ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก
รูปผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งแบบใส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ ก.1 น้ำฝรั่งก่อนและหลังกรองผ่านเยื่อแผ่น MF

รูปที่ ก.2 น้ำฝรั่งก่อนและหลังกรองผ่าน filter press

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ ก.3 น้ำฝรั่งหลังกรองผ่านเยื่อแผ่น MF และหลังกรองผ่าน filter press

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่งแบบใส

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

โปรดทำการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างในด้านสีที่ปรากฏ ความใส กลิ่น รสหวาน รสเปรี้ยว และการยอมรับรวม และให้ระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ตามระดับคะแนนดังต่อไปนี้

คะแนน	9 = ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
	8 = ชอบมาก	3 = ไม่ชอบ
	7 = ชอบ	2 = ไม่ชอบมาก
	6 = ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด
	5 = เฉย	

	ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างรหัส	
	.....	.....
สีที่ปรากฏ	.....	.....
ความใส	.....	.....
กลิ่น	.....	.....
รสหวาน	.....	.....
รสเปรี้ยว	.....	.....
การยอมรับรวม	.....	.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์คุณภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

การวัดสีระบบ Hunter ตามวิธีของ Hunterlab Co.,Ltd.

เป็นการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี ColorQuest II sphere colorimeter โดยค่าสี L เป็นค่าความสว่าง (lightness) a เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greeness) และ b เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness)

L คือ ค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 เมื่อ L มีค่าใกล้ศูนย์ หมายถึง วัตถุมีสีคล้ำ เมื่อมีค่าเข้าใกล้ 100 วัตถุจะมีสีขาว

a คือ ค่าสีแดง เมื่อ a มีค่าบวก เป็นสีแดง เมื่อ a มีค่าลบ เป็นสีเขียว

b คือ ค่าสีเหลือง เมื่อ b มีค่าบวก เป็นสีเหลือง เมื่อ b มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

ก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (calibration) โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (white blank; L=97.67, a=-0.18, b=1.84) แล้วจึงทำการวัดสีตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่ง 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การวัดความหนืด (viscosity) ตามวิธีของ Cannon Co.,Ltd.

การวัดความหนืดของน้ำฝรั่งด้วย rotating cylinder (Cannon รุ่น V-2000 series II) ใช้ปริมาตรของตัวอย่างน้ำฝรั่ง 25 มิลลิลิตร โดยวัดที่อุณหภูมิของสารละลาย 25 องศาเซลเซียส ทำการวัด 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ความหนืดที่วัดได้มีหน่วยเป็น cP

การวัดความขุ่น (turbidity) ตามวิธีของ HACH Co.,Ltd.

การวัดความขุ่นของน้ำฝรั่งใช้เครื่องวัดความขุ่น HACH, model 2100A โดยวัดความขุ่นออกมาในหน่วย Nephelos Turbidity Units (NTU)

ก่อนการวัดความขุ่นทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (calibration) โดยใช้สารมาตรฐาน (formazin) ที่ทราบความขุ่นแน่นอน แล้วปรับค่าให้เท่ากับความขุ่นของสารมาตรฐานที่ใช้ในการปรับมาตรฐาน สารมาตรฐานที่เลือกใช้ขึ้นอยู่กับความขุ่นของตัวอย่างที่ต้องการวัด โดยมีค่าความขุ่นตั้งแต่ 0-1 NTU, 1-10 NTU, 1-100 NTU และ 1-1000 NTU

หลังจากทำการปรับมาตรฐานเครื่องแล้ว จึงวัดความขุ่นของตัวอย่างน้ำฝรั่ง โดยเทตัวอย่างลงใน cell วัดความขุ่น แล้วอ่านค่าที่ได้ ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีของ AOAC, 2000

นำตัวอย่างน้ำฝรั่งมาตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง Microprocessor pH meter โดยปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ละครั้งด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.00 และ 7.00 ตามลำดับ ทำการตรวจวัด 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solids : °brix) ตามวิธีของ AOAC, 2000

