ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ภาคผนวก ก-1 การตรวจหาปริมาณเชื้อเริ่มต้นทั้งหมด

เครื่องมือและเครื่องแก้ว

1. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
2. หลอดทดลองขนาด 15 x 160 มิลลิเมตร
3. ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร
4. เครื่องชั่งความละเอียด 0.01 กรัม
5. ตู้บ่มเพาะเชื้อ ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส
6. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่ 50 องศาเซลเซียส
7. Anaerobic jar (Merck, Germany)
8. สารจับออกซิเจน Anaerocult A (Merck, Germany)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

1. ตัวอย่างน้ำผึ้งใช้ อาหาร Plate count agar (Merck, Germany) บ่มโดยไม่ใช้ Anaerobic jar
2. เชื้อตั้งต้นที่ใช้ในการทำโยเกิร์ตใช้อาหาร MRS agar (Himedia, India) บ่มโดยใช้ Anaerobic jar
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 (NaCI, Merck , Germany) (มอก. 335/1-2523)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารเลี้ยงเชื้อและวิธีเตรียม

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.85

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.85 กรัมในน้ำกลั่น 100 กรัม เตรียมในขวด duran ขนาด 250 มิลลิลตร จำนวนขวดละ 225 มิลลิลตร และใส่หลอดเลี้ยงเชื้อจำนวน 9 มิลลิลตร นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

- อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Ager

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาณ 1 ลิตร ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที อาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายเท่ากับ 7.0 ± 0.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง
   1.1 ใช้ช้อนซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้วตักตัวอย่างใส่ในขวดที่มีสารละลายเจือจาง 90 มิลลิลิตร ชั่งจนได้น้ำหนักตัวอย่าง 10 กรัม เขย่าขวดขึ้นลงอย่างแรง ระยะการเขย่า 60 เซนติเมตร 20 ครั้ง จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 1:10
   1.2 ถือปิเปตที่ฆ่าเชื้อแล้วในแนวดิ่ง จุ่มปลายปิเปตให้ต่ำกว่าผิวของสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ (1) ประมาณ 1 นิ้ว ดูดตัวอย่างขึ้นลง 10 ครั้ง แล้วดูดสารละลายนี้จำนวน 1 มิลลิลิตร แตะปลายปิเปตกับคอขวดเพื่อกำจัดของเหลวที่ติดทางด้านนอกของปิเปตนำไปใส่ในสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อสำหรับทำเจือจาง จำนวน 9 มิลลิลิตร โดยแตะปลายปิเปตที่มีสารละลายเชื้อที่ข้างหลอดเหนือระดับสารละลายที่อยู่ในหลอด แล้วเป่าปิเปตให้สารละลายไหลลงไปในหลอดคาปิเปตไว้ในตำแหน่งเดิม 3 วินาที จึงเป่ากำจัดสารละลายของเชื้อออกจากปิเปตให้หมด เก็บปิเปตที่ใช้แล้วนี้ใส่ในภาชนะสำหรับนำไปทำความสะอาด เขียนตัวเลขกำกับที่ข้างหลอดนี้เป็น 10^{-2}
   1.3 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิเมตร ที่ฆ่าเชื้อแล้วดูดสารละลายของเชื้อจากหลอดที่มีความเข้มข้นต่ำที่สุดคือ 10^{-5} จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในจานเลี้ยงเชื้อแล้วทำจำนวน 2 จานต่อ 1 ความเข้มข้นจากนั้นใช้ปิเปตอันเดิมดูดสารละลายของเชื้อที่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นอันดับถัดไปก็คือ 10^{-4}, 10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1} ลงในจานเลี้ยงเชื้อทำจำนวน 2 จานต่อ 1 ความเข้มข้นเช่นกัน

2. การเพาะเชื้อตัวอย่างอาหาร
   2.1 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายของตัวอย่างอาหารที่เจือจางที่ 10^{-6} ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ
   2.2 ทำการ pour plate สารละลายให้ทั่วจาน ทิ้งไว้จนหน้าวุ้นแห้ง คว่ำจานเพาะเชื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การบ่มเชื้อ

เชื้อที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตนำจานเพาะเชื้อใส่ลงใน Anaerobic jar ใส่สารจับออกซิเจนลงไป แล้วปิดฝาให้สนิท นำไปบ่มในตู้เพาะเชื้อเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

4. การนับโคโลนี

หลังบ่มครบเวลาแล้วตรวจนับจำนวนโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจากจำนวนซ้ำ รายงานผลในรูปของจำนวนโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม (CFU/g) หรือ $\log_{10}$ของจำนวนโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม (logCFU/g)

ภาคผนวก ก-2 การตรวจหาปริมาณเชื้อ *B. longum* และเชื้อโยเกิร์ต

เครื่องมือและเครื่องแก้ว

1. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
2. หลอดทดลองขนาด 15 x 160 มิลลิเมตร
3. ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร
4. เครื่องชั่งความละเอียด 0.01 กรัม
5. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส
6. ตู้บ่มเพาะเชื้อ ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส
7. Anaerobic jar (Merck , Germany)
8. สารจับออกซิเจน Anaerocult A (Merck , Germany)

สารละลายสำหรับเจือจาง

1. สารละลายสำหรับเจือจาง สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 (NaCI, Merck , Germany) (มอก. 335/1-2523)

2. อาหารแข็ง HHD agar (Champagne et al., 1997 ; IDF , 1995)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการวิเคราะห์

อาหารเลี้ยงเชื้อ HHD agar (Homofermentative Heterofermentative Differential Medium) เป็นอาหารที่ใช้เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรีย 2 กลุ่ม คือ homofermentative และ heterofermentative ที่มีการผลิตกรดที่แตกต่างกันจากการใช้น้ำตาลฟรุคโตส โดยส่วนผสมอื่นในอาหารเลี้ยงเชื้อ HHD agar ซึ่งเตรียมจากสูตรของ McDonal และคณะ ในปี 1978 มีส่วนผสมได้แก่ trypticase peptone , phytone peptone , casamino acid และ yeast extract ส่วน potassium hydrogen phosphate เป็นแหล่งของ phosphate นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็น buffer ในอาหารเลี้ยงเชื้อ HHD agar ในองค์ประกอบของสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อมีการเติม Tween 80 เพื่อทำหน้าที่เป็นสารลดแรงตึงผิวของผนังเซลล์แบคทีเรียเพื่อที่จะช่วยให้แบคทีเรียนำอาหารจากภายนอกเข้าสู่เซลล์ได้ดีขึ้น และการเติม Bromcresol green เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ค่าการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดด่าง ที่มีความแตกต่างกันของเชื้อแบคทีเรียแต่ละสายพันธุ์ ดังนั้นเมื่อเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิดมีความสามารถในการผลิตกรดไม่เท่ากันจึงส่งผลให้ค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรียด้วย ดังนั้นลักษณะโคโลนีที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ HHD agar จึงมีความแตกต่างกัน โดยที่เป็นเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม homofermentative จะมีลักษณะโคโลนีเป็นสีฟ้า – เขียว ส่วนเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม heterofermentative จะให้ลักษณะโคโลนีที่มีสีขาว

เชื้อ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* เป็นเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม homofermentative ซึ่งผลิตกรดแลคติค ส่วนเชื้อ *B. longum* เป็นเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม heterofermentative ซึ่งผลิตกรดแลคติคและกรดอะซิติคในอัตราส่วน 3 : 2 (Gomes and Malcata, 1999) โดยที่ลักษณะโคโลนีของ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* จะเป็นสีเขียว – ฟ้า ส่วน bifidobacteria จะมีลักษณะโคโลนีสีขาว (IDF , 1990)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ HHD agar มีดังนี้

Basal medium	**กรัม**
น้ำตาลฟรุคโตส	2.5
โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	2.5
Trypticase peptone	10.0
Phytone peptone	1.5
Casamino acids	3.0
Yeast extract	1.0
Tween 80	1.0
ผงวุ้น	20.0

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ผสมส่วนผสมทั้งหมดลงในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร กวนให้เข้ากัน ต้มจนเดือด (กวนบ่อยๆ) เพื่อให้ส่วนผสมละลายหมด ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ได้ 6.8 – 7.0 ที่ 25 องศาเซลเซียส แบ่งอาหารใส่ขวดปลอดเชื้อ ใบละ 200 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

สารละลายสี (Dry solution)

ละลาย Bromcresol green 0.1 กรัมในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.01 โมล์ / ลิตร จำนวน 30 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

อาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จ HHD

เติมสารละลายสี 4 มิลลิลิตร ลงในอาหารเหลวที่อุณหภูมิ 45 – 48 องศาเซลเซียส เขย่า ให้เข้ากัน ก่อนใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1. วิธีการเตรียมตัวอย่าง

1.1 ใช้ช้อนที่ปราศจากเชื้อ ตักตัวอย่างอาหารใส่ในขวดที่มีสารละลายเจือจาง 90 มิลลิลิตร บนเครื่องชั่ง ชั่งจนได้น้ำหนัก 10 กรัม เขย่าขวดขึ้นลงอย่างแรง ระยะการเขย่า 60 เซนติเมตร 20 ครั้ง จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 1 : 10

1.2 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 1:10 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดสอบที่มีสารละลายสำหรับเจือจาง 9 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 1 : 100 (10^{-2})

1.3 เจือจางตัวอย่างอาหารจนได้ความเจือจาง 1 : 1,000,000 (10^{-6})

2. การเพาะเชื้อตัวอย่างอาหาร

2.1 เตรียมจานอาหารเลี้ยงเชื้อโดยเทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานเพาะเชื้อ ทิ้งไว้จนแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อ วางทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน เพื่อให้หน้าวุ้นแข็ง

2.2 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายของตัวอย่างอาหารที่เจือจาง (10^{-6}) จำนวน 0.1 มิลลิลิตร หยดลงบนจานที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.3 ใช้แท่งแก้วสำหรับเกลี่ย (Spreader) เกลี่ยสารละลายให้ทั่วจาย ทิ้งไว้จนหน้าวุ้นแห้งคว่ำจานเพาะเชื้อ

3. การบ่มเชื้อ

นำจานเพาะเชื้อใส่ลงใน Anaerobic jar ใส่สารจับออกซิเจนลงไป แล้วปิดฝาให้สนิท นำไปบ่มในตู้เพาะเชื้อเป็นเวลา 72 ชั่วโมง

4. การนับโคโลนีและการรายงานผล

4.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์.โยเกิร์ตจากข้าวกล้อง บน HHD agar หลังบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25 – 250 โคโลนี โดยจำแนกลักษณะโคโลนีดังนี้ โคโลนีที่มีขนาดใหญ่ ผิวด้านไม่มันวาว ค่อนข้างโปร่งแสง ส่วนนูนตรงกลางมีสีเขียว-ฟ้า จะเป็นโคโลนีของ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Stretococcus themophilus* ส่วนโคโลนีที่มีสีขาว คือ โคโลนีของ *Bifidobaterium longum* รายงานการตรวจนับเป็นจำนวนเชื้อเริ่มต้นแต่ละชนิดในรูป โคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม (CFU/g) หรือ $\log_{10}$ ของจำนวนโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม (log CFU/g)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 การคำนวณปริมาณของ *B. longum* โดยการนำปริมาณเชื้อเริ่มต้น (ภาคผนวก ค-13) รวมลบด้วยปริมาณของ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Stretococcus themophilus* (Dave and Shah, 1996)

ภาคผนวก ก-3 การย้อมสีแกรม (Gram's stain)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ห่วงถ่ายเชื้อ
2. แผ่นสไลด์
3. สารละลาย crystal violet
4. สารละลาย gram's iodine
5. สารละลาย ethanol ร้อยละ 95
6. สารละลาย safranino carbon fuchsin
7. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการการย้อมสีแกรม (เรณู , 2537)

1. ใช้ห่วงถ่ายเชื้อแตะน้ำสะอาดลงบนแผ่นสไลด์ จำนวน 1 ห่วง
2. ใช้ห่วงถ่ายเชื้อแตะเชื้อจากผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อโพรไบโอติคลงบนหยดน้ำบนสไลด์ เกลี่ยให้กระจาย
3. ปล่อยให้แห้งในอากาศ แล้วนำไปผ่านเปลวไฟ ประมาณ 1 วินาที
4. หยดสารละลาย crystal violet ลงให้ท่วมรอยที่เกลี่ยทิ้งไว้นาน 30 วินาที เทสารละลายทิ้งล้างด้วยน้ำสะอาด
5. หยดสารละลาย gram's iodine ลงให้ท่วมรอยที่เกลี่ยทิ้งไว้นาน 30 วินาที เทสารละลายทิ้งด้วยน้ำสะอาด
6. ล้างสารละลาย ethanol ร้อยละ 95 อย่างรวดเร็ว จนไม่มีสีน้ำเงินของสารละลาย crystal violet ออกมาแต่ต้องไม่เกิน 20 วินาที ล้างด้วยน้ำสะอาด
7. หยดสารละลาย safranino carbon fuchsin ลงให้ท่วมรอยที่เกลี่ยทิ้งไว้นาน 5 วินาที เทสารละลายทิ้งล้างด้วยน้ำ ซับน้ำออกให้แห้ง
8. นำไปตรวจลักษณะของเซลล์จุลินทรีย์ที่ติดสีแกรมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ บันทึกลักษณะการติดสีแกรมและรูปร่างลักษณะของเซลล์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

ภาคผนวก ข-1 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณน้ำทั้งหมด (ลักขณาและนิธิยา, 2544)

วิธีการวิเคราะห์

1. สุ่มตัวอย่างน้ำผึ้ง โดยหากพบว่าตัวอย่างมีน้ำตาลตกผลึกอยู่ ให้อุ่นในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสก่อน
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ใส่ลงในถ้วยหาความชื้นพร้อมฝา บันทึกน้ำหนักตัวอย่างที่แน่นอนทศนิยม 4 ตำแหน่ง อบในตู้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่
3. นำไปคำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เหลืออยู่ และปริมาณน้ำที่หายไป

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)} = \frac{\text{ค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลายร้อยละ 20 - 1}}{0.00386}$$

ปริมาณน้ำทั้งหมด (ร้อยละของน้ำหนัก) = 100 – ปริมาณของแข็งทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข-2 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC,1998)

วิธีการวิเคราะห์

1. นำจานแพลตตินั่มหรือถ้วยกระเบื้องซิลิก้ากันแบนที่สะอาดและเผาในเตาเผา (Muffle furmace) ที่อุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดสิเคเตอร์และชั่งน้ำหนัก
2. ชั่งตัวอย่างอาหาร 5 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ลงในถ้วยกระเบื้องสำหรับหาเถ้าที่ผ่านการเผาและทราบน้ำหนักแล้ว
3. นำถ้วยกระเบื้องที่มีตัวอย่างเป็นของเหลวนำไปทำให้แห้งบนอ่างน้ำเดือด (water-bath)
4. นำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีเทาปนขาว
5. นำไปทำให้เย็นในเดสิเคเตอร์
6. บันทึกน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องและเถ้าจนน้ำหนักคงที่
7. คำนวณหาปริมาณเถ้าจากสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้าทั้งหมด (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผาเถ้า (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข-3 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนโดยวิธี Semi-Kjeldahi distillation (ลักขณา และนิธิยา, 2544)

วิธีการวิเคราะห์

สารเคมี

1. คะตะลิสต์ผสม ประกอบด้วยโซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำร้อยละ 96 , คอปเปอร์ซัลเฟตร้อยละ 16 และ เซเลเนียมไดออกไซด์ ร้อยละ 0.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. อินดิเคเตอร์ (Screened methyl red indicator) ประกอบด้วยเมธิลเรด ร้อยละ 0.016 และโบรโมครีซอลกรีนร้อยละ 0.083 ปรับปริมาตรด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร
3. กรดกำมะถันเข็มข้น (ปราศจากไนโตรเจน)
4. สารละลายกรดบอริคความเข็มข้นร้อยละ 2
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข็มข้นร้อยละ 50
6. กรดไฮโดรคลอริค เข้มข้น 0.1N

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหารที่สุ่มมาอย่างดีประมาณ 1.5 – 2.0 กรัม
2. ใช้คะตะลิสต์ผสม 8 กรัม
3. กรดกำมะถันเข้มข้น (ชนิดปราศจากไนโตรเจน) จำนวน 20 มิลลิลิตร
4. นำไปย่อยใน Macro Kjeldahl digestion ขนาด 500 – 800 มิลลิลิตร นำไปย่อยจนใสประมาณ 2 ชั่วโมง (ทำ Blank ควบคู่ไปด้วย โดยย่อยเฉพาะกรดและคะตะลิสต์ผสม)
5. นำของเหลวที่ย่อยแล้วนี้ไปปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น (ทำทั้ง Blank และตัวอย่างอาหารคู่กัน)
6. ปิเปตสารละลายที่ได้มา 10 มิลลิลิตร นำไปกลั่นโดยใช้อุปกรณ์ Markham semi-micro Kjeldahl digestion ใช้น้ำกลั่นจำนวนเล็กน้อยล้างฟลาสค์ที่ใช้ในการย่อย แล้วเทของเหลวที่ได้จากการล้างไปรวมกับของเหลวที่จะใช้กลั่น
7. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 40 (W/V) ลงไป 15 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกแก้ว
8. กลั่นไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย โดยใช้ staem distillationใส่ลงในฟลาสค์ขนาด 250 มิลลิลิตรที่มีสารละลายกรดบอริคความเข็มข้นร้อยละ 2 (W/A) จำนวน 10 มิลลิลิตร และอินดิเคเตอร์ (screened methyl red) 2 – 3 หยด กลั่นประมาณ 15 นาทีแล้วล้างปลายคอนเดนเซอร์ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย นำของเหลวที่กลั่นได้ไปไตเตรตกับสารละลายกรดกำมะถันเข้มข้น 0.05 M (หรือ 0.1 N) หรือใช้กรด HCL 0.1 N
9. บันทึกปริมาตรกรดที่ใช้เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนในหน่วยร้อยละของอาหารตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างการคำนวณ

1. ชั่งตัวอย่างนมถั่วเหลือง = 0.9493 กรัม
2. ใช้กรด HCL 0.0993 N ในการไตเตรตไป = 5.44 มิลลิลิตร
3. Blank ใช้กรด HCL 0.0993 N ในการไตเตรตไป = 0.10 มิลลิลิตร

$$N(\text{ร้อยละ}) = \frac{\text{ความเข้มข้นของกรด HCL(Vsample – Vblank) x 14 x 100}}{\text{น.น.ตัวอย่างอาหาร x 1000}}$$

$$N(\text{ร้อยละ}) = \frac{0.099. \text{ x } (5.44 - 0.1) \text{ x } 14 \text{ x } 100}{0.9493 \text{ x } 1000}$$

$$= 0.7951$$

โปรตีน(ร้อยละ) = 0.7951 x 5.71 = 4.54

ภาคผนวก ข-4 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ ตามวิธี (AOAC ,1998)

วิธีการวิเคราะห์

1. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 เตรียมได้โดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.00 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มแล้วทำให้เย็น ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

2. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮโดรเจนพาลาเลท (Potassium hydrogen phthalate , KTP) เตรียมได้โดยนำ KHP ($KHC_8H_4O_4$) 2.0 – 2.4 กรัม ไปอบที่อุณหภูมิ 120 ° ซ เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง นำมาทำให้เย็นในเดสิเคเตอร์ (Desiccator) จากนั้นชั่งนำหนักละเอียดของ KHP (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) แล้วนำมาละลายกับนำกลั่นที่ผ่านการต้มแล้วทำให้เย็นเพื่อไม่ให้มีก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

วิธีคำนวณความเข้มข้นของ KHP

มวลโมเลกุลของ KHP = 204.22

น้ำหนัก KHP ที่ชั่งได้จริง = 2.0801

ละลายในขวดปรับปริมาตรให้ได้ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\text{ดังนั้นความเข้มข้นของ KHP} = \frac{2.0801 \times 1000}{204.22 \times 100}$$

$$= 0.1085 \text{ N}$$

การหาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่แน่นอน

โดยนำ KHP ไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาตร KHP ที่ใช้ครั้งละ 10 มิลิลิตร หยดฟีนอล์ธาลีนไป 2 – 3 หยด ไตเตรตจากไม่มีสีจนเป็นสีชมพูอ่อน ๆ

ปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ได้จากบิวเรต

ครั้งที่ 1	ปริมาตรของ KHP ที่ใช้ในการไตเตรต (มิลิลิตร)	ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)
1	10	9.60
2	10	9.65
		เฉลี่ย = 9.625

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่แน่นอน

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

$$0.10185X10 = N_2X9.625$$

$$N_2 = \frac{0.10185 \times 10}{9.625}$$

$$= 0.1058 \text{ N}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>หมายเหตุ</u> ทุกครั้งที่วิเคราะห์หาปริมาตรกรดต้องทำการไตเตรตหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์

วิธีวิเคราะห์ปริมาตรกรดทั้งหมด (ในรูปกรดแลคติค)

ชั่งตัวอย่างอาหาร 10 กรัมในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตรหยดฟีนอล์ฟธาลีนไป 2-3 หยด นำไปไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดดรอกไซด์ 0.1 N จนถึงจุดยุติ เมื่อสารละลาย

เปลี่ยนสีชมพุอ่อน ทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง คำนวณหาค่าเฉลี่ยของด่างที่ใช้ และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด คำนวณเทียบเป็นกรดแลคติค

เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค

1 มิลลิลิตร 0.1 N NaOH = 0.0090 กรัม กรดแลคติค

ตัวอย่างการคำนวณ

1 มิลลิลิตร 0.1 N NaOH = 0.0090 กรัม กรดแลคติค

$$1 \text{ มิลลิลิตร } 0.1058 \text{ N NaOH} = \frac{0.0090 \times 0.1058}{0.1} = 0.009522 \text{ กรัม กรดแลคติค}$$

2.3 มิลลิลิตร 0.1058 N NaOH = 2.3 x 0.009522 = 0.02136 กรัม กรดแลคติค

ตัวอย่างหนัก 10 กรัม มีกรดแลคติค = 0.02136 กรัม

$$\text{ตัวอย่างหนัก 100 กรัม มีกรดแลคติค} = \frac{0.02136 \times 100 \text{ กรัม}}{10}$$

กรดแลคติค (ร้อยละ) = 0.2136

ภาคผนวก ข-5 การวัดค่าความเป็นกรดด่าง (Hanna Instrument, Italy)

วิธีการใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง

1. ก่อนใช้เครื่องวัดพีเอช ให้ปรับค่ามาตรฐานในการวัดด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 4.00 และ 7.00 ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
2. อุณหภูมิของส่วนผสมไอศกรีมขณะวัดพีเอชอยู่ที่ 20 $\pm$ 1 องศาเซลเซียส
3. นำไปวัดค่าพีเอชโดยก่อนวัดทุกครั้งต้องล้างอิเลคโตรดที่ใช้วัดค่าพีเอชให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นซับด้วยกระดาษทิชชูแล้วจุ่มลงในตัวอย่างวัดค่า
4. หลังจากทำการทดลองเสร็จแล้ว ทำการล้างอิเลคโตรดให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข-6 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธีของ Lane and Eynon (AOAC,1998)

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

สารละลาย Fehling no.1

สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟท (Copper sulfate pentahydrate : $CuSO_4.5H_2O$) จำนวน 34.639 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

สารละลาย Fehling no.2

สารละลายโซเดียมโปแตสเซียมตาร์เตรท (Sodium potassium tartrate หรือ Rochelle salt :$KNaC_4O_5.4H_2O$) จำนวน 173 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)จำนวน 50 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

สารละลาย Carrez I

สารละลาย Zinc acetate dehydrate 21.9 กรัม ในน้ำกลั่นที่มีกรดอะซิติกเข้มข้น 3 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ในขวดปรับปริมาตร

สารละลาย Carrez II

ละลายโพแทสเซียมเฟอร์โรไซยาไนด์ 10.6 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร

สารละลายเมธิลีนบลูเข้มข้นร้อยละ1

ละลายเมธิลีนบลู 1 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน (D_1)

เตรียมตัวอย่างโยเกิร์ตข้าวกล้องโดยชั่งตัวอย่าง 42 กรัม แล้วทำการปรับปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร เติม Clearing agent หรือ สารละลาย Carrez และ Carrez อย่างละ 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันดีตั้งทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที แล้วกรอง เก็บสารละลายที่กรองได้ไว้ใช้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน

Preliminary titration

นำสารละลายตัวอย่างโยเกิร์ตข้าวกล้องที่เตรียมไว้ใส่ในบิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร (ชนิดปลายงอ) ไล่ฟองอากาศให้หมด ปิเปตสารละลาย Fehling reagent ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย Fehling no.1 และ Fehling no.2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้วขนาดเล็กลงไป 2-3 เม็ด นำไปต้มให้เดือดบนตะเกียงบุนเซน ไตเตรทกับสารละลายน้ำตาลตัวอย่างจนสีน้ำเงินจางลง หยดสารละลายเมธิลีนบลูลงไป 2-3 หยด ไตเตรทจนสีฟ้าหาไปหมดเหลือแต่ตะกอนสีส้มแดง จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ

Accurate titration

ปิเปตสารละลาย Fehling reagent ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย Fehling no.1 และ Fehling no.2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้วขนาดเล็กลงไป 2-3 เม็ด เติมสารละลายน้ำตาลจากบิวเรตลงไปทันที โดยใช้ปริมาตรน้อยกว่าที่ใช้ไตเตรทครั้งแรกประมาณ 1-2 มิลลิลิตร ปล่อยให้เดือดนาน 2 นาที หยดสารละลายเมธิลีนบลูลงไป 1-2 หยด แล้วไตเตรทต่อจนสีฟ้าหมดไป โดยต้องไตเตรทให้เสร็จภายในเวลา 3 นาที ตั้งแต่เริ่มเดือด จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์หลังอินเวอร์ชัน (D2)

นำสารละลายน้ำตาลที่เหลือจากการไตเตรตหาน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชันปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 6.34 นอร์มอล จำนวน 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปอุ่นในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นานประมาณ 10 นาที ทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว แล้วปรับปริมาตรส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นกลางด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 โมล่าร์ นำสารละลายที่ได้ไปปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร แล้วทำการไตเตรทเช่นเดียวกับการหาน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน

ปริมาณน้ำตาลซูโครสตามวิธีของ Lane and Eynon (AOAC,1998)

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ก่อนและหลังอินเวอร์ชันแล้ว สามารถหาปริมาณน้ำตาลซูโครส ได้ดังนี้

ร้อยละของน้ำตาลซูโครส = ร้อยละของผลต่าง (D2 – D1)x0.95

โดยที่ D1 = ร้อยละของน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดก่อนทำการอินเวอร์ชัน

D2 = ร้อยละของน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดหลังทำการอินเวอร์ชัน

ภาคผนวก ข-7 การตรวจวัดปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในน้ำผึ้งลำไย และน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านโดยใช้โดยชุดตรวจสอบ ควอนโทฟิกซ์เปอร์ออกไซด์ 25

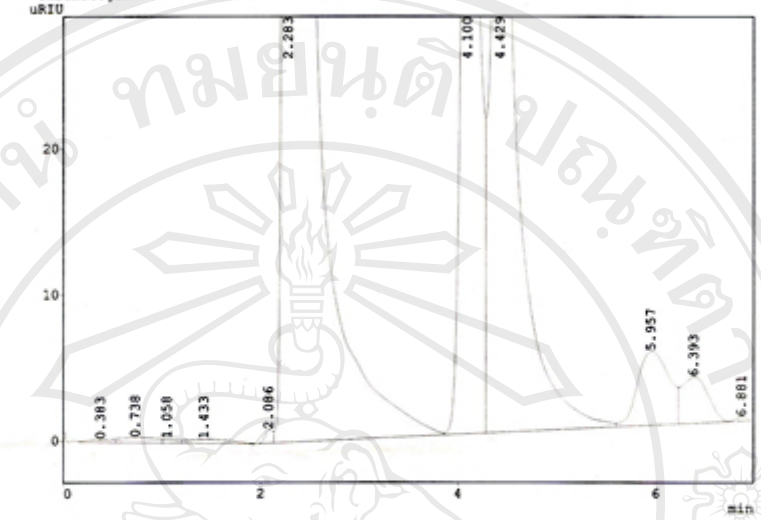
วิธีการวิเคราะห์

1. เจือจางน้ำผึ้งลำไยและน้ำผึ้งขี้ไก่ย่านให้ได้ระดับความเจือจางร้อยละ 30, 35, 40, 45, 50 และ 55 ในอุณหภูมิควบคุมไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ทิ้งระยะเวลาให้เอนไซม์กลูโคสออกซิเดสเร่งปฏิกิริยาสร้างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. จุ่มกระดาษทดสอบลงในน้ำผึ้งที่นะดับความเจือจางต่างๆ อย่างรวดเร็วเพียง 1 วินาที
3. สลัดน้ำที่เกาะบนกระดาษทดสอบทิ้ง
4. หลังจากนั้นประมาณ 15 นาที นำกระดาษทดสอบไปเปรียบเทียบกับแถบสีข้างหลอดอลูมิเนียม เพื่ออ่านค่าเมื่อสารทดสอบมีเปอร์ออกไซด์ แถบปฏิกิริยาจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

CLASS-LC10 Ver.=1.61 SYS=1 Ch=1 REPORT.NO=27 DATA=011.D01 03/08/09 00:03:14
Sample : LON
ID : 011
Sample Amount : 1
Type : Unknown
Detector : RID-10A
Operator : kanokwan
Method Name : SUGAR.MET

*** Chromatogram *** Filename:011.C01

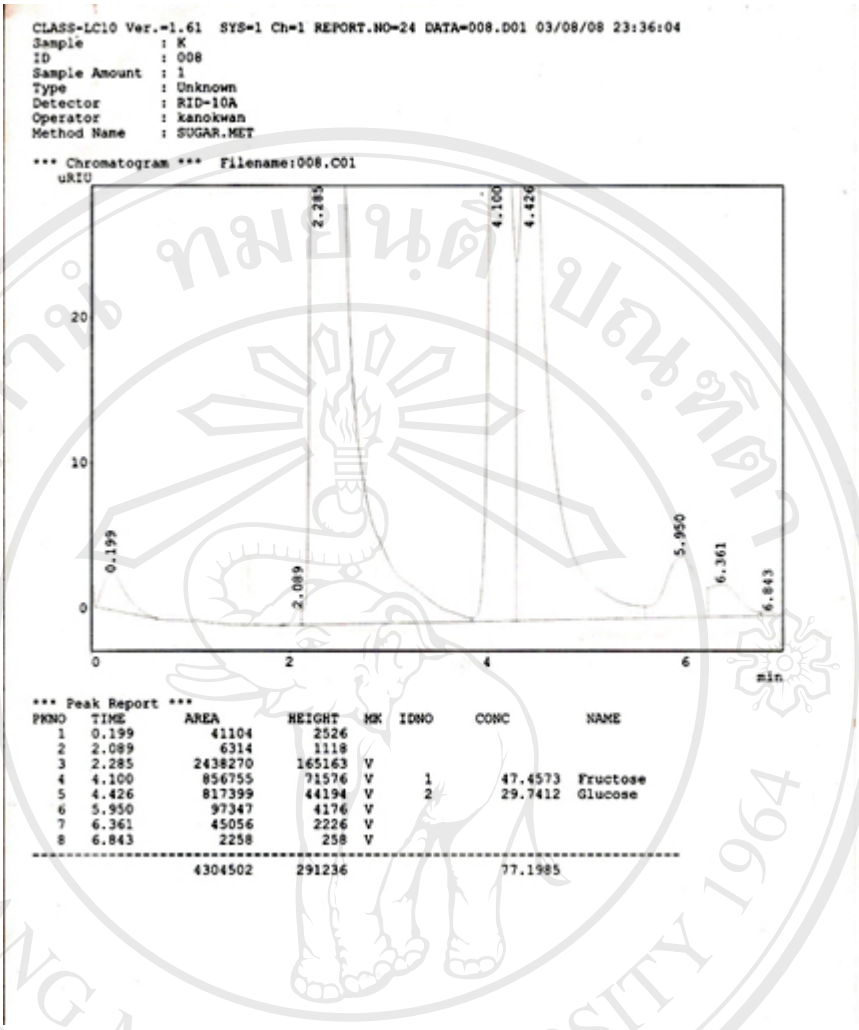


*** Peak Report ***

PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.383	3575	196	V			
2	0.738	8991	355	V			
3	1.058	2707	291	V			
4	1.433	8494	292	V			
5	2.086	5177	953				
6	2.283	2498483	169915	V			
7	4.100	716467	61181	V	1	39.6864	Fructose
8	4.429	882771	50704	V	2	32.1197	Glucose
9	5.957	113159	5090	V			
10	6.393	57981	3163	V			
11	6.881	1928	241	V			
		4299731	292380			71.8062	

ภาพที่ ข-1 กราฟแสดงการวิเคราะห์น้ำตาลในน้ำผึ้งลำไย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ ข-2 กราฟแสดงการวิเคราะห์น้ำตาลในน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

ภาคผนวก ค-1 การวัดสีระบบฮันเตอร์ (Hunter Lap)

เป็นการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี Color Quest ll Sphere (Hunter Associates Laboratories Inc., USA) วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ โดยค่าสี L* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness / Green) และ b* เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (Yellowness / Blueness)

L* คือค่าความสว่าง	มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100
a* คือค่าสีแดง	เมื่อ a* มีค่าบวก เป็นสีแดง
	เมื่อ a* มีค่าลบ เป็นสีเขียว
b* คือค่าสีเหลือง	เมื่อ b* มีค่าบวก เป็นสีเหลือง
	เมื่อ b* มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

ก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) โดยใช้กระบอกสีดำ

แผ่นสีขาวมาตรฐาน	(x = 81.17 , y = 86.12 , z = 91.78)
แผ่นสีเทามาตรฐาน	(x = 48.58 , y = 51.74 , z = 54.01)
แผ่นสีเขียวมาตรฐาน	(x = 17.73 , y = 23.35 , z = 18.91)

โดยนำตัวอย่างผสมไอศกรีมใส่ในหลอดแก้วสำหรับวัดสี ทำการวัดตัวอย่างส่วนผสมไอศกรีม

ภาคผนวก ค-2 การวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer

เครื่องวัดความหนืด Brookfield Viscometer เป็นเครื่องวัดความข้นหนืดแบบแกนหมุน (Rotatory viscometer) ใช้วัดความข้นหนืดของอาหารที่มีความข้นหนืดปานกลาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการ Calibrate เครื่องวัดความหนืด

เปิดสวิทช์เครื่องวัดความหนืด เอาหัววัด (Spindle) ออกจากแกนมอเตอร์ กดปุ่มใด ๆ เครื่องจะทำการ Calibrate โดยอัตโนมัติ เมื่อการ Calibrate เสร็จสิ้น บนจดจะขึ้นข้อความว่าให้ใส่หัววัดได้ จึงใส่หัววัดที่จะใช้วัด หัววัดความหนืดมี 7 ขนาด หัววัดหมายเลข 1 จะวัดความข้นหนืดในช่วงความข้นหนืดต่ำ หัววัดหมายเลขสูงขึ้นจะวัดความข้นหนืดในช่วงที่สูงขึ้น

การวัดความข้นหนืดตัวอย่างผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum*

การวัดความข้นหนืดต้องเลือกหัววัดและความเร็วรอบให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ โดยตักผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องจำนวนประมาณ 400 – 500 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร นำบีกเกอร์ไปวางใต้เครื่องวัดความข้นหนืด ใส่หัววัดที่แกนมอเตอร์ ลดระดับเครื่องวัดความข้นหนืดลงจนหัววัดจมลงในตัวอย่างจนถึงขีดที่กำหนดบนแกนหัววัด ตรวจสอบหมายเลขหัววัดที่แสดงบนจอให้ตรงกับหัววัดที่ต่อกับแกนมอเตอร์ ตั้งความเร็วรอบในการหมุน กดสวิทช์เปิดมอเตอร์ ค่า % Torque จะปรากฏบนจอก่อน การวัดที่ทำให้ได้ค่าความหนืดที่ถูกต้องที่สุดจะต้องมี % Torque เข้าใกล้ 100 มากที่สุด การเลือกหัววัดและความเร็วรอบต้องสังเกตด้วยสายตาก่อนว่าตัวอย่างที่นำมาวัดมีความข้นหนืดต่ำ ปานกลาง หรือสูง แล้วเลือกหัววัดและความเร็วรอบในการวัดที่ทำให้ค่า % Torque เข้าใกล้ 100 มากที่สุด

การวัดความข้นหนืดในการทดลองจะมีตัวอย่างที่มีความข้นหนืดแตกต่างกันต้องเลือกเอาตัวอย่างโยเกิร์ตข้าวกล้องที่สังเกตด้วยสายตาหรือจากสูตรการผสมว่ามีความข้นหนืดสูงที่สุดมาทำการคัดเลือกหัววัดและความเร็วรอบที่เหมาะสมก่อน และใช้หัววัดและความเร็วรอบนี้กับตัวอย่างอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างในการทดลองนั้น ๆ และแต่ละการทดลองอาจให้หัววัดและ ความเร็วรอบในการวัดแตกต่างกันได้ ขึ้นกับความเหมาะสมในแต่ละการทดลอง

การวัดความข้นหนืด ของตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบในการทดลอง ต่อหัววัดที่เหมาะสมในการทดลองนั้น ๆ เข้ากับแกนมอเตอร์ ตั้งความเร็วรอบที่เหมาะสมในการทดลองนั้น ๆ โดยใช้หัววัดหมายเลข 4 ความเร็วรอบ 2.5 รอบต่อนาที ตั้งเวลาในการวัดประมาณ 15 – 60 วินาที กดปุ่มเปิดมอเตอร์ เมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้ มอเตอร์จะหยุดหมุนอ่านค่าความข้นหนืดที่วัดได้

หมายเหตุ : ค่าความหนืด วัดด้วยเข็มเบอร์ 4 ที่อุณหภูมิ 23 ± 1 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาทีของน้ำผึ้งลำไย และ 120 รอบต่อนาทีของน้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค-3 การวัดค่าการตีฟู (ลักขณา และ นิธิยา, 2544)

ชั่งน้ำหนักส่วนผสมไอศกรีมที่มีอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ที่ผ่านการบ่มแล้วบรรจุเต็มถ้วยพลาสติกก่อนไปปั่นแช่แข็ง และเมื่อปั่นไอศกรีมจนแข็งตัวแล้วตักไอศกรีมที่ได้ลงในถ้วยพลาสติกใบเดิมให้เต็มถ้วยโดยมีปริมาตรเท่ากันกับปริมาตรส่วนผสมไอศกรีม ชั่งน้ำหนักไอศกรีมภายหลังการปั่น

$$\text{ค่าการตีฟู (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนผสมไอศกรีม} - \text{น้ำหนักไอศกรีม} \times 100}{\text{น้ำหนักไอศกรีม}}$$

ภาคผนวก ค-4 การวัดอัตราการละลาย (Ting-Jang Lu and others, 2001)

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างไอศกรีมที่บรรจุเต็มถ้วยพลาสติก น้ำหนักประมาณ 60 – 65 กรัมไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -24 องศาเซลเซียสชั่วโมง ก่อนนำมาทดสอบการละลาย
2. นำเฉพาะเนื้อไอศกรีมวางบนตะแกรงขนาด 3 mesh วางลงบนกรวยที่รองรับด้วยบีกเกอร์ภายในเครื่องปรับอากาศที่มีอุณหภูมิ 25 ± 1 องศาเซลเซียส
3. เริ่มจับเวลาการละลายเมื่ออุณหภูมิของไอศกรีมที่ระดับลึกจากผิวหน้า 1 เซนติเมตรเป็น -13 ± 0.5 องศาเซลเซียส
4. จับเวลาต่อทุก ๆ 30 นาที ชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายผ่านตะแกรง
5. คำนวณน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายคิดเทียบน้ำหนักไอศกรีม 100 กรัม

$$\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลายต่อ 100 กรัม (กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลาย} \times 100}{\text{น้ำหนักไอศกรีมที่เริ่มต้น}}$$

6. รายงานเป็นอัตราการละลาย ต่อ 100 กรัม (กรัมต่อนาที)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค- 5 การวัดเนื้อสัมผัสของไอศกรีม (Bolliger and others, 2000)

วิธีการวิเคราะห์

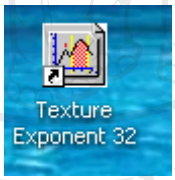
นำไอศกรีมที่บรรจุเต็มถ้วยพลาสติก ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ความสูง 5 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 60 – 65 กรัม (ถ้วยไอศกรีมสามารถบรรจุน้ำได้ปริมาตรประมาณ 90 มิลลิลิตร) ที่ผ่านการแช่แข็ง ณ อุณหภูมิ - 12 ±1 งศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 1 วันและ 90 วันไปวัดเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง TAXTplus Texture Analyser อาศัยหลักการค่าวัดค่าแรงเจาะทะลุ (penetration force ; new tons)

วิธีการใช้เครื่อง Texture

คู่มือการใช้เครื่อง Texture Analyzer

วิธีการใช้เครื่อง Texture

การเข้าสู่โปรแกรม ให้คลิกที่ short cut ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ปรากฏ

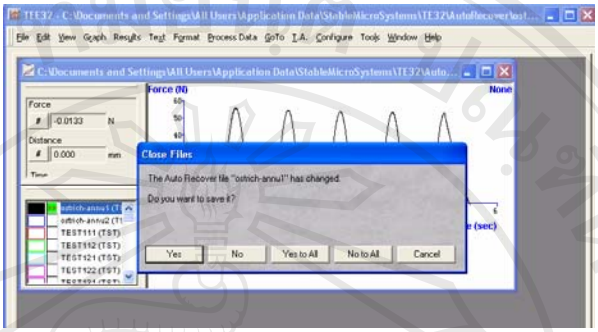


จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Select a User ดังรูปข้างล่าง เพื่อให้เรากรอก Password ที่ถูกกำหนดขึ้นมา (ในที่นี้ใช้ fst (ให้พิมพ์เป็นตัวเล็กเท่านั้น)) เพื่อเข้าสู่โปรแกรมการทำงาน

หลังจากนั้นจะปรากฏ Menu bar ดังรูปข้างล่าง เพื่อเข้าสู่โปรแกรม TEE32

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อคลิกเข้าสู่โปรแกรม TEE32 จะปรากฏหน้าต่างดังรูปข้างล่าง และจะปรากฏหน้าต่าง Close Files ขึ้นมาเพื่อถามเราว่าต้องการจะปิด file ที่ถูกใช้งานมาก่อนหน้านี้หรือไม่ ซึ่งถ้าเราไม่ต้องการใช้งาน file ต่าง ๆ เหล่านั้น ให้เราคลิกไปที่ ปุ่ม No to All



วิธีการ Calibrate

หลังจากที่เข้าสู่โปรแกรม TEE32 แล้ว เราก็ควรมาทำการ calibrate เครื่อง เพื่อความถูกต้อง แม่นยำในการทำงานในการ calibrate เครื่อง นั้นจะมีอยู่ 2 ขั้นตอน คือ การ Calibrate Force และ Calibrate Height ซึ่งเราจะดำเนินการต่าง ๆ ตามขั้นตอนดังนี้

1. เริ่มแรก เราจะทำการ Calibrate Force โดยให้เราคลิก Menu bar ตรงปุ่ม T.A. ⟶ Calibrate ⟶ Calibrate Force.. ตามลำดับ

2. หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Zero Reading ดังรูปข้างล่างดังนี้ และให้เราคลิกที่ Next > เพื่อดำเนินการต่อไป

3. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Apply Calibration Value ขึ้นมาเพื่อถามว่าเราต้องการ Calibrate weight ที่น้ำหนักเท่าไร (ในที่นี้คือ 2000 กรัม) ต่อไปให้เราวางตุ้มน้ำหนัก 2000 กรัม ที่ฐานบนของเครื่อง (ต้องสวมถุงมือผ้าก่อนจับลูกตุ้มทุกครั้ง) และให้เราคลิกที่ Next > เพื่อดำเนินการต่อไป

4. โปรแกรมก็จะทำการ Calibrate ให้ และจะแสดงหน้าต่าง Calibration Status เพื่อแสดงผลลัพธ์ของการทำการ Calibrate และให้เราคลิกที่ Finish เพื่อแสดงการสิ้นสุดการ Calibrate

5. โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างออกมายืนยันว่าเครื่องได้ทำการ Calibrate สำเร็จแล้ว

เมื่อเราทำการ Calibrate Force เสร็จแล้ว เราก็ต้องทำการ Calibrate Height ต่อไป ดังนี้

1. ทำการ Calibrate Height โดยให้เราคลิก Menu bar ตรงปุ่ม T.A. ⟶ Calibrate

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

→Calibrate Height.. ตามลำดับ

2. หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Probe Height Calibration ขึ้นมา ให้เรากรอกข้อมูลลงไปในช่อง เพื่อให้สามารถทำการวัดผลได้อย่างถูกต้อง

โดยในช่อง Return Distance (mm) , Return Speed (mm/Sec) และ Contact Force (g) นั้น ให้เรากรอกข้อมูลใส่ลงไปเอง ตามความเหมาะสม

ซึ่งในช่อง Return Distance (mm) นั้น เราจะต้องวัดความสูงของตัวอย่าง แล้วบวกเพิ่มอีกประมาณ 10 mm เป็นอย่างน้อย และให้เราคลิก OK

3. โปรแกรมจะทำการ Calibrate Height ให้เรา และแสดงผลการ Calibrate เสร็จสิ้นให้ คลิก OK เพื่อตอบตกลง

การหา Maximum Force

เป็นการหาแรงสูงที่สุด โดยกระทำดังนี้

1. ให้คลิกที่ T.A. → T.A. setting…
2. จากนั้นจะเปิดหน้าต่าง T.A. Setting ขึ้นมาแล้วให้เราคลิกที่ Library
3. ให้เราเลือก 1RETURN TO START.SEQ เพื่อการคำนวณหา Maximum Force
4. หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง T.A. Setting : Return to Start (Set Dist) ให้เราคลิกที่ Target Mode เพื่อเปลี่ยน Distance ให้เป็น Strain แล้วคลิกยืนยันคำสั่ง
5. เมื่อเราทำการ Setting แล้ว ให้เรา ทำการ Run คำสั่ง โดยการ คลิกที่ T.A.→ Run a Test
6. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Test Configuration ให้เราคลิกที่หน้าต่างย่อย Archieve Information เพื่อกรอกข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่างที่เราจะทำการวิเคราะห์
7. คลิกที่หน้าต่างย่อย Probe Selection เพื่อเลือก Probe ที่เหมาะสมกับตัวอย่าง
8. คลิกไปที่หน้าต่างย่อย Data Acquisition โดยในช่อง Acquisition Rate (PPS) ให้เลือกที่ 4 เพื่อเป็นการเลือกความถี่ในการอ่านข้อมูล
9. จากนั้นให้เราคลิกที่ Apply เพื่อบันทึกคำสั่งและให้เราคลิกที่ Run to test เพื่อเริ่มต้นวิเคราะห์ตัวอย่างเครื่องจะทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง-1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

Hedonic Scaling

ชื่อ.....วันที่ .....

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องรสน้ำผึ้งผสมเชื้อ *B. longum*

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง โดยทำทีละตัวอย่าง กำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย
5 = เฉยๆ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง						
ลักษณะปรากฏ						
สี						
กลิ่น						
ความชอบโดยรวม						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

ตารางแสดงผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ จ-1 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* สูตรที่มีสารให้ความหวานร้อยละ 10 หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

สารให้ความหวาน	ปริมาณเชื้อ *B. longum* (log CFU/g)		log A/A_0
	เชื้อเริ่มต้น(A_0)	เชื้อในผลิตภัณฑ์(A)	
น้ำผึ้งลำไย	10.81^{ab}±0.45	12.77^{a}±0.94	0.072^{ab}±0.019
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	10.81^{ab}±0.45	11.63^{ab}±1.19	0.127^{a}±0.171
น้ำตาลซูโครส	10.65^{ab}±0.30	11.14^{ab}±0.06	0.020^{ab}±0.014
น้ำตาลฟรุคโตส	10.70^{ab}±0.35	12.20^{ab}±0.99	0.056^{ab}±0.034

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ-2 คุณสมบัติทาง เคมีของโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* สูตรที่มีสารให้ความหวานร้อยละ 10 หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

สารให้ความหวาน	ค่าทางเคมี		
	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	กรดแลคติคที่ไตเตรตได้	น้ำตาลรีดิวซ์
		(ร้อยละ w/w)	(ร้อยละ)
น้ำผึ้งลำไย	4.33^{ab} ±0.18	0.84^{ab} ±0.02	7.51^{bc} ±0.28
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	4.45^{ab} ±0.36	0.74^{ab} ±0.10	7.34^{bcd} ±0.28
น้ำตาลซูโครส	3.65^{c} ±0.21	0.75^{ab} ±0.04	2.67^{e} ±0.09
น้ำตาลฟรุคโตส	4.45^{ab} ±0.17	0.90^{ab} ±0.05	7.57^{bc} ±0.70

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง จ-3 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* สูตรที่มีสารให้ความหวานร้อยละ 10 หลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

สารให้ความหวาน	ค่าทางประสาทสัมผัส			
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	ความชอบโดยรวม
น้ำผึ้งลำไย	5.90^{abc} ±1.20	5.20^{bc} ±1.55	6.30^{ab} ±1.25	6.20^{ab} ±1.23
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	4.30^{cd} ±1.95	5.60^{abc} ±1.84	5.00^{bc} ±1.83	4.70^{cd} ±1.83
น้ำตาลซูโครส	6.70^{ab} ±1.25	6.50^{ab} ±1.35	5.90^{abc} ±1.37	6.20^{ab} ±1.14
น้ำตาลฟรุคโตส	5.10^{bcd} ±1.89	5.70^{abc} ±1.89	5.60^{abc} ±1.51	5.70^{bc} ±1.42

หมายเหตุ : ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic Scale ระดับคะแนน 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ-4 ผลการวิเคราะห์ค่าทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องผสมเชื้อ *B. longum* ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 ± 1 องศาเซลเซียส

สารให้ความหวาน	ค่าสี					
	วันที่ 1			วันที่ 90		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
น้ำผึ้งลำไย	74.03^{de}±0.19	1.83^{b}±0.07	16.84^{a}±0.13	73.36^{c}±0.79	1.78^{b}±0.13	16.69^{ab}±0.56
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	74.30^{de}±0.51	2.26^{a}±0.17	17.33^{a}±0.44	74.09^{de}±0.14	1.96^{ab}±0.07	17.52^{a}±0.13
น้ำตาลซูโครส	80.10^{a}±0.40	-1.07^{e}±0.32	11.22^{d}±0.65	80.15^{a}±0.25	0.14^{d}±0.21	11.33^{d}±0.17
น้ำตาลฟรุคโตส	76.90^{de}±0.75	0.42^{d}±0.30	13.50^{c}±1.36	76.03^{c}±0.08	0.94^{c}±0.10	15.65^{b}±0.57

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ จ-4 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ค่าทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องผสมเชื้อ *B. longum* ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 ± 1 องศาเซลเซียส

สารให้ความหวาน	ค่าการตีฟู (ร้อยละ)		ค่าการละลายต่อ100g (g/sec)		ค่าความแน่นเนื้อ (N/sec)	
	วันที่ 1	วันที่ 90	วันที่ 1	วันที่ 90	วันที่ 1	วันที่ 90
น้ำผึ้งลำไย	39.35^{a}±2.90	34.80^{bc}±2.07	0.89^{ab}±0.06	0.86^{b}±0.08	0.75^{d}±0.47	3.15^{a}±1.61
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	37.86^{ab}±1.52	33.00^{cd}±1.56	0.93^{ab}±0.04	0.98^{a}±0.05	2.73^{ab}±0.53	3.04^{ab}±0.74
น้ำตาลซูโครส	31.62^{d}±2.63	28.89^{cd}±1.95	0.53^{c}±0.03	0.49^{c}±0.02	0.93^{cd}±0.51	2.21^{abc}±0.31
น้ำตาลฟรุคโตส	37.13^{ab}±1.29	30.57^{d}±3.11	0.45^{cd}±0.05	0.38^{d}±0.04	1.56^{bcd}±0.26	2.06^{ab}±0.53

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ
ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ-5 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อ *B. longum* ช่วงระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ -12 ± 1 องศาเซลเซียส

สารให้ความหวาน	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง				
	วันที่ 1	วันที่ 15	วันที่ 30	วันที่ 60	วันที่ 90
น้ำผึ้งลำไย	4.33^{defg} ±0.03	4.10^{fgh} ±0.02	4.17^{fgh} ±0.03	4.11^{h} ±0.04	4.17^{fgh} ±0.17
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	4.36^{def} ±0.05	4.18^{fgh} ±0.05	4.16^{gh} ±0.04	4.23^{efgh} ±0.03	4.32^{defg} ±0.19
น้ำตาลซูโครส	4.63^{bc} ±0.03	4.46^{cd} ±0.08	4.46^{cd} ±0.05	4.65^{ab} ±0.13	4.41^{de} ±0.31
น้ำตาลฟรุคโตส	4.83^{a} ±0.07	4.80^{ab} ±0.05	4.78^{ab} ±0.03	4.73^{ab} ±0.03	4.70^{ab} ±0.09

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ
ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ จ-6 ผลการวิเคราะห์ค่ากรดแลคติคที่ไตเตรตได้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องผสมเชื้อ *B. longum* ช่วงระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ -12 ± 1 องศาเซลเซียส

สารให้ความหวาน	กรดแลคติคที่ไตเตรตได้ (ร้อยละ w/w)				
	วันที่ 1	วันที่ 15	วันที่ 30	วันที่ 60	วันที่ 90
น้ำผึ้งลำไย	0.85^{ab} ±0.06	0.69^{efgh} ±0.02	0.75^{cdef} ±0.02	0.87^{ab} ±0.05	0.87^{abc} ±0.01
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	0.79^{abcde} ±0.02	0.80^{abcd} ±0.02	0.77^{bcdef} ±0.02	0.82^{abcd} ±0.03	0.87^{ab} ±0.01
น้ำตาลซูโครส	0.78^{abcde} ±0.02	0.72^{defg} ±0.02	0.74^{cdef} ±0.04	0.77^{bcdef} ±0.02	0.89^{a} ±0.24
น้ำตาลฟรุคโตส	0.67^{fgh} ±0.02	0.58^{h} ±0.01	0.58^{h} ±0.00	0.61^{h} ±0.02	0.62^{gh} ±0.01

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ-7 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำตาลรีดิวซ์ได้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องผสมเชื้อ *B. longum* ช่วงระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ -12 ± 1 องศาเซลเซียส

สารให้ความหวาน	น้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)				
	วันที่ 1	วันที่ 15	วันที่ 30	วันที่ 60	วันที่ 90
น้ำผึ้งลำไย	7.51^{de} ±0.57	7.74^{bcd} ±0.51	7.63^{bcde} ±0.35	7.54^{cde} ±0.31	7.36^{de} ±0.98
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	7.40^{de} ±0.36	7.83^{bcd} ±0.33	7.37^{de} ±0.24	7.56^{cde} ±0.27	6.87^{e} ±0.99
น้ำตาลซูโครส	2.97^{f} ±0.16	3.00^{f} ±0.05	2.97^{f} ±0.04	2.95^{f} ±0.01	3.12^{f} ±0.06
น้ำตาลฟรุคโตส	6.79^{e} ±0.11	8.69^{a} ±0.39	8.35^{abc} ±0.47	8.41^{ab} ±0.54	8.45^{ab} ±0.35

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ จ-8 ปริมาณเชื้อ *L. bulgaricus + S. thermophilus* ที่เหลือรอดในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องผสมเชื้อ *B. longum* ที่เก็บที่อุณหภูมิ -12±1 องศาเซลเซียส

สารให้ความหวาน	ปริมาณเชื้อ *L. bulgaricus + S. thermophilus* (log CFU/g)				
	วันที่ 1	วันที่ 15	วันที่ 30	วันที่ 60	วันที่ 90
น้ำผึ้งลำไย	5.77^{g}±0.19	6.05^{defg}±0.06	5.89^{fg}±0.49	5.52^{g}±0.17	5.97^{efg}±0.13
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	6.73^{bc}±0.15	6.56^{bcde}±0.29	6.47^{bcdef}±0.60	6.06^{defg}±0.11	6.14^{cdefg}±0.15
น้ำตาลซูโครส	6.58^{bcde}±0.24	6.48^{bcdef}±0.16	6.62^{bcd}±0.27	6.01^{defg}±0.27	6.74^{bc}±0.26
น้ำตาลฟรุคโตส	7.51^{a}±0.51	6.83^{b}±0.29	6.57^{bcde}±0.66	6.01^{defg}±0.29	5.96^{efg}±0.40

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ-9 ปริมาณเชื้อ *B. longum* ที่เหลือรอดในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ตข้าวกล้องผสมเชื้อ *B. longum* ที่เก็บที่ที่อุณหภูมิ -12±1 องศาเซลเซียส

สารให้ความหวาน	ปริมาณเชื้อ *B. longum* (log CFU/g)				
	วันที่ 1	วันที่ 15	วันที่ 30	วันที่ 60	วันที่ 90
น้ำผึ้งลำไย	7.36^{cd}±0.08	7.98^{ab}±0.10	8.06^{ab}±0.23	6.44^{fg}±0.40	7.51^{bcd}±0.59
น้ำผึ้งขี้ไก่ย่าน	7.02^{def}±0.15	7.08^{def}±0.19	8.14^{a}±0.08	5.8^{h}±0.14	5.8^{h}±0.17
น้ำตาลซูโครส	7.9^{ab}±0.31	7.11^{def}±0.20	7.2^{cde}±0.12	6.44^{g}±0.68	7.58^{abc}±0.64
น้ำตาลฟรุคโตส	8.2^{a}±0.19	6.79^{efg}±0.23	7.93^{ab}±0.14	7.09^{def}±0.32	5.68^{fg}±0.28

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฉ
อุปกรณ์และเครื่องมือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ ฉ-1 เครื่องปั่นไอศกรีม

ภาพที่ ฉ-1 ตู้แช่ไอศกรีม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ ฉ-3 เครื่องวัดอุณหภูมิ

ภาพที่ ฉ-4 เครื่อง Instron Model 5565

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ ฉ-5 เครื่อง High Performance Liquid Chromatography

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวณัติพร ดีพลภักดิ์
วัน เดือน ปี เกิด	4 กุมภาพันธ์ 2523
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน จังหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2541
	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2545
ประสบการณ์	ปี พ.ศ. 2547 – ปัจจุบัน ทำงานในตำแหน่งนักวิจัย Thai Organic Products Groups of Company

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved