyl and ethyl ester of beta apo-8′-carotenoic acid)

1.1.7 ออยล์ เยลโลว์ จีจี(oil yellow GG)

5. สารแต่งกลิ่นและรส

สารแต่งกลิ่นและรสที่อนุญาตให้ใช้มี

5.1 สารแต่งกลิ่นและรสตามธรรมชาติ หรือสังเคราะห์ให้เหมือนธรรมชาติ ที่ไม่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค

5.2 สารแต่งกลิ่นและรส ที่ได้จากการสังเคราะห์อื่นๆ ที่ได้รับอนุญาตจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

6. สารกันเสีย(preservative)

6.1 กรดซอร์บิกและเกลือโซเดียม โปตัสเซียม คัลเซียมของกรดซอร์บิก

6.2 กรดเบนโซอิกและเกลือโซเดียม โปตัสเซียมของกรดเบนโซอิก

สารในข้อ 6.1และ 6.2 อนุญาตให้ใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ไม่เกิน 1 กรัมของกรดต่อกิโลกรัม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของน้ำมัน

น้ำมันและไขมันบริโภค

1. บทนิยาม

1.1 น้ำมันและไขมันบริโภค (edible oils and fats) หมายถึง อาหารซึ่งเป็นกลีเซอร์ไรด์ของกรดไขมันต่างๆ ที่ได้จากพืชและสัตว์ ไขมันจากสัตว์ที่ยะใช้เป็นอาหารได้จะต้องมาจากสัตว์ที่มีสุขภาพดีขณะทำการฆ่า โดยผ่านการตรวจรับรองจากเจ้าพนักงนและโรงฆ่าสัตว์ที่ได้รับอนุญาตถูกต้องตามกฎหมาย

2. ชนิด

น้ำมันและไขมันบริโภค แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

2.1 น้ำมันและไขมันบริโภคธรรมชาติ (virgin oils and fats) หมายถึง น้ำมันและไขมันบริโภคซึ่งได้จากการบีบ อัด หรือการใช้ความร้อนเท่านั้น อาจจะทำให้สะอาดได้โดยการล้าง การตั้งไว้ให้ตกตะกอน การกรอง และการหมุนเหวี่ยงเท่านั้

2.2 น้ำมันและไขมันบริโภคชนิดรีไฟน์(refined oils and fats or non-refining oils and fats) หมายถึง น้ำมันและไขมันบริโภคที่ผ่านกรรมวิธีกำจัดกรด และอาจฟอกสีกำจัดกลิ่นด้วยก็ได้

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 คุณลักษณะทั่วไป

3.1.1 สี เป็นไปตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันหรือไขมันชนิดนั้นๆ

3.1.2 กลิ่นและรส มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันและไขมันชนิดนั้นๆ และต้องไม่มีกลิ่นหืน

3.1.3 ค่าของกรด คิดเป็นมิลลิกรัมของโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อ 1 กรัม ของน้ำมันหรือไขมัน

1. น้ำมันและไขมันบริโภคธรรมชาติ ต้องไม่เกิน 4.0
2. น้ำมันและไขมันบริโภคชนิดรีไฟน์ ต้องไม่เกิน 0.6

3.1.4 ค่าเปอร์ออกไซด์ มิลลิกรัมสมมูลต่อ 1 กิโลกรัม ของน้ำมันหรือไขมัน ต้องไม่เกิน 10

4. สารกันหืน(antioxidant)

4.1 โปรปิล ออกติล และโดเดซิลกัลเลต(propyl octyl and dodecyl gallates)
อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน ต้องไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.2 บิวทิเลเตตไฮดรอกซิโตลูอีน(butylated hydroxytoluene BHT)และบิวทิเลตไฮดรอกซิอะนิโซล(butylated hydroxyanisole BHA) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.3 สารพวกกัลเลตส์รวมกับBHA และ BHT หรือทั้งสองอย่าง ต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่กัลเลตส์ต้องไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.4 อัสคอร์ลิลปาล์มิเตต(ascorbyl palmitate) และอัสคอร์บิลสเตียเรต((ascorbyl stearate) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน ต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.5 ไดลอริลไทโอไดโปรปิโอเนต(dilauryl thiodipropionate) ต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.6 โทคอฟีรอลส์ชนิดธรรมชาติและสังเคราะห์(natural and synthetic tocopherols) ไม่จำกัดปริมาณ

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานTBHQ

สมมติชั่ง ตัวอย่าง 0.1010 g ความบริสุทธิ์ของ Standard TBHQ = 99.83%

∴ TBHQ มีเนื้อสารจริงๆ = 0.1010 x (99.83/100) = 0.1008 g

= 100.8 mg

ทำการละลาย TBHQ ด้วยAcetonitrile ในVolumetric flask ให้ได้ปริมาตร 100 ml

∴ ความเข้มข้นของสารละลายTBHQ = 100.8 mg /100 ml = 1.008 mg/ml

- *เจือจางสารละลายเป็น 10 เท่า* โดยปิเปตสารละลายTHBQความเข้มข้น1.008 mg/ml มา 5 ml ใส่ใน Volumetric flask 50 ml ปรับปริมาตรให้ครบด้วยAcetonitrile

∴ ความเข้มข้นของสารละลายTBHQ ที่เจือจาง 10 เท่า เท่ากับ

(5 ml x 1.008 mg/ml) / 50 ml = 0.1008 mg/ml

- *เจือจางสารละลายเป็น 100 เท่า* โดยปิเปตสารละลายTBHQ ความเข้มข้น 0.1008 mg/ml มา5 ml ใส่ใน Volumetric flask 50 ml ปรับปริมาตรให้ครบด้วย Acetonitrile

∴ ความเข้มข้นของสารละลายTBHQ ที่เจือจาง 100 เท่า เท่ากับ

(5 ml x 0.1008 mg/ml) / 50 ml = 0.01008 mg/ml

∴ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน TBHQ ที่เจือจาง 10 เท่า (STD 1) คือ 0.1008 mg/ml

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน TBHQที่เจือจาง 100 เท่า (STD 2) คือ 0.01008mg/ml

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างTBHQ

สมมติชั่งน้ำมัน 20 g = 20000 mg ใส่ใน Volumetric flask 100 ml

- ละลายด้วย N-hexane ปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml ∴ ความเข้มข้นของสารละลายตัว อย่าง เท่ากับ 20000 mg / 100 ml = 200 mg/ml

- ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 20 ml สกัดแล้วละลายด้วยAcetonitrile จากนั้นใส่ใน Volumetric flask 25 ml ปรับปริมาตรให้ครบด้วย Acetonitrile

∴ ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างเท่ากับ (200 mg/ml x 20 ml)/ 25 ml = 160mg/ml

ตารางที่ 5 สรุปผลการสอบเทียบเครื่องแก้ววัดปริมาตรของเหลว

วันที่	ลำดับที่	อุปกรณ์	ยี่ห้อ	Class	Serial No.	ช่วงการสอบเทียบ (ml)	ค่าความละเอียดที่วัดได้(ml)	ค่าความผิดพลาด (ml)	ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับ	Uncertainty	ผลการสอบเทียบ
05/09/2002	1	Volumetric burette 10 ml	Witeg	B	BU/001	10	0.02	0.0281	0.04	0.0226	ผ่าน
	2	Volumetric burette 10 ml	Witeg	B	BU/001	5	0.02	0.0006	0.04	0.0184	ผ่าน
	3	Volumetric burette 25 ml	Witeg	B	BU/002	25	0.05	0.0289	0.06	0.0119	ผ่าน
	4	Volumetric burette 25 ml	Witeg	B	BU/002	12.5	0.05	0.0752	0.06	0.0335	ผ่าน
	5	Volumetric burette 50 ml	Witeg	B	BU/003	50	0.1	0.0828	0.1	0.0169	ผ่าน
	6	Volumetric burette 50 ml	Witeg	B	BU/003	25	0.1	0.0417	0.1	0.0061	ผ่าน
	7	Volumetric pipette 10 ml	Witeg	B	P1/002	10	-	0.321	0.04	0.0375	ผ่าน
	8	Volumetric pipette 20 ml	Witeg	B	P1/003	20	-	0.0207	0.06	0.0262	ผ่าน
	9	Volumetric pipette 25 ml	Witeg	B	P1/004	25	-	0.0783	0.06	0.011	ผ่าน
	10	Measuring pipette 1 ml	Witeg	B	P1/001	1	0.01	0.0104	0.01	0.0068	ผ่าน
	11	Measuring pipette 1 ml	Witeg	B	P1/001	0.5	0.01	0.002	0.01	0.001	ผ่าน
	12	Volumetric flask 10 ml	Pyrex	A	VO/001	10	-	0.432	0.02	0.0021	ผ่าน
	13	Volumetric flask 50 ml	Pyrex	A	VO/002	50	-	0.974	0.05	0.007	ผ่าน
	14	Volumetric flask 100 ml	Pyrex	A	VO/003	100	-	0.119	0.08	0.0014	ผ่าน

Volumetric Ware

		Previous Calibration :
Nomenclature : Volumetric buret		Client :

Description	Maker : Witeg		
	Capacity : 10 ml	Tolerance : ± 0.04 ml	Received date :
	Subdivision : 0.02 ml	Serial No. : BU / 001	Class : B

Measurement Data

Calibration range : 10 ml	$V_{20} = [I_L - I_E]Z$	Calibration Date : 5/09/02
Balance Serial No. : J 38118	Uncertainty of Balance : ± 0.00024 g / 100 g	calibration By :
Room Temperature : 23.5 °C	Relative Humidity 50 %	Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask (g)	Reading Data 1(g)	Reading Data 2(g)	Average Data 1&2	Calculation Data				
				$I_L - I_{E\,(g)}$	Water temp.	Z-factor	Volume	Remark
84.7656	94.6918	94.6918	94.6918	9.9262	23.5	1.0037	9.9629	
85.4725	95.4082	95.4081	95.4082	9.9357	23.5	1.0037	9.9724	
86.0039	95.9244	95.9244	95.9244	9.9205	23.5	1.0037	9.9572	
84.9325	94.9215	94.9216	94.9216	9.9890	23.5	1.0037	10.0260	
85.9489	95.8796	95.8795	95.8796	9.9307	23.5	1.0037	9.9674	
86.0481	95.9568	95.9568	95.9568	9.9087	23.5	1.0037	9.9454	

Uncertainty Calculation	Average Volume = 9.9719 ml std.dev. = 0.0281 n = 6
	u(A) = 0.0115 convert to ppm u(A) = 1153.24 U_A = 5
	u(B) = 0.5854 U_B= α u(P) = 5.773 U_P= α
	u(H) = 0.5770 U_H= α u(W) = 57.737 U_W= α
	u(T) = 5.7730 U_T= α u(....) = -
	u(C) = 1154.71 eff= 0.2010
	Coverage factor , k = 1.96
	Expanded uncertainty = 0.0281 ppm = 0.0226 ml

Remark :

Volumetric Ware		
		Previous Calibration :
Nomenclature : Volumetric buret	Client :	

Description	Maker : Witeg		
	Capacity : 10 ml	Tolerance : ± 0.04 ml	Received date :
	Subdivision : 0.02 ml	Serial No. : BU / 001	Class : B

Measurement Data

Calibration range : 5 ml	$V_{20} = [I_L - I_E]Z$	Calibration Date :5/09/02
Balance Serial No. : J38118	Uncertainty of Balance : ±0.00024 g / 100 g	calibration By :
Room Temperature : 23 .5 °C	Relative Humidity 50 %	Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask	Reading	Reading	Average	Calculation Data				
(g)	Data 1(g)	Data 2(g)	Data 1&2	$I_L - I_{E\,(g)}$	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
86.0756	91.0701	91.0701	91.0701	4.9945	23	1.0037	5.0130	
85.579	90.5831	90.583	90.5831	5.0041	23	1.0037	5.0226	
86.0543	91.0204	91.0204	91.0204	4.9661	23	1.0037	4.9845	
85.166	90.1431	90.1431	90.1431	4.9771	23	1.0037	4.9955	
87.18	92.1247	92.1246	92.1247	4.9447	23	1.0037	4.9629	
86.0454	91.0448	91.0447	91.0448	4.9993	23	1.0037	5.0178	

Uncertainty Calculation	Average Volume = 4,9994 ml std.dev. = 0.0229 n =6
	u(A) = 0.0094 convert to ppm u(A) =1880.226 U_A= 5
	u(B) = 0.5854 U_B= α u(P) = 5.773 U_P= α
	u(H) = 0.5770 U_H= α u(W) = 57.737 U_W= α
	u(T) = 5.7730 U_T= α u(….) = -
	u(C) = 1881.130 eff=5.0097
	Coverage factor , k = 1.96
	Expanded uncertainty = 0.0006 ppm = 0.0184 ml
Remark :	

Volumetric Ware

Previous Calibration :

Nomenclature :Volumetric buret

Client :

Description	Maker : Witeg		
	Capacity : 25 ml	Tolerance : ± 0.06 ml	Received date :
	Subdivision : 0.05 ml	Serial No. : BU/ 002	Class : B

Measurement Data

Calibration range : 25 ml	$V_{20} = [I_L - I_E]Z$	Calibration Date :5/09/02
Balance Serial No. :J38118	Uncertainty of Balance : ±0.00024g / 100g	calibration By :
Room Temperature : 23.2 °C	Relative Humidity 50 %	Barometric Pressure :760 mmHg

Empty-flask (g)	Reading Data 1(g)	Reading Data 2(g)	Average Data 1&2	Calculation Data				
				$I_L - I_E$ (g)	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
48.528	73.4044	73.4044	73.4044	24.8764	23.2	1.00348	24.9630	
48.584	73.4731	73.473	73.4731	24.8891	23.2	1.00348	24.9757	
48.6058	73.4765	73.4763	73.4764	24.8706	23.2	1.00348	24.9571	
48.6595	73.5383	73.5382	73.5383	24.8788	23.2	1.00348	24.9653	
48.6313	73.5124	73.5123	73.5124	24.8811	23.2	1.00348	24.9676	
48.656	73.5673	73.5674	73.5674	24.9114	23.2	1.00348	24.9980	

Uncertainty Calculation

Average Volume = 24.9711 ml std.dev. = 0.0145 n =6

u(A) = 0.0059 convert to ppm u(A) = 237.2203 U_A=5

u(B) = 0.5854 U_B= α u(P) = 5.773 U_P= α

u(H) = 0.5770 U_H= α u(W) = 57.737 U_W= α

u(T) = 5.7730 U_T= α u(....) = -

u(C) = 244.2824 eff= 5.6029

Coverage factor , k = 1.96

Expanded uncertainty = 0.0289 ppm = 0.0119 ml

Remark :

Volumetric Ware			
		Previous Calibration :	
Nomenclature : Volumetric buret		Client :	
Description	Maker : Witeg		
	Capacity : 25 ml	Tolerance : ± 0.06 ml	Received date :
	Subdivision : 0.05 ml	Serial No. : BU / 002	Class : B

Measurement Data

Calibration range : 12.5 ml	$V_{20} = [I_L - I_E] Z$	Calibration Date :5/09/02
Balance Serial No. : J38118	Uncertainty of Balance : ± 0.0002 g /50 g	calibration By :
Room Temperature : 23.2 °C	Relative Humidity 50 %	Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask (g)	Reading Data 1(g)	Reading Data 2(g)	Average Data 1&2	Calculation Data $I_L - I_{E\,(g)}$	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
47.9193	60.36	60.36	60.3600	12.4407	23.2	1.00348	12.4933	
48.3121	60.7724	60.7724	60.7724	12.4603	23.2	1.00348	12.5037	
54.3776	66.8043	66.8042	66.8043	12.4267	23.2	1.00348	12.4976	
53.7136	66.6697	66.6697	66.6697	12.9561	23.2	1.00348	12.3957	
47.9749	60.4217	60.4216	60.4217	12.4468	23.2	1.00348	12.4900	
54.6605	67.1193	67.1192	67.1193	12.4588	23.2	1.00348	12.5021	

Uncertainty Calculation	Average Volume = 12.4804 ml std.dev. = 0.0418 n =6
	u(A) = 0.0171 convert to ppm u(A) = 1367.822 U_A =5
	u(B) = 0.4878 U_B= α u(P) = 5.773 U_P= α
	u(H) = 0.5770 U_H= α u(W) = 57.737 U_W= α
	u(T) = 5.7730 U_T= α u(....) = -
	u(C) = 1369.0642 eff=5.0182
	Coverage factor , k = 1.96
	Expanded uncertainty = 0.0752 ppm = 0.0335 ml

Remark :

Volumetric Ware				
		Previous Calibration :		
Nomenclature :Volumetric buret		Client :		
Description	Maker : Witeg			
	Capacity : 50 ml	Tolerance : ± 0.10 ml	Received date :	
	Subdivision : 0.1 ml	Serial No. : BU / 003	Class : B	

Measurement Data

Calibration range : 50 ml	$V_{20} = [I_L - I_E]Z$	Calibration Date :5/09/02
Balance Serial No. : J38118	Uncertainty of Balance : ±0.00024 g /100 g	calibration By :
Room Temperature : 25.5 °C	Relative Humidity 50 %	Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask (g)	Reading Data 1(g)	Reading Data 2(g)	Average Data 1&2	Calculation Data $I_L - I_{E\,(g)}$	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
85.6219	135.5174	135.5173	135.5174	49.8955	25.5	1.00393	50.0915	
85.9448	135.8415	135.8416	135.8416	49.8968	25.5	1.00393	50.0928	
85.6638	135.5332	135.5532	135.5432	49.8794	25.5	1.00393	50.0754	
85.4642	135.3377	135.3378	135.3378	49.8736	25.5	1.00393	50.0696	
85.7084	135.5681	135.568	135.5681	49.8597	25.5	1.00393	50.0556	
85.5823	135.4978	135.4979	135.4979	49.9156	25.5	1.00393	50.1117	

Uncertainty Calculation	Average Volume = 50.0828	ml	std.dev. = 0.0199	n = 6	
	u(A) = 0.0081	convert to ppm	u(A) = 162.3472	U_A=5	
	u(B) = 0.5854	U_B= α	u(P) = 5.773	U_P=	α
	u(H) = 0.5770	U_H= α	u(W) = 57.737	U_W=	α
	u(T) = 5.7730	U_T= α	u(....) = -		
	u(C) = 172.5023	eff= 6.2730			
	Coverage factor , k = 1.96				
	Expanded uncertainty = 0.0828	ppm =	0.0169	ml	

Remark :

			Volumetric Ware
			Previous Calibration :
Nomenclature :Volumetric buret		Client :	
Description	Maker : Witeg		
	Capacity : 50 ml	Tolerance : ± 0.10 ml	Received date :
	Subdivision : 0.1 ml	Serial No. : BU / 003	Class : B

Measurement Data		
Calibration range : 25 ml	$V_{20} = [I_L - I_E]Z$	Calibration Date :5/09/02
Balance Serial No. : J38118	Uncertainty of Balance : ±0.00024 g /100 g	calibration By :
Room Temperature : 25.5 °C	Relative Humidity 50 %	Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask (g)	Reading Data 1(g)	Reading Data 2(g)	Average Data 1&2	Calculation Data $I_L - I_E$ (g)	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
85.9027	110.8456	110.8456	110.8456	24.9429	25.5	1.00393	25.0409	
84.8886	109.8399	109.8399	109.8399	24.9513	25.5	1.00393	25.0494	
86.5382	111.4884	111.4883	111.4884	24.9502	25.5	1.00393	25.0482	
85.7127	110.6468	110.6468	110.6468	24.9341	25.5	1.00393	25.0321	
85.366	110.311	110.3109	110.3110	24.9450	25.5	1.00393	25.0430	
85.0227	109.9611	109.9611	109.9611	24.9384	25.5	1.00393	25.0364	

Uncertainty Calculation	Average Volume = 25.0417 ml std.dev. =0.0067 n =6
	u(A) = 0.0027 convert to ppm u(A) = 109.0056 U_A=5
	u(B) = 0.5854 U_B= α u(P) = 5.773 U_P= α
	u(H) = 0.5770 U_H= α u(W) = 57.737 U_W= α
	u(T) = 5.7730 U_T= α u(....) = -
	u(C) = 123.6231 eff=7.6676
	Coverage factor , k = 1.96
	Expanded uncertainty = 0.0417 ppm = 0.0061 ml
Remark :	

Volumetric Ware		
		Previous Calibration :
Nomenclature :Volumetric pipette	Client :	

Description	Maker : Witeg		
	Capacity : 10 ml	Tolerance : ± 0.04 ml	Received date :
	Subdivision : - ml	Serial No. : P1/002	Class : B

Measurement Data

Calibration range : 10 ml	$V_{20} = [\, I_L - I_E \,]Z$	Calibration Date :5/09/02
Balance Serial No. :J38118	Uncertainty of Balance : ± 0.00024 g / 100 g	calibration By :
Room Temperature : 21 °C	Relative Humidity 50 %	Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask (g)	Reading Data 1(g)	Reading Data 2(g)	Average Data 1&2	Calculation Data				
				$I_L - I_E$ (g)	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
80.2146	90.1004	90.1004	90.1004	9.8858	21	1.00306	9.9945	
80.5648	90.4352	90.4351	90.4352	9.8703	21	1.00306	9.9996	
79.738	89.6955	89.6953	89.6954	9.9574	21	1.00306	9.9879	
79.6566	89.6202	89.6201	89.6202	9.9636	21	1.00306	9.9940	
80.5373	90.5131	90.5131	90.5131	9.9758	21	1.00306	10.0063	
81.6707	91.6427	91.6425	91.6426	9.9719	21	1.00306	10.0024	

Uncertainty Calculation	Average Volume = 9.9679 ml std.dev. = 0.0468 n =6
	u(A) = 0.0191 convert to ppm u(A) = 1918.729 U_A=5
	u(B) = 0.5854 U_B= α u(P) = 5.773 U_P= α
	u(H) = 0.5770 U_H= α u(W) = 57.737 U_W= α
	u(T) = 5.7730 U_T= α u(….) = -
	u(C) = 1919.615 eff= 5.0092
	Coverage factor , k = 1.96
	Expanded uncertainty = 0.0321 ppm = 0.0375 ml

Remark :

Volumetric Ware

Previous Calibration :

Nomenclature :Volumetric pipette

Client :

Description

Maker : Witeg

Capacity : 20 ml

Tolerance : ± 0.06ml

Received date :

Subdivision : - ml

Serial No. : P1/003

Class : B

Measurement Data

Calibration range : 20 ml

$V_{20} = [I_L - I_E]Z$

Calibration Date :5/09/02

Balance Serial No. : J38118

Uncertainty of Balance : ± 0.0002 g / 50 g

calibration By :

Room Temperature : 24 °C

Relative Humidity 50 %

Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask (g)	Reading Data 1(g)	Reading Data 2(g)	Average Data 1&2	Calculation Data				
				$I_L - I_{E\,(g)}$	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
53.3924	73.2321	73.2322	73.2322	19.8398	24	1.0037	19.9132	
53.2683	73.1904	73.1904	73.1904	19.9221	24	1.0037	19.9958	
53.8203	73.7395	73.7396	73.7396	19.9193	24	1.0037	19.9930	
54.6085	74.5264	74.5262	74.5263	19.9178	24	1.0037	19.9915	
53.9728	73.8945	73.8946	73.8946	19.9218	24	1.0037	19.9955	
54.2314	74.1447	74.1448	74.1448	19.9134	24	1.0037	19.9870	

Uncertainty Calculation

Average Volume = 19.9793 ml std.dev. = 0.0326 n =6

u(A) = 0.0133 convert to ppm u(A) = 665.4891 U_A=5

u(B) = 0.4878 U_B= α u(P) = 5.773 U_P= α

u(H) = 0.5770 U_H= α u(W) = 57.737 U_W= α

u(T) = 5.7730 U_T= α u(....) = -

u(C) = 668.039 eff= 5.0768

Coverage factor , k = 1.96

Expanded uncertainty = 0.0207 ppm = 0.0262 ml

Remark :

Volumetric Ware

Previous Calibration :

Nomenclature :Volumetric pipette

Client :

Description	Maker : Witeg		
	Capacity : 25 ml	Tolerance : ± 0.06 ml	Received date :
	Subdivision : - ml	Serial No. : P1/004	Class : B

Measurement Data

Calibration range : 25 ml

$V_{20} = [I_L - I_E]Z$

Calibration Date :5/09/02

Balance Serial No. : J38118

Uncertainty of Balance : ±0.00024 g /100 g

calibration By :

Room Temperature : 23 °C

Relative Humidity 50 %

Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask	Reading	Reading	Average	Calculation Data				
(g)	Data 1(g)	Data 2(g)	Data 1&2	$I_L - I_E$ (g)	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
86.2483	111.0899	111.0899	111.0899	24.8416	23	1.00348	24.9481	
85.4109	110.2353	110.2352	110.2353	24.8244	23	1.00348	24.9719	
85.3129	110.1692	110.1691	110.1692	24.8563	23	1.00348	24.9427	
86.7833	111.6224	111.6225	111.6225	24.8392	23	1.00348	24.9457	
86.6486	111.4705	111.4705	111.4705	24.8219	23	1.00348	24.9570	
85.0372	109.8659	109.8658	109.8659	24.8287	23	1.00348	24.9725	

Uncertainty Calculation

Average Volume = 24.9217 ml std.dev. = 0.0130 n =6

u(A) = 0.0053 convert to ppm u(A) = 212.6661 U_A=5

u(B) = 0.5854 U_B= α u(P) = 5.773 U_P= α

u(H) = 0.5770 U_H= α u(W) = 57.737 U_W= α

u(T) = 5.7730 U_T= α u(....) = -

u(C) = 220.5170 eff= 5.7487

Coverage factor , k = 1.96

Expanded uncertainty = 0.0783 ppm = 0.0110 ml

Remark :

Volumetric Ware

Previous Calibration :

Nomenclature : Measuring pipet

Client :

Description	Maker : Witeg		
	Capacity : 1 ml	Tolerance : ± 0.01 ml	Received date :
	Subdivision : 0.01 ml	Serial No. : P1/001	Class : B

Measurement Data

Calibration range : 1 ml	$V_{20} = [\,I_L - I_E\,]Z$	Calibration Date :5/09/02
Balance Serial No. : J38118	Uncertainty of Balance : ±0.00024 g /100 g	calibration By :
Room Temperature : 21 °C	Relative Humidity 50 %	Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask (g)	Reading Data 1(g)	Reading Data 2(g)	Average Data 1&2	Calculation Data $I_L - I_{E\,(g)}$	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
53.5151	54.5176	54.5177	54.5177	1.0026	25.5	1.00306	1.0056	
54.2426	55.2541	55.2541	55.2541	1.0115	25.5	1.00306	1.0146	
80.4304	81.4342	81.4342	81.4342	1.0038	25.5	1.00306	1.0018	
80.7514	81.7646	81.7645	81.7646	1.0132	25.5	1.00306	1.0163	
79.8863	80.8852	80.885	80.8851	0.9988	25.5	1.00306	1.0019	
80.4311	81.4501	81.45	81.4501	1.0190	25.5	1.00306	1.0221	

Uncertainty Calculation	Average Volume = 1.0104	ml	std.dev. = 0.0085		n =6	
	u(A) = 0.0035	convert to ppm	u(A) = 3421.607		U_A=5	
	u(B) = 0.5854	U_B= α	u(P) = 5.773		U_P=	α
	u(H) = 0.5770	U_H= α	u(W) = 57.737		U_W=	α
	u(T) = 5.7730	U_T= α	u(....) = -			
	u(C) = 3422.1042	eff= 5.0029				
	Coverage factor , k = 1.96					
	Expanded uncertainty = 0.0104		ppm = 0.0068		ml	

Remark :

Volumetric Ware

Previous Calibration :

Nomenclature : Measuring pipet

Client :

Description

Maker : Witeg

Capacity : 1 ml

Tolerance : ± 0.01 ml

Received date :

Subdivision : 0.01 ml

Serial No. : P1/001

Class : B

Measurement Data

Calibration range : 0.5 ml

$V_{20} = [I_L - I_E]Z$

Calibration Date :5/09/02

Balance Serial No. : J38118

Uncertainty of Balance : ±0.00024 g /100 g

calibration By :

Room Temperature : 21 °C

Relative Humidity 50 %

Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask (g)	Reading Data 1(g)	Reading Data 2(g)	Average Data 1&2	Calculation Data				
				$I_L - I_{E\,(g)}$	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
80.6841	81.1987	81.1986	81.1987	0.5146	21	1.00306	0.5011	
79.2839	79.7989	79.7987	79.7988	0.5149	21	1.00306	0.5005	
79.1571	79.6755	79.6752	79.6754	0.5183	21	1.00306	0.5024	
80.2777	80.8001	80.7994	80.7998	0.5221	21	1.00306	0.5023	
80.8955	81.3911	81.3911	81.3911	0.4956	21	1.00306	0.5031	
80.2753	80.7925	80.7918	80.7922	0.5168	21	1.00306	0.5037	

Uncertainty Calculation

Average Volume = 0.5022 ml std.dev. = 0.0012 n =6

u(A) = 0.0005 convert to ppm u(A) = 73774.3450 U_A=5

u(B) = 0.5854 U_B= α u(P) = 5.773 U_P= α

u(H) = 0.5770 U_H= α u(W) = 57.737 U_W= α

u(T) = 5.7730 U_T= α u(....) = -

u(C) = 7374.5756 eff= 5.0358

Coverage factor , k = 1.96

Expanded uncertainty = 0.0022 ppm = 0.0010 ml

Remark :

Volumetric Ware

Previous Calibration :

Nomenclature : Volumetric flask

Client :

Description	Maker : Pyrex		
	Capacity : 10 ml	Tolerance : ± 0.02 ml	Received date :
	Subdivision : - ml	Serial No. : Vo / 001	Class : A

Measurement Data

Calibration range : 10 ml	$V_{20} = [I_L - I_E]Z$	Calibration Date :5/09/02
Balance Serial No. :	Uncertainty of Balance : ± 0.0002 g / 50 g	calibration By :
Room Temperature : 26 °C	Relative Humidity 50 %	Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask (g)	Reading Data 1(g)	Reading Data 2(g)	Average Data 1&2	Calculation Data				
				$I_L - I_E$ (g)	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
10.9587	20.8761	20.8761	20.8761	9.9174	26	1.00421	9.9592	
10.9587	20.8704	20.8706	20.8705	9.9118	26	1.00421	9.9535	
10.9587	20.872	20.8721	20.8721	9.9134	26	1.00421	9.9551	
10.9587	20.874	20.874	20.8740	9.9153	26	1.00421	9.9570	
10.9587	20.8745	20.8747	20.8746	9.9159	26	1.00421	9.9576	
10.9587	20.8754	20.8756	20.8755	9.9168	26	1.00421	9.9585	

Uncertainty Calculation

Average Volume = 9.9568 ml std.dev. = 0.0021 n =6

u(A) = 0.0009 convert to ppm u(A) = 87.9478 U_A=5

u(B) = 0.4878 U_B= α u(P) = 5.773 U_P= α

u(H) = 0.5770 U_H= α u(W) = 57.737 U_W= α

u(T) = 5.7730 U_T= α u(....) = -

u(C) = 105.5232 eff= 8.7389

Coverage factor , k = 1.96

Expanded uncertainty = 0.0432 ppm = 0.0021 ml

Remark :

Volumetric Ware

Previous Calibration :

Nomenclature :Volumetric flask

Client :

Description

Maker : Pyrex

Capacity : 50 ml

Tolerance : ± 0.05 ml

Received date :

Subdivision : - ml

Serial No. : Vo/002

Class : A

Measurement Data

Calibration range : 50 ml

$V_{20} = [I_L - I_E]Z$

Calibration Date :5/09/02

Balance Serial No. :J38118

Uncertainty of Balance : ± 0.00024 g / 100 g

calibration By :

Room Temperature : 26 °C

Relative Humidity 50 %

Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask	Reading	Reading	Average	Calculation Data				
(g)	Data 1(g)	Data 2(g)	Data 1&2	$I_L - I_{E\,(g)}$	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
35.66	85.3447	85.3448	85.3448	49.6848	26	1.00421	49.9040	
35.66	85.3551	85.3552	85.3552	49.6952	26	1.00421	49.9044	
35.66	85.3533	85.3533	85.3533	49.6933	26	1.00421	49.9025	
35.66	85.3533	85.3535	85.3534	49.6934	26	1.00421	49.9026	
35.66	85.3537	85.3536	85.3537	49.6937	26	1.00421	49.9029	
35.66	85.3602	85.3601	85.3602	49.7002	26	1.00421	49.9094	

Uncertainty Calculation

Average Volume = 49.9026 ml std.dev. = 0.0050 n =6

u(A) = 0.0020 convert to ppm u(A) = 40.8328 U_A=5

u(B) = 0.5854 U_B= α u(P) = 5.773 U_P= α

u(H) = 0.5770 U_H= α u(W) = 57.737 U_W= α

u(T) = 5.7730 U_T= α u(....) = -

u(C) = 71.1881 eff= 9.2416

Coverage factor , k = 1.96

Expanded uncertainty = 0.0974 ppm = 0.0070 ml

Remark :

Volumetric Ware

		Previous Calibration :
Nomenclature :Volumetric flask		Client :

Description	Maker : Pyrex		
	Capacity : 100 ml	Tolerance : ± 0.08 ml	Received date :
	Subdivision : - ml	Serial No. : Vo/003	Class : A

Measurement Data

Calibration range : 100 ml	$V_{20} = [I_L - I_E]Z$	Calibration Date :5/09/02
Balance Serial No. : J38118	Uncertainty of Balance : ± 0.00026 g /150 g	calibration By :
Room Temperature : 26 °C	Relative Humidity 50 %	Barometric Pressure : 760 mmHg

Empty-flask (g)	Reading Data 1(g)	Reading Data 2(g)	Average Data 1&2	Calculation Data				
				$I_L - I_{E\,(g)}$	Water temp	Z-factor	Volume	Remark
59.7446	159.2138	159.2134	159.2136	99.4690	26	1.00421	99.8878	
59.7446	159.201	159.2006	159.2008	99.4562	26	1.00421	99.8749	
59.7446	159.2208	159.2206	159.2207	99.4761	26	1.00421	99.8949	
59.7446	159.2228	159.2228	159.2228	99.4782	26	1.00421	99.8970	
59.7446	159.221	159.2209	159.2210	99.4764	26	1.00421	99.8951	
59.7446	159.2047	159.2047	159.2047	99.4601	26	1.00421	99.8788	

Uncertainty Calculation

Average Volume = 99.8881 ml std.dev. = 0.093 n =6

u(A) = 0.0038 convert to ppm u(A) = 38.1272 U_A =5

u(B) = 0.6341 U_B= α u(P) = 5.773 U_P= α

u(H) = 0.5770 U_H= α u(W) = 57.737 U_W= α

u(T) = 5.7730 U_T= α u(....) = -

u(C) = 69.6719 eff= 8.9065

Coverage factor , k = 1.96

Expanded uncertainty = 0.119 ppm = 0.0014 ml

Remark :

บรรณานุกรม

ตริตาภรณ์ ชูศรี.(2543).**คู่มือปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์**.สาขาเคมี.สำนักวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

นิธิยา รัตนาปนนท์.(2539).**วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน**.ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร.คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รายงานประจำปี 2542 บริษัทล่ำสูง(ประเทศไทย) จำกัด(มหาชน)

Andersen A.J.C. and Williams P.N.1965.**Margarine.**Pergaman Press.London.