นำตัวอย่างน้ำฝรั่งมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้ hand refractometer บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วยองศาบริกซ์ (°brix) โดยปรับค่ามาตราฐานด้วยน้ำกลั่นก่อนทำการวัดทุกครั้ง ทำการวัด 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การหาปริมาณกรดทั้งหมด (total titratable acids) ตามวิธีของ AOAC, 2000

การเตรียมสารเคมี

- เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1N โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 4 กรัม ละลายและปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ในขวดปรับปริมาตร ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำมา standaridize หาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ด้วยการไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 0.1N โดยใช้ฟีนอลธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

วิธีวิเคราะห์

ปิเปตตัวอย่างที่เตรียมไว้ 10 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร นำไปไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1N หยดสารละลายฟีนอลธาลีนลงไป 1-2 หยด ไตเตรตจนสีชมพูเปลี่ยนเป็นไม่มีสี อ่านปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรตเพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด โดยคิดเทียบเป็นกรดซิตริก ทำการวิเคราะห์ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณ

$$\text{citric acid} = \frac{\text{mlNaOH} \times \text{n} - \text{NaOH} \times \text{meq. citric acid}}{\text{ml. sample}} \times 100$$

เมื่อ ml NaOH คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรตหน่วยเป็นมิลลิลิตร

n-NaOH คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรตหน่วยเป็นนอร์มัล

meq. citric acid คือ มิลลิสมมูลย์ของกรดซิตริก มีค่าเท่ากับ 0.007 กรัม

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugars) ก่อนและหลังอินเวอร์ชันตามวิธีของ Lane and Eynon (AOAC, 2000)

การเตรียมสารเคมี

- เตรียมสารละลาย Fehing no.1 โดยละลายคอปเปอร์ซัลเฟท (copper sulfate pentahydrate : $CuSO_4 . 5H_2O$) จำนวน 34.639 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร
- เตรียมสารละลาย Fehing no.2 โดยละลายโซเดียมโปแตสเซียมตาร์เตรท (sodium potassium tartrate หรือ rechelle salt : $KNaC_4O_6 . 4H_2O$) จำนวน 173 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) จำนวน 50 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร
- เตรียมสารละลายเมธิลีนบลูเข้มข้นร้อยละ 1 โดยละลายเมธิลีนบลู 1 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน (D_1)

ปิเปตตัวอย่างน้ำฝรั่งปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร

- Preliminary titration

นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ในบิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร (ชนิดปลายงอ) ไล่ฟองอากาศออกให้หมด ปิเปตสารละลาย Fehling reagent ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย Fehling no.1 และ Fehling no.2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้วขนาดเล็กลงไป 2-3 เม็ด นำไปต้มให้เดือดบนตะเกียงบุนเซน ไตเตรตกับสารละลายน้ำตาลตัวอย่างจนสีน้ำเงินจางลง หยดสารละลายเมธิลีนบลูลงไป 1-2 หยด ไตเตรตจนสีฟ้าหายไปหมด เหลือแต่ตะกอนสีส้มแดง จดปริมาตรของสารลายน้ำตาลที่ใช้ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- Accurate titration

ปิเปตสารละลาย Fehling reagent ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย Fehling no.1 และ Fehling no.2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้วขนาดเล็กลงไป 2-3 เม็ด เติมสารละลายน้ำตาลจากบิวเรตลงไปทันที โดยใช้ปริมาตรน้อยกว่าที่ใช้ไตเตรตครั้งแรกประมาณ 1-2 มิลลิลิตร ปล่อยให้เดือดนาน 2 นาที หยดสารละลายเมธิลีนบลูลงไป 1-2 หยด จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์หลังอินเวอร์ชัน (D_2)

นำสารละลายน้ำตาลที่เหลือจากการไตเตรตหาน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน ปริมาตร 70 มิลลิลิตรใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 6.34N ประมาณ 10 นาที ทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว แล้วปรับปริมาตรส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5M แล้วนำสารละลายที่ได้ไปปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร แล้วทำการไตเตรตเช่นเดียวกับการหาน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลซูโครส (sucrose) **ตามวิธีของ** Lane and Eynon (AOAC, 2000)

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนและหลังอินเวอร์ชันแล้ว สามารถหาปริมาณน้ำตาลซูโครสได้ ดังนี้

ร้อยละของน้ำตาลซูโครส = ร้อยละของผลต่าง $(D_2-D_1) \times 0.95$

โดยที่ D_1 = ร้อยละของน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดก่อนทำการอินเวอร์ชัน

D_2 = ร้อยละของน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดหลังทำการอินเวอร์ชัน

การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี (vitamin C) **ตามวิธีของ** AOAC, 2000

การเตรียมสารเคมี

- เตรียมสารละลายกรดออกซาลิค ความเข้มข้นร้อยละ 0.4 โดยชั่งกรดออกซาลิค 0.4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- เตรียมสารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐาน โดยชั่ง 2,6 dichlorophenolindophenol 0.05 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร แล้วกรองสารละลายนี้เก็บไว้ในตู้เย็นได้ 2-3 สัปดาห์ ก่อนใช้ทุกครั้งควรไตเตรตเทียบกับสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน

- เตรียมสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน โดยชั่งวิตามินซีบริสุทธิ์ 0.05 กรัม ละลายในสารละลายกรดออกซาลิคความเข้มข้นร้อยละ 0.4 จำนวน 60 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 250 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร สารละลายวิตามินซีที่ได้ 1 มิลลิลิตร มีวิตามินซี 0.2 มิลลิกรัม สารละลายนี้เตรียมทันทีก่อนใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

ปิเปตน้ำฝรั่งตัวอย่างมา 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดลงไป 25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากัน ปิเปตน้ำฝรั่งที่เจือจางแล้วมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร ไตเตรตด้วย

สารละลายอินโดฟีนอลจนกระทั่งได้สีชมพูอ่อน ซึ่งสีจะคงตัวนานกว่า 15 วินาที จดปริมาตรสารละลายอินโดฟีนอลที่ใช้ ทำการไตเตรตซ้ำ 3 ครั้ง ปิเปตสารละลายวิตามินซีมาตรฐานมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร ไตเตรตเช่นเดียวกับน้ำฝรั่งตัวอย่าง คำนวณหาปริมาณวิตามินซีในน้ำฝรั่ง ในรูปมิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

การหาปริมาณเถ้า ตามวิธีของ AOAC, 2000

1. อบ crucible ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่
2. ชั่งน้ำหนักน้ำฝรั่งประมาณ 3.0 – 3.5 กรัม ใส่ลงใน crucible
3. นำไปเผาบนตะเกียงบุนเซนจนหมดควัน แล้วนำไปเผาในเตาเผาที่ควบคุมอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส อบจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว นำออกใส่ลงในโถแก้วดูดความชื้นจนกระทั่งเย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปชั่งหาน้ำหนัก
4. คำนวณหาร้อยละของปริมาณเถ้าโดยคิดเป็นน้ำหนักแห้ง

$$\text{ร้อยละของปริมาณเถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า(กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้(กรัม)}} \times 100$$

การตรวจสอบเพคตินตามวิธีของ IFJU (International Federation of Fruit Juice Producers, 1964)

การเตรียมสารเคมี

- เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95
- เตรียมสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 63 โดยตวงเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาณ 65 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตร
- เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1M โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัมละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- เตรียมสารละลายอะลูมิเนียมออกซาเลตความเข้มข้นร้อยละ 0.75 โดยชั่งสารละลายแอมโมเนียมออกซาเลตจำนวน 0.75 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตร

- สารละลายป้องกันการเกิดฟอง (anti foaming agent)

- เตรียมสารละลาย alcohol - carbazole ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยชั่ง carbazole 0.1 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตร สารละลายนี้ต้องเตรียมก่อนการวิเคราะห์ทุกครั้ง

การแยกตะกอนสารประกอบเพคตินทั้งหมด

1. ปิเปตตัวอย่างมาครั้งละ 15 มิลลิลิตรใส่ในหลอด centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วหยดสารละลาย anti foaming agent 1-2 หยด

2. เติมสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ที่มีอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ปริมาณ 25 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด centrifuge คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วคน จากนั้นนำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ระหว่างนั้นใช้แท่งแก้วคนเป็นบางครั้ง เมื่อครบเวลานำหลอด centrifuge ขึ้นล้างแท่งแก้วคนด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95

3. นำหลอด centrifuge มาแยกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง โดยใช้อัตราเร็วรอบ 4,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นค่อยๆ เทส่วนของเหลวนั้นทิ้งไป นำตะกอนที่ได้มาสกัดต่อ

4. ทำการสกัดซ้ำตามข้อ 2 และ 3 โดยเติมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 63 ที่มีอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ครั้งละ 40 มิลลิลิตร ทำการสกัดเช่นนี้ 2 ครั้ง ตะกอนที่ได้เป็นตะกอนของสารประกอบเพคติน

การแยกสารประกอบเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (water soluble pectin)

1. นำตะกอนของสารประกอบเพคตินที่แยกได้ตามวิธีข้างต้น มาเติมน้ำกลั่นปริมาณ 35 มิลลิลิตร คนตะกอนให้เข้ากันด้วยแท่งกวนแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปแยกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง โดยใช้อัตราเร็วรอบ 4,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที

2. แยกของเหลวใสชั้นบน (supernatant) ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำตะกอนที่ได้มาทำการสกัดซ้ำด้วยด้วยน้ำกลั่นและแยกตะกอนตามขั้นตอนข้อ 1 อีกครั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. รวมของเหลวที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 ครั้งเข้าด้วยกัน แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1M ปริมาณ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร สารละลายที่ได้นำไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (water soluble pectin) ตะกอนที่เหลือนำไปสกัดเพคตินที่ละลายได้ในแอมโมเนียมออกซาเลตต่อไป

การแยกสารประกอบเพคตินที่ละลายได้ในแอมโมเนียมออกซาเลต (ammonium oxalate soluble pectin)

1. นำตะกอนมาเติมสารละลายแอมโมเนียมออกซาเลตปริมาณ 35 มิลลิลิตร คนตะกอนให้เข้ากันด้วยแท่งกวนแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปแยกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง โดยใช้อัตราเร็วรอบ 4,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที

2. แยกของเหลวใสชั้นบน (supernatant) ใส่ในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำตะกอนที่ได้มาทำการสกัดซ้ำด้วยสารละลายแอมโมเนียมออกซาเลต และแยกตะกอนตามขั้นตอนข้อ 1 อีกครั้ง

3. รวมของเหลวที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 ครั้งเข้าด้วยกัน แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1M ปริมาณ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและปรับปริมาตรด้วยสารละลายแอมโมเนียมออกซาเลตให้ครบ 100 มิลลิลิตร สารละลายที่ได้นำไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในสารละลายแอมโมเนียมออกซาเลต (ammonium oxalate soluble pectin) ตะกอนที่เหลือนำไปสกัดเพคตินที่ละลายได้ในด่างต่อไป

การแยกสารประกอบเพคตินที่ละลายได้ในด่าง (alkaline soluble pectin)

1. นำตะกอนมาเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 35 มิลลิลิตร คนตะกอนให้เข้ากันด้วยแท่งกวนแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปแยกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง โดยใช้อัตราเร็วรอบ 4,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที

2. แยกของเหลวใสชั้นบน (supernatant) ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำตะกอนที่ได้มาทำการสกัดซ้ำด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และแยกตะกอนตามขั้นตอนข้อ 1 อีกครั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. รวมของเหลวที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 ครั้งเข้าด้วยกัน แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1M ปริมาณ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นกรองตะกอนออกด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 สารละลายที่ได้นำไปวิเคราะห์หาปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในด่าง (alkaline soluble pectin)

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณเพคติน

นำสารละลายเพคตินในรูปของเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (water soluble pectin) เพคตินที่ละลายได้ในแอมโมเนียมออกซาเลต (ammonium oxalate soluble pectin) เพคตินที่ละลายได้ในด่าง (alkaline soluble pectin) ซึ่งสกัดตามวิธีขั้นต้นมาวิเคราะห์ปริมาณเพคตินตามขั้นตอนดังนี้

1. ใช้หลอดทดลองขนาดใหญ่เตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ค.1 การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์หาปริมาณเพคติน

หลอดทดลอง	สารเคมี
A	เติมสารละลายเพคตินที่เตรียมได้ปริมาณ 1 มิลลิลิตร และสารละลาย alcohol - carbazole 0.5 มิลลิลิตร
B	เติมสารละลายเพคตินที่เตรียมได้ปริมาณ 1 มิลลิลิตร และเอทานอล 0.5 มิลลิลิตร
C	เติมน้ำกลั่นปริมาณ 1 มิลลิลิตรและสารละลาย alcohol – carbazole 0.5 มิลลิลิตร
D	เติมน้ำกลั่นปริมาณ 1 มิลลิลิตรและสารละลาย alcohol 0.5 มิลลิลิตร

2. หลังจากเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์เรียบร้อยแล้ว เติมกรดซัลฟิวริคเข้มข้นปริมาณ 6 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องสูบชักดูดสาร (dispensate) กดปล่อยกรดซัลฟิวริคลงมาตามข้างหลอดช้าๆ แต่ให้หมดภายใน 7 วินาที

3. ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องเหวี่ยงผสม (vortex mixer) จากนั้นนำหลอดทดลองไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำหลอดออกมาทิ้งไว้ให้เย็นเป็นเวลา 15 นาที

4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร บันทึกค่าการดูดกลืนแสง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบเพคตินที่มีในตัวอย่างโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน (standard curve) ของ galacturonic acid monohydrate

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

เตรียม stock solution ของสารละลาย galacturonic acid monohydrate ปริมาณ 120.5 มิลลิกรัม แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1M ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตรทิ้งไว้ข้ามคืนเพื่อให้เกิดการขยายตัวของสายโมเลกุล galacturonic acid monohydrate สารละลายที่เตรียมได้นี้มีความเข้มข้นเท่ากับ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

นำสารละลาย galacturonic acid monohydrate ที่เตรียมได้จากข้อ 1 มาทำให้ เจือจางโดยให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 10, 20, 40, 50, 60 และ 80 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้ปิเปตดูดสารละลาย stock solution มาครั้งละ 10, 20, 40, 50, 60 และ 80 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

เตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณเพคตินเช่นเดียวกับในตัวอย่าง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงเช่นเดียวกัน

นำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย galacturonic acid monohydrate ที่ความเข้มข้นต่างๆ มาหาความสัมพันธ์เชิงเส้นทำให้ได้สมการเส้นตรงและนำมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณสารประกอบเพคตินที่มีในตัวอย่าง

การคำนวณ

สมการเส้นตรงที่ได้จากกราฟมาตรฐาน $y = ax+b$

เมื่อ y คือ ปริมาณสารประกอบเพคติน มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลิตร

a คือ ค่าความชันของเส้นกราฟ

x คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานหลังจากหักลบด้วย blank แล้วหรือเขียนได้ว่า

x = (ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดทดลอง A - ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดทดลอง B) x (ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดทดลอง C - ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดทดลอง D)

b คือ ค่าคงที่ของสมการ

คำนวณค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างเช่นเดียวกับสารละลายมาตรฐาน ทำให้ได้ค่า x นำไปแทนในสมการข้างต้น เพื่อคำนวณหาปริมาณสารประกอบเพคตินที่มีในตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ ซึ่งจำเป็นต้องนำมาคำนวณให้อยู่ในหน่วยมิลลิกรัมของตัวอย่างเริ่มต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ตามวิธีของ APHA, 1992

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อ (petri dish) ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้วขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
3. ตู้บ่มเชื้อ (incubator)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายเจือจาง

1. สารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA

วิธีวิเคราะห์

1. ปิเปตน้ำฝรั่ง 25 มิลลิลิตรใส่ในขวดดูแรนที่มีสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จำนวน 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นาน 1-2 นาที

2. เจือจางอาหารในสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 หลอดละ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่ 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3}

3. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายอาหารจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ โดยทำความเข้มข้นละ 2 จาน (duplicate)

4. เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายอาหารกระจายทั่วจานเพาะเชื้อ

5. ปล่อยให้อาหารวุ้นแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อ บ่มในตู้เพาะเชื้ออุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48-72 ชั่วโมง

6. นับจำนวนโคโลนีจากจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี คำนวณค่า CFU/ml ของอาหารได้จากสูตรคือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$CFU/g(ml) = \frac{\sum c}{(n_1 + 0.1n_2) \times d}$$

เมื่อ $\sum C$ คือ ผลรวมของโคโลนีที่นับได้บนจานเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนโคโลนี 25-250 โคโลนีทั้งหมด

n_1 คือ จำนวนจานเลี้ยงเชื้อในระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

n_2 คือ จำนวนจานเลี้ยงเชื้อในระดับความเข้มข้นถัดไปที่สามารถนับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

d คือ ระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

การหาปริมาณเชื้อยีสต์และรา (yeast and mold) ตามวิธีของ APHA, 1992

เครื่องมือและอุปกรณ์

1 จานเพาะเชื้อ (petri dish) ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว

2 ปิเปตผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้วขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร

3 ตู้บ่มเชื้อ (incubator)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายเจือจาง

1 สารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1

2 อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

1 ปิเปตน้ำฝรั่ง 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดดูแรนที่มีสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จำนวน 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นาน 1-2 นาที

2 เจือจางอาหารในสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 หลอดละ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่ 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3}

3 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายอาหารจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ โดยทำความเข้มข้นละ 2 จาน (duplicate)

4 เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายอาหารกระจายทั่วจานเพาะเชื้อ

5 ปล่อยให้อาหารวุ้นแข็งตัว บ่มในตู้เพาะเชื้ออุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72±3 ชั่วโมง

6 นับจำนวนโคโลนีจากจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี คำนวณค่า CFU/ml ของอาหารได้จากสูตรเดียวกับการหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

การหาโคลีฟอร์มและอี.โคไล (coliforms and *E. coli*) โดยวิธี MPN (Most Probable Number Method) ตามวิธีของ AOAC, 1998

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดทดลอง ขนาด 16 X 150 มิลลิเมตร
2. หลอดดักก๊าซ (durham tube)
3. ปิเปต ขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
4. ตู้บ่มเชื้อ (incubator)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายเจือจาง

1. สารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl Sulfate Tryptose Broth
3. อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant Green Lactose Bile Broth

วิธีวิเคราะห์

1. ปิเปตน้ำฝรั่ง 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดดูแรนที่มีสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จำนวน 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นาน 1-2 นาที

2. เจือจางอาหารในสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 หลอดละ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่ 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3}

3. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายอาหารเข้มข้น 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3} จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl Sulfate Tryptose Broth ทำความเข้มข้นละ 3 หลอด

4. บ่มหลอดทดลองทั้งหมดในตู้บ่ม (incubator) อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5. สังเกตและตรวจนับจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซขึ้นในหลอดดักก๊าซ

6. ยืนยันผลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยการถ่ายเชื้อจากหลอดที่เกิดแก๊สในข้อ 5 หลอดละ 1 ห่วง เพาะลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant Green Lactose Bile Broth แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

7. สังเกตและตรวจนับจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซขึ้นในหลอดดักก๊าซ รายงานการพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็น MPN/ml โดยเทียบค่าในตารางที่ ค.3

การยืนยัน *E. coli*

ถ่ายเชื้อจากหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant Green Lactose Bile Brothที่ให้ผลบวก 1 ห่วง ใส่ลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ EC broth บ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่ 44.5 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง สังเกตการเกิดก๊าซ

ถ่ายเชื้อจากอาหารเลี้ยงเชื้อ EC broth ที่ให้ผลบวก ขีด (streak) ลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB agar บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง เลือกโคโลนีที่มีสีม่วงเข้มและมีสีเหลือบเงินวาว (metallic sheen) เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ NA slant บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

เขี่ยเชื้อจากหลอดอาหาร NA slant หลังจากบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อดังต่อไปนี้เพื่อทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี

1. Tryptophane broth บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 $\pm$ 2 ชั่วโมง แล้วทดสอบ indole test โดยการเติม Kovac's reagent 0.2-0.3 มิลลิลิตร ลงไปในหลอดอาหาร สังเกตการเกิดผลบวกคือ จะเกิดชั้นสีแดงขึ้นบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. MR-VP medium บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ± 2 ชั่วโมง

- ทดสอบ methyl red test โดยการหยด methyl red solution จำนวน 5 หยด ลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อหลังจากการบ่มเชื้อแล้ว 48 ชั่วโมง. ถ้าให้ผลบวกอาหารเลี้ยงเชื้อจะเปลี่ยนเป็นสีแดง หากผลลบอาหารเลี้ยงเชื้อจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

- ทดสอบ Voges Proskaur test การเกิด acetylmethylcarbinol โดยปิเปตเชื้อ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเปล่า ขนาด 13 X 100 มิลลิเมตร ที่ฆ่าเชื้อแล้ว (ทำโดย aseptically condition) เติมสารละลายแอลฟาแนปทอล (α-naphthol) ความเข้มข้นร้อยละ 5 จำนวน 0.6 มิลลิลิตร, สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40 จำนวน 0.2 มิลลิลิตร และผงของ creatine ลงไปเล็กน้อย เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง หากให้ผลบวกจะเกิดสีชมพูของ eosin

3. Koser Citrate broth บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 96 ชั่วโมง (4 วัน) สังเกตการเจริญของเชื้อ ถ้าให้ผลบวกอาหารเลี้ยงเชื้อจะเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงิน

4. Lauryl sulfate tryptose broth บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ± 2 ชั่วโมง สังเกตการเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ

5. ย้อมสี gram stain ให้ย้อมสีหลังจากที่บ่มเชื้อใน PCA-agar slant นาน 18 ชั่วโมง

6. จัดแบ่งกลุ่ม (classification) ตามคุณสมบัติทางชีวเคมีดังตารางที่ ค.2

ตารางที่ ค.2 ตารางการจัดแบ่งกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ตามสมบัติทางชีวเคมี

Indole	MR	VP	Citrate	Type
+	+	-	-	Typtical *E.coli*
-	+	-	-	Atyptical *E.coli*
+	+	-	+	Typtical Intermediate
-	+	-	+	Atyptical Intermediate
-	-	+	+	Typtical *Enterobacter aerogenes*
+	-	+	+	Atyptical *Enterobacter aerogenes*

ถ้าเชื้อที่นำมาทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีไม่บริสุทธิ์ ผลที่ได้อาจไม่ตรงกับที่กล่าวมา ให้ทำการขีด(streak) ใหม่ จนกว่าจะได้เชื้อที่บริสุทธิ์ แล้วทำการทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีใหม่อีกครั้ง

7. รายงานผลเป็น MPN/g โดยเทียบค่าในตารางที่ ค.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ค.3 ค่า MPN (Most Probable Number) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อใช้ระดับความเข้มข้น 0.1, 0.01 และ 0.001 อย่างละ 3 หลอด

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก			MPN/ml	จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก			MPN/ml
0.1 กรัม	0.01 กรัม	0.001 กรัม		0.1 กรัม	0.01 กรัม	0.001 กรัม	
0	0	0	<3.6	2	2	0	21
0	0	1	3.0	2	2	1	28
0	1	0	3.0	2	2	2	35
0	1	1	6.1	2	3	0	29
0	2	0	6.2	2	3	1	36
0	3	0	9.4	3	0	0	23
1	0	0	3.6	3	0	1	38
1	0	1	7.2	3	0	2	64
1	0	2	11	3	1	0	43
1	1	0	7.4	3	1	1	75
1	1	1	11	3	1	2	120
1	2	0	11	3	1	3	160
1	2	1	15	3	2	0	93
1	3	0	16	3	2	1	150
2	0	0	9.2	3	2	2	210
2	0	1	14	3	2	3	290
2	0	2	20	3	3	0	240
2	1	0	15	3	3	1	460
2	1	1	20	3	3	2	1100
2	1	2	27	3	3	3	>1100
1	1	1	11				

(ที่มา AOAC, 1998)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง
ข้อมูลฟลักซ์ของน้ำกลั่นและน้ำฝรั่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ง.1 ฟลักซ์ของน้ำกลั่นก่อนการใช้งานที่ความดันต่างๆ เฉลี่ยจากการวัด 2 ซ้ำ

P_t (bar)	Flux (LMH)
0.2	266.62
0.4	495.00
0.6	738.38
0.8	962.62
1.0	1110.00
1.25	1329.75

ตารางที่ ง.2 ฟลักซ์ของน้ำฝรั่งที่ความดันต่างๆ เฉลี่ยจากการวัด 2 ซ้ำ

Time (min)	Flux (L/m^2h or LMH)			
	P_t = 0.2 bar	P_t = 0.4 bar	P_t = 0.6 bar	P_t = 0.8 bar
0	87.93	112.40	148.30	305.00
15	66.65	85.00	116.50	205.67
30	58.58	79.15	109.00	177.22
45	55.57	74.10	106.00	166.50
60	54.50	70.30	103.75	163.06
75	53.47	67.10	101.25	153.50
90	52.45	64.80	98.25	149.50
105	52.47	65.00	97.25	143.83
120	51.27	64.80	93.25	140.50
135	50.90	61.70	92.00	135.50
150	49.05	60.67	91.50	131.67
165	48.99	56.97	89.75	128.00
180	47.73	55.23	88.50	126.33
195	46.95	51.60	89.00	125.83
210	44.47	49.60	87.00	123.11
225	43.12	48.40	85.00	119.78
240	39.90	46.80	83.25	116.67

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ง.3 ฟลักซ์ของการกรองแบบต่อเนื่องโดยไม่การพักทำความสะอาดและแบบมีการพักทำความสะอาด เฉลี่ยจากการวัด 2 ซ้ำ

Time (min)	Flux (L/m^2h or LMH)	
	การกรองแบบต่อเนื่อง	การกรองแบบมีการพักทำความสะอาด
0	345	292
13	257	213
30	224	202
45	202	185
60	196	184
75	186	173
90	179	168
105	172	163
120	163	154
		พักทำความสะอาดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1M 30 นาที
		292
135	159	203
150	154	182
165	148	171
180	147	161
195	144	155
210	140	151
225	136	149
240	134	144

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวพัชรินทร์ ทองสร้อย
วัน เดือน ปี เกิด	16 ธันวาคม 2521
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบญจมราชูทิศ (นครศรีธรรมราช)
	พ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved