ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ก

รูปภาพประกอบการทำน้ำผักผสมผลไม้แบบใส

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

รูปภาพประกอบการทำน้ำผักผสมผลไม้แบบใส

ภาพผักและผลไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต

ภาพที่ ก.1 พลัมพันธุ์แดงบ้านหลวง (*Prunus salicina* variety Ban-luang Red)

ภาพที่ ก.2 บีทรูท (*Beta vulgaris* variety ruba)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาพที่ ก.3 แครอท (*Daucus carota*, Linn.)

ภาพที่ ก.4 มะเขือเทศพันธุ์เชอร์รี่ (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

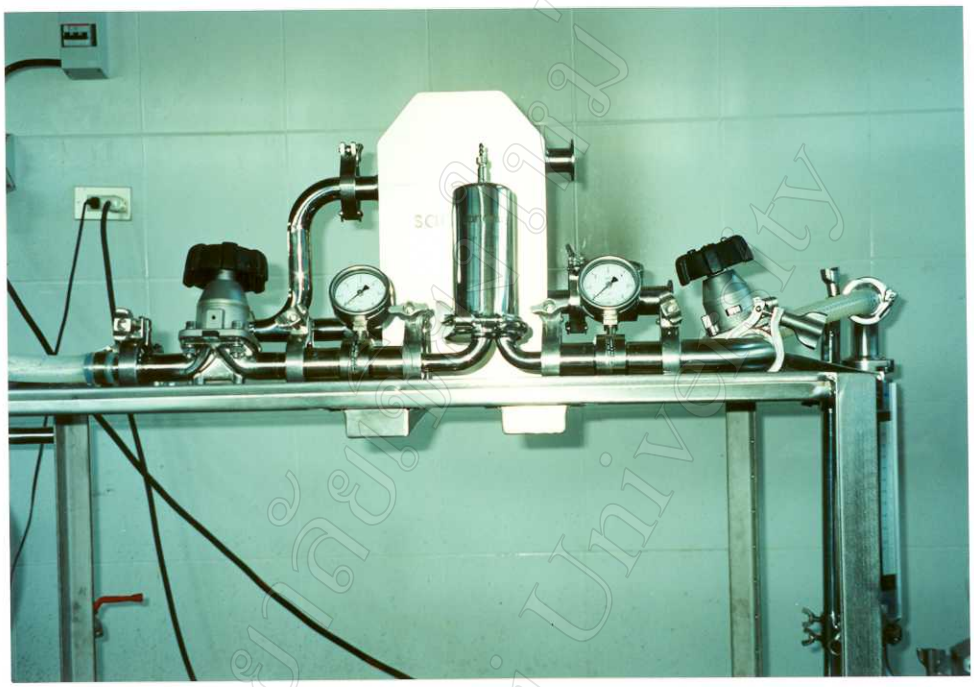
ภาพที่ ก.5 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตน้ำผักผสมผลไม้

ภาพที่ ก.6 เครื่องบด (Crusher)

ภาพที่ ก.7 เครื่องปิดฝากระป๋อง (Seamer)

ภาพที่ ก.8 ไส้กรองเมมเบรน (Sartobran P)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ภาพที่ ก.9 เครื่องกรองเมมเบรน (Sartorius) ในระบบ Dead-end ที่ใช้ในการทดลอง

ภาพที่ ก.10 เครื่องกรองเมมเบรน (Sartorius) ในสภาวะปกติ (Cross-flow)

ภาพที่ ก.11 น้ำผักผสมผลไม้เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังผ่านการกรองด้วยเมมเบรน

ภาพที่ ก.12 น้ำผักผสมผลไม้เปรียบเทียบระหว่างกระบวนการกรองด้วยเมมเบรนและกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

แบบทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์

(Ideal Ratio Profile Test)

ผลิตภัณฑ์ : ผลิตภัณฑ์น้ำผักผสมผลไม้แบบใส

ลักษณะผลิตภัณฑ์ : เป็นเครื่องดื่มน้ำผักผสมผลไม้พร้อมดื่ม ประกอบด้วยน้ำพลัม น้ำบีท น้ำแครอท และน้ำมะเขือเทศเชอร์รี่ มีการปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาล เกลือ และกรดแอสคอร์บิค

กรุณากรอกแบบสอบถามให้ตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด โดย...

1. ระบุหัวข้อ "ลักษณะของผลิตภัณฑ์" ที่ท่านคิดว่าสำคัญลงไปในแต่ละหัวข้อ
2. กำหนดเครื่องหมาย ! ลงบนสเกลในตำแหน่งที่คิดว่าเป็นลักษณะที่ดีที่สุดของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ (Ideal)
3. กำหนดเครื่องหมาย X ลงบนสเกลในตำแหน่งที่คิดว่าเป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

ลักษณะปรากฏภายนอก (External Appearance)

..... |——————————————————————| .....

..... |——————————————————————| .....

..... |——————————————————————| .....

กลิ่นและรสชาติ (Flavor and Taste)

..... |——————————————————————| .....

..... |——————————————————————| .....

..... |——————————————————————| .....

แบบทดสอบด้านประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์น้ำผักผสมผลไม้แบบใส

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

กรุณากำหนดเครื่องหมาย X บนตำแหน่งที่ท่านคิดว่าเป็นระดับของลักษณะนั้นของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เมื่อกำหนดให้เครื่องหมาย | เป็นระดับในอุดมคติของลักษณะนั้นที่ท่านต้องการ

ลักษณะปรากฏภายนอก

สีที่ปรากฏ :

แดงอ่อน — แดงเข้ม

ความใส:

ใสน้อย — ใสมาก

กลิ่นและรสชาติ

กลิ่น :

กลิ่นอ่อน — กลิ่นแรง

รสหวาน:

หวานน้อย — หวานมาก

รสเปรี้ยว:

เปรี้ยวน้อย — เปรี้ยว มาก

รสเค็ม :

เค็มน้อย — เค็มมาก

การยอมรับรวม

การยอมรับรวม :

ไม่ยอมรับมากที่สุด — ยอมรับมากที่สุด

ขอขอบคุณในความร่วมมือในครั้งนี้

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

คำอธิบายประกอบการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำผักผสมผลไม้แบบใส สามารถแบ่งได้เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏภายนอก กลิ่นและรสชาติ และการยอมรับโดยรวม โดยคุณลักษณะ (Attributes) ที่ใช้ในการพิจารณา ประกอบด้วย สีของผลิตภัณฑ์ ความใส กลิ่น รสหวาน รสเปรี้ยว รสเค็ม และการยอมรับโดยรวม

คำอธิบายลักษณะของน้ำผักผสมผลไม้ มีดังนี้

สีของผลิตภัณฑ์

พิจารณาจากสีของผลิตภัณฑ์น้ำผักผสมน้ำผลไม้โดยรวม ซึ่งจะมีสีแดง อันเนื่องมาจากสีของน้ำผักและน้ำผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ได้แก่ น้ำพลัม น้ำบีท น้ำมะเขือเทศ และน้ำแครอท

ความใส

พิจารณาจากความใสของน้ำผักผสมผลไม้ ซึ่งควรใส และไม่มีการตกตะกอนหรือมีตะกอนแขวนลอยในผลิตภัณฑ์

กลิ่น

พิจารณาจากกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ควรมีกลิ่นของน้ำผักและน้ำผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ ไม่ควรมีกลิ่นแปลกปลอมอื่น ๆ เช่น กลิ่นอันเนื่องมาจากการให้ความร้อน (cooked flavor)

รสหวาน

พิจารณาจากรสหวานของผลิตภัณฑ์ อันเนื่องมาจากรสหวานของน้ำผักและน้ำผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสม รวมถึงรสหวานจากน้ำตาลที่ใช้ในการปรุงแต่งรสชาติของผลิตภัณฑ์

รสเปรี้ยว

พิจารณาจากรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ อันเนื่องมาจากรสเปรี้ยวของน้ำผักและน้ำผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสม รวมถึงรสเปรี้ยวจากกรดแอสคอร์บิคที่ใช้ในผลิตภัณฑ์

รสเค็ม

พิจารณาจากรสเค็มของผลิตภัณฑ์ อันเนื่องมาจากการเติมเกลือเพื่อใช้ในการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์

การยอมรับรวม

เป็นการประเมินความชอบ และการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาจากคุณลักษณะทั้ง 6 ลักษณะที่กล่าวมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

การวัดสีระบบ Hunter Lab

เป็นการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta Camera : Model CR-310 วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) โดยค่าสี L เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness/Greeness) และ b เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness)

เมื่อ	L คือ ค่าความสว่าง	มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100
	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) แล้วจึงทำการวัดสีตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำผักผสมผลไม้ โดยนำตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ปริมาตร 20 มิลลิลิตรใส่ในภาชนะใส (Petri dish) และรองพื้นด้วยกระดาษสีขาว ทำการวัด 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

สำหรับการวัดสีด้วยเครื่อง ColorQuest II Colorimeter ต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) ก่อนทำการวัดทุกครั้ง จึงวัดสีตัวอย่างผลิตภัณฑ์โดยทำการวัด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

การวัดความหนืด (Viscosity)

การวัดความหนืดของน้ำผักผสมผลไม้ใช้ Ostwald viscometer เป็นการวัดความหนืดของตัวอย่างเปรียบเทียบกับความหนืดของน้ำกลั่น โดยการจับเวลาการไหลของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากัน ความหนืดที่วัดได้มีหน่วยเป็น cP (Samuel and Carl, 1969)

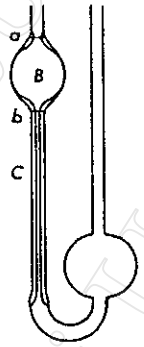
วิธีการวัด ใช้ปริมาตรของน้ำกลั่นหรือตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ 15 มิลลิลิตร จับเวลาการไหลของของเหลวตั้งแต่ระดับ a จนถึงระดับ b (รูปที่ ค.1) โดยทำการวัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการวัด 3 ซ้ำ และคำนวณหาความหนืดของตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ โดยใช้สูตร

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2}$$

เมื่อ η_1 และ η_2 คือ ความหนืดของตัวอย่าง และของน้ำ ตามลำดับ

ρ_1 และ ρ_2 คือ ความหนาแน่นของตัวอย่าง และของน้ำ ตามลำดับ

t_1 และ t_2 คือ เวลาในการไหลของตัวอย่าง และของน้ำ ตามลำดับ



ภาพที่ ค.1 เครื่องวัดความหนืดแบบ Ostwald viscometer

การวัดความขุ่น (Turbidity)

การวัดความขุ่นของน้ำผักผสมผลไม้ใช้เครื่องวัดความขุ่น (Turbidimeter) HACH, Model 2100A โดยวัดความขุ่นออกมาในหน่วย nephelos turbidity units (NTU)

ก่อนการวัดความขุ่นทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐาน (Calibration) เครื่อง โดยใช้สารมาตรฐาน (Formazin) ที่ทราบความขุ่นแน่นอน แล้วปรับค่าให้เท่ากับความขุ่นของสารมาตรฐานที่ใช้ในการปรับมาตรฐาน สารมาตรฐานที่เลือกใช้ขึ้นอยู่กับความขุ่นของตัวอย่างที่ต้องการวัด โดยมีค่าความขุ่นตั้งแต่ 0-1 NTU, 1-10 NTU, 1-100 NTU และ 1-1000 NTU

หลังจากทำการปรับมาตรฐานเครื่องแล้ว จึงสามารถวัดความขุ่นของตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ได้ โดยเทตัวอย่างลงใน cell วัดความขุ่น แล้วอ่านค่าที่ได้ ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีของ AOAC, 1995

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

การตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solids : °Brix**) ตามวิธีของ** AOAC, 1995

นำตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้มาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้ Hand refractometer บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วยองศาบริกซ์ (°Brix) โดยปรับค่ามาตรฐานด้วยน้ำกลั่นก่อนทำการวัดทุกครั้ง ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ครั้ง

การหาปริมาณกรดทั้งหมด (Total titratable acids**) ตามวิธีของ** International Federation of Fruit Juice Producers, 1962

การเตรียมสารเคมี

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์จำนวน 4 กรัม ละลายและปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ในขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำมา Standardize หาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ด้วยการไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยใช้ฟีนอลธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

วิธีวิเคราะห์

ปิเปตตัวอย่างที่เตรียมไว้ 10 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร นำไปไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยใช้เครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็กไฟฟ้าและแท่งกวนผสมแบบแม่เหล็ก (Magnetic stirrer and Magnetic bar) พร้อมวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter : Hanna Instrument : Model HI1131) ในระหว่างการไตเตรต ทำการไตเตรตจนกระทั่งได้จุดยุติที่ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8.1 (สำหรับคิดเทียบเป็นกรดซิตริก และกรดมาลิก) จดปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรตเพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด โดยคิดเทียบเป็นกรดมาลิก ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

การคำนวณ

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

เมื่อ ml NaOH คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต หน่วยเป็น มิลลิลิตร

n-NaOH คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต หน่วยเป็น นอร์มัล

meq. Malic acid คือ มิลลิสมมูลย์ของกรดมาลิก มีค่าเท่ากับ 0.0067 กรัม

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugars) ก่อนและหลังอินเวอร์ชัน ตามวิธีของ Lane and Eynon (AOAC, 1995)

การเตรียมสารเคมี

- สารละลาย Fehling no. 1

ละลายคอปเปอร์ซัลเฟท (copper sulfate pentahydrate : $CuSO_4 . 5H_2O$) จำนวน 34.639 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตรโดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- สารละลาย Fehling no. 2

ละลายโซเดียมโปแตสเซียมตาร์เตรท (sodium potassium tartrate หรือ rechelle salt : $KNaC_4O_6 . 4H_2O$) จำนวน 173 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) จำนวน 50 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร โดยขวดปรับปริมาตร

- สารละลายเมธิลีนบลูเข้มข้นร้อยละ 1

ละลายเมธิลีนบลู 1 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน (D_1)

ปิเปตตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ปริมาตร 7.5 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 ใส่ในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้วขนาด

เล็กลงไป 2-3 เม็ด นำไปต้มให้เดือดบนตะเกียงบุนเซน ไตเตรตกับสารละลายน้ำตาลตัวอย่างจนสีน้ำเงินจางลง หยดสารละลายเมธิลีนบลูลงไป 1-2 หยด ไตเตรตจนสีฟ้าหายไปหมด เหลือแต่ตะกอนสีส้มแดง จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ทำการทดลอง 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 โดยใช้ปริมาตรน้อยกว่าที่ใช้ไตเตรตครั้งแรกประมาณ 1-2 มิลลิลิตร ปล่อยให้เดือดนาน 2 นาที หยดสารละลายเมธิลีนบลูลงไป 1-2 หยด แล้วไตเตรตต่อจนสีฟ้าหายไปหมด โดยต้องไตเตรตให้เสร็จภายในเวลา 3 นาที ตั้งแต่เริ่มเดือด จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์หลังอินเวอร์ชัน (D_2)

นำสารละลายน้ำตาลที่เหลือจากการไตเตรตหาน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตรใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 6.34 นอร์มัล จำนวน 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปอุ่นในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นานประมาณ 10 นาที ทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว แล้วปรับปริมาตรส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 โมล่าร์ แล้วนำสารละลายที่ได้ไปปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร แล้วทำการไตเตรตเช่นเดียวกับการหาน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose) ตามวิธีของ Lane and Eynon (AOAC, 1995)

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนและหลังอินเวอร์ชันแล้ว สามารถหาปริมาณน้ำตาลซูโครสได้ ดังนี้

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

โดยที่ D_1 = ร้อยละของน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดก่อนทำการอินเวอร์ชัน

D_2 = ร้อยละของน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดหลังทำการอินเวอร์ชัน

การวิเคราะห์ปริมาณเกลือตามวิธีของ Mohr (AOAC, 1995)

การเตรียมสารเคมี

- สารละลายเงินไนเตรต ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์

ละลายเงินไนเตรต 16.988 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรโดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมล่าร์

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรโดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- สารละลายโปแตสเซียมโครเมต ความเข้มข้นร้อยละ 5

ละลายโปแตสเซียมโครเมต 4.2 กรัม และโปแตสเซียมไดโครเมต 0.7 กรัม ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

วิธีวิเคราะห์

ปิเปตตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร นำไปทำให้เป็นกลางโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมล่าร์ เติมสารละลายโปแตสเซียมโครเมต ความเข้มข้นร้อยละ 5 ลงไป 2 มิลลิลิตร เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ เขย่าให้เข้ากัน นำไปไตเตรตกับสารละลายเงินไนเตรตความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์ จนถึงจุดยุติ จะมีสีส้ม ทำการไตเตรตตัวอย่างละ 3 ครั้ง คำนวณหาปริมาณเกลือได้ดังนี้

1 มิลลิลิตรของสารละลายเงินไนเตรต ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์ ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับเกลือ 0.00585 กรัม

การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี (Vitamin C) **ตามวิธีของ** AOAC,1995

การเตรียมสารเคมี

- สารละลายกรดออกซาลิค ความเข้มข้นร้อยละ 0.4

ชั่งกรดออกซาลิคมา 0.4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- สารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐาน

ชั่ง 2,6 dichlorophenolindophenol มา 0.05 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรทั้งหมด 100 มิลลิลิตรโดยใช้ขวดปรับปริมาตร แล้วกรอง

สารละลายนี้เก็บไว้ในตู้เย็นได้ 2-3 สัปดาห์ ก่อนใช้ทุกครั้ง ควรไตเตรตเทียบกับสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน

- สารละลายวิตามินซีมาตรฐาน

ชั่งวิตามินซีบริสุทธิ์ 0.05 กรัม ละลายในสารละลายกรดออกซาลิค ความเข้มข้นร้อยละ 0.4 จำนวน 60 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปรับให้ได้ปริมาตรทั้งหมด 250 มิลลิลิตร สารละลายวิตามินซีที่ได้ 1 มิลลิลิตร มีวิตามินซี 0.2 มิลลิกรัม สารละลายนี้เตรียมทันทีก่อนใช้

วิธีวิเคราะห์

ปิเปตน้ำผักผสมผลไม้ตัวอย่างมา 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดลงไป 25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากัน ปิเปตน้ำผักผสมผลไม้ที่เจือจางแล้วมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสค์ขนาด 125 มิลลิลิตร ไตเตรตสารละลายในฟลาสค์ด้วยสารละลายอินโดฟีนอลจนกระทั่งได้สีชมพูอ่อนซึ่งสีจะคงตัวนานกว่า 15 วินาที จดปริมาตรสารละลายอินโดฟีนอลที่ใช้ ทำการไตเตรตซ้ำ 3 ครั้ง ปิเปตสารละลายวิตามินซีมาตรฐานมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสค์ขนาด 125 มิลลิลิตร ไตเตรตเช่นเดียวกับน้ำผักผสมผลไม้ตัวอย่าง คำนวณหาปริมาณวิตามินซีในน้ำผักผสมผลไม้ ในรูปมิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

การตรวจสอบเพคตินโดยวิธีทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ ตามวิธีของ Anonymous, 1982

นำตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์กับกรดไฮโดรคลอริกปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปิดจุก คว่ำหลอดขึ้นลง 3 - 5 ครั้ง ถ้ามีเพคตินที่ยังไม่ถูกสลายอยู่มาก จะเกิดเจลที่ด้านบนของของเหลวในหลอดทดลอง

ของผสมที่ใช้ทดสอบประกอบด้วย แอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 และกรดไฮโดร-คลอริกเข้มข้น ในอัตราส่วนร้อยละ 95 : 5 โดยปริมาตร

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ตามวิธีของเรณู, 2537

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- หลอดทดลอง (Test tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Memmert : Model WB14, Germany)
- ตู้บ่มเชื้อ (Heraeus : Model D-6450 Hanau , Germany)
- หม้อนึ่งความดัน (Hirayama : Model HA-300MIV , Japan)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (Bacto® Peptone, Difco Laboratory, USA)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (Bacto® Plate Count Agar, Difco Laboratory, USA)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นหรือน้ำดีไอออไนซ์ 1 ลิตร
2. ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด
3. นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 – 124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายเท่ากับ 7.0 ± 0.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

1. ล้างกระป๋องน้ำผลไม้ด้วยผงซักฟอก ล้างน้ำให้สะอาด เช็ดกระป๋องด้านที่จะเจาะด้วยแอลกอฮอล์แล้วลนไฟ เจาะกระป๋องด้านที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 10 หรือ (10^{-1})

3. เขย่าตัวอย่างให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ที่เจือจาง 1 : 10 หรือ 10^{-1} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 100 หรือ 10^{-2}

2. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายของตัวอย่างอาหารที่ระดับเจือจางต่าง ๆ (1, 10^{-1}, 10^{-2}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูดจากที่ความเข้มข้นต่ำสุด

2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่กำลังหลอมเหลวลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างโดยใส่ลงในจาน จานละประมาณ 15 – 20 มิลลิลิตร ให้เสร็จภายในเวลา 1 – 5 นาที

3. ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว คว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง

3. การบ่มเชื้อ

บ่มจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 3 ชั่วโมง

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30 - 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจากจำนวนโคโลนีทั้ง 2 จานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับว่ามีจำนวน Mesophilic aerobic bacteria ในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร

การหาปริมาณเชื้อยีสต์และรา (Yeast and Mold) ตามวิธีของเรณู, 2537

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- หลอดทดลอง (Test tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Memmert : Model WB14, Germany)
- ตู้บ่มเชื้อ (Heraeus : Model D-6450 Hanau , Germany)
- หม้อนึ่งความดัน (Hirayama : Model HA-300MIV , Japan)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (Bacto® Peptone, Difco Laboratory, USA)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (Bacto® Potato Dextrose Agar, Difco Laboratory, USA)
- สารละลายกรดตาร์ตาริก ความเข้มข้นร้อยละ 10

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA 39 กรัม ละลายในน้ำกลั่นหรือน้ำดีไอออไนซ์ 1 ลิตร
2. ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด
3. นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 – 124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

4. ปรับอาหารเลี้ยงเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้วให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.5 โดยการเติมสารละลายกรดตาร์ตาริก ความเข้มข้นร้อยละ 10 ลงไป (อาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มิลลิลิตร ใช้สารละลายกรดตาร์ตาริก 1.9 มิลลิลิตร)

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

1. ล้างกระป๋องน้ำผลไม้ด้วยผงซักฟอก ล้างน้ำให้สะอาด เช็ดกระป๋องด้านที่จะเจาะด้วยแอลกอฮอล์แล้วลนไฟ เจาะกระป๋องด้านที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 10 หรือ (10^{-1})

3. เขย่าตัวอย่างให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ที่เจือจาง 1 : 10 หรือ 10^{-1} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 100 หรือ 10^{-2}

2. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายของตัวอย่างอาหารที่ระดับเจือจางต่าง ๆ (1, 10^{-1}, 10^{-2}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูดจากที่ความเข้มข้นต่ำสุด

2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่กำลังหลอมเหลวลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างโดยใส่ลงในจาน จานละประมาณ 15 – 20 มิลลิลิตร ให้เสร็จภายในเวลา 1 – 2 นาที

3. ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว คว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง

3. การบ่มเชื้อ

บ่มจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 30 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ± 3 ชั่วโมง

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30 - 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจากจำนวนโคโลนีทั้ง 2 จานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร

การหาโคลีฟอร์มและอี โคไล (Coliforms and E. coli) โดยวิธี MPN (Most Probable Number Method) ตามวิธีของเรณู, 2537

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- หลอดทดลอง (Test tube) พร้อมหลอดเดอแฮม (Durham tube)
- ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Memmert : Model WB14, Germany)
- หม้อนึ่งความดัน (Hirayama : Model HA-300MIV , Japan)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (Bacto® Peptone, Difco Laboratory, USA)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant Green Lactose Bile Broth (Bacto® Brilliant Green Lactose Bile Broth, Difco Laboratory, USA)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth 40 กรัม ละลายในน้ำดีไอออไนซ์ 1 ลิตร
2. ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อลงในหลอดทดลองที่มีหลอดเดอแฮม
3. นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 – 124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายเท่ากับ 7.0 ± 0.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

วิธีวิเคราะห์

การเตรียมตัวอย่าง

1. ล้างกระป๋องน้ำผลไม้ด้วยผงซักฟอก ล้างน้ำให้สะอาด เช็ดกระป๋องด้านที่จะเจาะด้วยแอลกอฮอล์แล้วลนไฟ เจาะกระป๋องด้านที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 10 หรือ (10^{-1})

3. เขย่าตัวอย่างให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ที่เจือจาง 1 : 10 หรือ 10^{-1} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 100 หรือ 10^{-2}

4. ทำให้อาหารมีความเจือจาง 10^{-3} ด้วยวิธีเดียวกับข้อ 2 และ 3

1. การตรวจแบคทีเรียที่คาดว่าเป็นโคลีฟอร์ม (Presumptive coliforms)

1. เจือจางตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ด้วยน้ำเปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

2. ดูดตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ที่เจือจางแล้วจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอท (brilliant green lactose bile broth) จำนวน 10 มิลลิลิตร จำนวน 3 ชุด ชุดละ 5 หลอด ดังนี้

ชุดที่ 1 ปิเปตตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ที่ระดับเจือจาง 10^{-1} จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง จำนวน 5 หลอด ซึ่งในหลอดมีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอท หลอดละ 10 มิลลิลิตร

ชุดที่ 2 ปิเปตตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ที่ระดับเจือจาง 10^{-2} จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง จำนวน 5 หลอด ซึ่งในหลอดมีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอท หลอดละ 10 มิลลิลิตร

ชุดที่ 3 ปิเปตตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ที่ระดับเจือจาง 10^{-3} จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง จำนวน 5 หลอด ซึ่งในหลอดมีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอท หลอดละ 10 มิลลิลิตร

บ่มหลอดเลี้ยงเชื้อในอ่างน้ำหรือตู้บ่มเชื้อที่ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หากหลอดเลี้ยงเชื้อมีก๊าซเกิดขึ้นในหลอดเดอแฮม (Durham tube) แสดงว่าให้ผลบวก ซึ่งคาดว่ามีโคลีฟอร์มแบคทีเรียในตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ที่ตรวจ

การที่จะทราบว่ามีจำนวนโคลีฟอร์มในตัวอย่างจำนวนเท่าไรนั้น ให้เปิดตารางแมคคราดี ซึ่งจะบอกจำนวนโคลีฟอร์มหรือ แบคทีเรียในอาหาร 1 กรัม

2. การยืนยันโคลีฟอร์ม

1. ใช้ห่วง (loop) เขี่ยเชื้อจากหลอดเลี้ยงเชื้อที่ให้ปฏิกิริยาบวกจากการทดสอบแบคทีเรียที่คาดว่าเป็นโคลีฟอร์ม ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้ออีโอซินเมทีลีนบลูเอการ์ (Eosin methylene blue agar) ในจานเลี้ยงเชื้อ
2. บ่มเชื้อที่ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง
3. ตรวจหาโคโลนีที่เป็นลักษณะเฉพาะของโคลีฟอร์ม โดยโคโลนีของโคลีฟอร์จะมีสีดำ หรือสีดำตรงกลางล้อมรอบด้วยบริเวณโปร่งใสไม่มีสี โคลีฟอร์มบางโคโลนีมีลักษณะนูนเปียกเยิ้ม (mucoid)
4. บันทึกจำนวนหลอดของอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชุดที่มีเชื้อโคลีฟอร์มที่ได้รับการยืนยันแล้ว

3. การตรวจหาแบคทีเรียที่คาดว่าเป็น E. coli (Presumptive E. coli)

1. ใช้เข็มเขี่ยเชื้อปลายตรงเขี่ยเชื้อจากหลอดทดสอบที่ได้ผลคาดว่ามีแบคทีเรียโคลีฟอร์มใส่ลงในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอท จำนวน 10 มิลลิลิตร หลอดอาหารเลี้ยงเชื้อนี้ต้องอุ่นไว้ที่ 44.5 องศาเซลเซียสก่อนนำไปใช้
2. ให้เขี่ยเชื้อ E. coli ซึ่งเป็นเชื้อมาตรฐานลงในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลคโตสไบล์บรอทอีก 2 หลอด สำหรับเป็นหลอดเปรียบเทียบ (control)
3. บ่มหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4. หลอดที่มีก๊าซเกิดขึ้น แสดงว่าในอาหารมีแบคทีเรียที่คาดว่าเป็น E. coli ให้เคาะหลอดทั้งหมดเบา ๆ ก่อนตรวจ

4. การยืนยัน E. coli

1. ให้เขี่ยเชื้อจากหลอดที่มีแบคทีเรียที่คาดว่าเป็น E. coli ลงในอาหารเลี้ยงเชื้ออีโอซีนเมทีลีนบลูเอการ์
2. บ่มจานเลี้ยงเชื้อที่ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง
3. เขี่ยเชื้อโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะเป็น E. coli จากอาหารเลี้ยงเชื้อจานละโคโลนีลงในน้ำทริปโตน (tryptone water) และบ่มในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยลักษณะเฉพาะของโคโลนี E. coli E. coli จะมีลักษณะสีน้ำเงินอมดำตรงกลาง และมีสีเลื่อมมันอมเขียวสะท้อนแสง บางครั้งสีเลื่อมมันอาจไม่ปรากฏ
4. ถ่ายเชื้อ E. coli มาตรฐานในหลอดน้ำทริปโตน เพื่อเป็นตัวอย่างควบคุม
5. ทดสอบสารอินโดล หลอดที่มีสารอินโดลเกิดขึ้น แสดงว่าเป็นเชื้อ E. coli
6. บันทึกจำนวนหลอดที่มี E. coli
7. ให้คำนวณและเขียนรายงานค่า MPN ของ coliform และ E. coli ในตัวอย่างน้ำผักผสมผลไม้ 1 มิลลิลิตร
8. การทดสอบยืนยันเพิ่มเติมเกี่ยวกับ coliform และ E. coli ควรทดสอบเมทิลเรด (methyl red) โวเกส - พรอสเกาเออร์ (Voges – Proskauer) และซิเตรต (citrate test) โดยก่อนจะทดสอบปฏิกิริยาเหล่านี้ต้องแยกให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ก่อน

ตารางที่ ค.1 ตารางแมคครากี

แสดงความน่าจะเป็นของปริมาณแบคทีเรียที่ได้จากการประเมินโดยวิธีหลอดเจือจาง (Dilution tube technique) หรือค่าเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number) ในอาหาร 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร เทียบจากหลอดที่ให้ปฏิกิริยาบวก โดย 5 หลอด มีตัวอย่างอาหารเจือจางที่ 10^{-1} จำนวน 1 มิลลิลิตร อีก 5 หลอด มีตัวอย่างอาหารเจือจางที่ 10^{-2} จำนวน 1 มิลลิลิตร และอีก 5 หลอด มีตัวอย่างอาหารเจือจางที่ 10^{-3} จำนวน 1 มิลลิลิตร

จำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อและจำนวนตัวอย่างที่เจือจางระดับต่าง ๆ ที่เติมในแต่ละหลอด			MPN ของแบคทีเรียต่อกรัมตัวอย่าง	จำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อและจำนวนตัวอย่างที่เจือจางระดับต่าง ๆ ที่เติมในแต่ละหลอด			MPN ของแบคทีเรียต่อกรัม ตัวอย่าง
5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.		5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	
0	0	0	0	3	0	1	11
0	0	1	2	3	0	2	13
0	0	2	4	3	1	0	11
0	1	0	2	3	1	1	14
0	1	1	4	3	1	2	17
0	1	2	6	3	3	3	20
0	2	0	4	3	2	0	14
0	2	1	6	3	2	1	17
0	3	0	6	3	2	2	20
1	0	0	2	3	3	0	17
1	0	1	4	3	3	1	21
1	0	2	6	3	4	2	21
1	0	3	8	3	4	1	24
1	1	0	4	3	5	0	25
1	1	1	6	4	0	0	13
1	1	2	6	4	0	1	17
1	2	0	6	4	0	2	21
1	2	1	8	4	0	3	25
1	2	2	10	4	1	0	17
1	3	0	8	4	0	1	21
1	3	1	10	4	1	2	26

ตารางที่ ค.1 ตารางแมคครา ดี (ต่อ)

จำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อและจำนวนตัวอย่างที่เจือจางระดับต่าง ๆ ที่เติมในแต่ละหลอด			MPN ของแบคทีเรียต่อกรัมตัวอย่าง	จำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อและจำนวนตัวอย่างที่เจือจางระดับต่าง ๆ ที่เติมในแต่ละหลอด			MPN ของแบคทีเรียต่อกรัม ตัวอย่าง
5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.		5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	
1	4	0	11	4	2	0	22
2	0	0	5	4	2	1	26
2	0	1	7	4	2	2	32
2	0	2	9	4	3	0	27
2	0	3	12	4	3	1	33
2	1	0	7	4	3	2	39
2	1	1	9	4	4	0	34
2	1	2	12	4	4	1	40
2	2	0	9	4	5	0	41
2	2	1	12	4	5	1	48
2	2	2	14	5	0	0	23
2	3	0	12	5	0	1	31
2	3	1	14	5	3	2	43
2	4	0	15	5	4	3	58
3	0	0	8	5	4	4	76
5	1	0	33	5	4	5	253
5	1	1	46	5	4	0	130
5	1	2	63	5	4	1	172
5	1	3	64	5	4	2	221
5	2	0	49	5	5	3	278
5	2	1	70	5	5	4	345
5	2	2	94	5	5	5	246
5	2	3	120	5	5	0	240
5	2	4	148	5	5	1	348

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตารางที่ ค.1 ตารางแมคคราดี (ต่อ)

จำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อและจำนวนตัวอย่างที่เจือจางระดับต่าง ๆ ที่เติมในแต่ละหลอด			MPN ของแบคทีเรียต่อกรัมตัวอย่าง	จำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อและจำนวนตัวอย่างที่เจือจางระดับต่าง ๆ ที่เติมในแต่ละหลอด			MPN ของแบคทีเรียต่อกรัม ตัวอย่าง
5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.		5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	
5	2	5	177	5	5	2	542
5	3	0	79	5	5	3	920
5	3	1	109	5	5	4	1600
5	3	2	141	5	5	5	>1600
5	3	3	175				
5	3	4	212				

ที่มา : เรณู (2537)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาคผนวก ง

ข้อมูลและตัวอย่างการคำนวณ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ ง.1 อัตราส่วนของน้ำผักและน้ำผลไม้ที่ใช้ในแต่ละสิ่งทดลองและ interaction

สูตร	Plum (P)	Tomato (T)	Beet (B)	Carrot (C)	PT	PB	PC	TB	TC	BC
1	0.45	0.15	0.10	0.30	0.0675	0.0450	0.1350	0.0150	0.0450	0.0300
2	0.30	0.15	0.10	0.45	0.0450	0.0300	0.1350	0.0150	0.0675	0.0450
3	0.30	0.30	0.10	0.30	0.0900	0.0300	0.0900	0.0300	0.0900	0.0300
4	0.30	0.15	0.25	0.30	0.0450	0.0750	0.0900	0.0375	0.0450	0.0750

ตัวอย่าง ง.1 การหาสมการอัตราส่วนของน้ำพลัม : น้ำมะเขือเทศ : น้ำบีท : น้ำแครอทที่เหมาะสมสำหรับลักษณะด้านสีที่ปรากฏ

ทำโดยนำค่า Mean ideal ratio score ของลักษณะสีที่ปรากฏที่ได้จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส มาทำการ Regression กับเทอมน้ำผัก น้ำผลไม้ที่ต้องการศึกษาทีละคู่ (ตารางที่ ง.1) เมื่อ Regression แล้ว จะได้สมการทั้งหมด 6 สมการ (เท่ากับจำนวน interaction)

สมการ Regression ของลักษณะด้านสีที่ปรากฏ มีดังนี้

สีที่ปรากฏ = 3.2667 P + 4.6667 T – 15.5556 PT ---------- (1)
สีที่ปรากฏ = 2.9667 P + 6.1000 B – 18.3333 PB ---------- (2)
สีที่ปรากฏ = 3.9667 P + 2.6333 C – 10.7778 PC ---------- (3)
สีที่ปรากฏ = 6.7111 T + 10.6000 B – 69.7778 TB ---------- (4)
สีที่ปรากฏ = 9.3333 T + 3.9333 C – 33.3333 TC ---------- (5)
สีที่ปรากฏ = 13.1000 B + 3.5222 C – 43.8889 BC ---------- (6)

สมการที่ (1) ได้จากการ Regression ระหว่างค่า Mean ideal ratio score ของลักษณะสีที่ปรากฏกับค่าในคอลัมน์ของ P, T และ PT ในตารางที่ ง.1

สมการที่ (2) ได้จากการ Regression ระหว่างค่า Mean ideal ratio score ของลักษณะสีที่ปรากฏกับค่าในคอลัมน์ของ P, B และ PB ในตารางที่ ง.1

สมการที่ (3) ได้จากการ Regression ระหว่างค่า Mean ideal ratio score ของลักษณะสีที่ปรากฏกับค่าในคอลัมน์ของ P, C และ PC ในตารางที่ ง.1

สมการที่ (4) ได้จากการ Regression ระหว่างค่า Mean ideal ratio score ของลักษณะสีที่ปรากฏกับค่าในคอลัมน์ของ T, B และ TB ในตารางที่ ง.1

สมการที่ (5) ได้จากการ Regression ระหว่างค่า Mean ideal ratio score ของลักษณะสีที่ปรากฏกับค่าในคอลัมน์ของ T, C และ TC ในตารางที่ ง.1

สมการที่ (6) ได้จากการ Regression ระหว่างค่า Mean ideal ratio score ของลักษณะสีที่ปรากฏกับค่าในคอลัมน์ของ B, C และ BC ในตารางที่ ง.1

สมการที่ได้ทั้ง 6 สมการจะนำมาทำ Partial derivatives จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อในโปรแกรมเชิงเส้น (POM) การทำ Partial derivatives จะทำเทียบกับตัวแปรที่ปรากฏในสมการ เช่น 3.2667 P + 4.6667 T – 15.5556 PT จะทำ Partial derivatives สองครั้ง โดยเทียบกับ P และ T สมการที่ได้หลังจากทำ Partial derivatives จะใช้เทคนิค Lag range และนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้น

การทำ Partial derivatives ของสมการที่วิเคราะห์ได้ของลักษณะสีที่ปรากฏ

สมการที่ (1) สีที่ปรากฏ = 3.2667 P + 4.6667 T – 15.5556 PT

Partial derivatives

$$\frac{\delta \text{ สีที่ปรากฏ}}{\delta P} = 0 = 3.2667 - 15.5556\ T \quad \text{---------- (1.1)}$$

$$\frac{\delta \text{ สีที่ปรากฏ}}{\delta T} = 0 = 4.6667 - 15.5556\ P \quad \text{---------- (1.2)}$$

สมการที่ (2) สีที่ปรากฏ = 2.9667 P + 6.1000 B – 18.3333 PB

Partial derivatives

$$\frac{\delta \text{ สีที่ปรากฏ}}{\delta P} = 0 = 2.9667 - 18.3333\ B \quad \text{---------- (2.1)}$$

$$\frac{\delta \text{ สีที่ปรากฏ}}{\delta B} = 0 = 6.1000 - 18.3333\ P \quad \text{---------- (2.2)}$$

สมการที่ 3 ถึง 6 ก็ทำ Partial derivatives เช่นเดียวกับสมการที่ 1 และ 2 จากนั้นจึงนำมาลบค่า Lag range (λ) สมการที่ 1.1 ถึง 2.2 เมื่อลบค่า λ จะได้สมการคือ

$$15.5556\ T - \lambda = 3.2667$$

$$15.5556\ P - \lambda = 4.6667$$

$$18.3333\ B - \lambda = 2.9667$$

$$18.3333\ P - \lambda = 6.1000$$

นำสมการที่ได้ไปเข้าโปรแกรมเชิงเส้น เพื่อหาอัตราส่วนน้ำผักและน้ำผลไม้ที่เหมาะสมสำหรับลักษณะด้านสีที่ปรากฏ ทั้งนี้จะต้องอยู่ภายใต้สมการข้อจำกัด (Constrains) ที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง คือ

$$0.30 \leq P \leq 0.60 \qquad 0.15 \leq T \leq 0.30$$

$$0.10 \leq B \leq 0.30 \qquad 0.30 \leq C \leq 0.50$$

$$P + T + B + C = 1.00$$

จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้น (POM) พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับลักษณะด้านสีที่ปรากฏประกอบด้วย น้ำพลัม ร้อยละ 34.61 น้ำมะเขือเทศ ร้อยละ 15.86 น้ำบีท ร้อยละ 14.06 และน้ำแครอท ร้อยละ 35.45

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ ง.2 ตัวอย่างการหาค่า Ideal ratio scores ของลักษณะด้านความหวานที่คำนวณได้เมื่อมีการผันแปรปริมาณส่วนผสม

ปริมาณ(ร้อยละ)			สมการ	Ideal ratio scores
น้ำตาล	เกลือ	กรด		
12.03	0.06	0.34	1.257 + 0.024(12.03) – 8.44(0.06) – 1.583(0.34) + 21.11(0.06)(0.34)	0.935
17.97	0.06	0.34	1.257 + 0.024(17.97) – 8.44(0.06) – 1.583(0.34) + 21.11(0.06)(0.34)	1.080
12.03	0.09	0.34	1.257 + 0.024(12.03) – 8.44(0.09) – 1.583(0.34) + 21.11(0.09)(0.34)	0.897
17.97	0.09	0.34	1.257 + 0.024(17.97) – 8.44(0.09) – 1.583(0.34) + 21.11(0.09)(0.34)	1.042
12.03	0.06	0.46	1.257 + 0.024(12.03) – 8.44(0.06) – 1.583(0.46) + 21.11(0.06)(0.34)	0.897
17.97	0.06	0.46	1.257 + 0.024(17.97) – 8.44(0.06) – 1.583(0.46) + 21.11(0.06)(0.34)	1.042
12.03	0.09	0.46	1.257 + 0.024(12.03) – 8.44(0.09) – 1.583(0.46) + 21.11(0.09)(0.34)	0.935
17.97	0.09	0.46	1.257 + 0.024(17.97) – 8.44(0.09) – 1.583(0.46) + 21.11(0.09)(0.34)	1.080
15.00	0.075	0.40	1.257 + 0.024(15.00) – 8.44(0.075) – 1.583(0.4) + 21.11(0.075)(0.4)	0.988

ตารางที่ ง.2 แสดงให้เห็นว่าการใช้ปริมาณน้ำตาลซูโครส เกลือ และกรดแอสคอร์บิคที่ระดับกลาง จะให้ค่า Ideal ratio score ที่มีค่าเข้าใกล้ 1 มากที่สุด ดังนั้นปริมาณน้ำตาลซูโครส เกลือ และกรดแอสคอร์บิคที่เหมาะสมต่อความชอบในด้านรสหวาน คือ น้ำตาลซูโครส ร้อยละ 15 เกลือ ร้อยละ 0.075 และกรดแอสคอร์บิค ร้อยละ 0.4

ตารางที่ ง.3 Flux ของน้ำที่ ΔP ต่าง ๆ ของ Sartobran P ก่อนใช้งาน

ΔP (bar)	Flux ($L/m^2/hr$)
0.1	972.7 ± 20.81
0.2	1483.1 ± 110.3
0.3	1938.1 ± 78.14
0.4	2731.5 ± 17.59
0.5	3308.8 ± 0.00
0.6	3809.7 ± 39.91
0.7	4517.0 ± 24.05
0.8	5446.4 ± 34.96
0.9	5729.4 ± 270.5
1.0	6423.0 ± 275.3

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ง.4 Permeate flux ของน้ำผักผสมผลไม้ที่เวลาและ ΔP ต่าง ๆ

ΔP (bar)	เวลา (นาที)	Flux ($L/m^2/hr$)
0.2	6	175.38
0.4	18	528.53
0.5	27	798.24
0.6	36	1075.85
0.7	45	1355.32
0.8	54	1630.62
0.9	66	1974.11
1.0	78	2276.92
1.2	84	2424.27
1.4	87	2498.65
1.5	96	2693.04

ตารางที่ ง.5 Flux ของน้ำที่ ΔP ต่าง ๆ หลังการล้างเมมเบรน

ΔP (bar)	Flux (L/m^2/hr)
0.1	124.5 ± 2.121
0.2	205.5 ± 14.85
0.3	324.5 ± 34.63
0.4	451.7 ± 63.80
0.5	596.1 ± 108.6
0.6	745.7 ± 149.6
0.7	865.1 ± 137.0
0.8	1013.0 ± 171.8
0.9	1106.0 ± 265.3
1.0	1176.0 ± 348.3
1.1	1402.0 ± 410.1
1.2	1469.0 ± 445.5
1.3	1557.0 ± 408.5
1.4	1706.0 ± 599.7
1.5	1754.0 ± 589.7
1.6	2076.0 ± 365.2
1.7	2213.0 ± 237.2
1.8	2289.0 ± 207.1
1.9	2420.0 ± 188.1
2.0	2534.0 ± 216.1

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ง.6 Flux ของน้ำก่อนและหลังการใช้งาน ร้อยละของ Flux ที่ลดลง (% Reduction) และร้อยละของ Flux เริ่มต้น (% of original rate)

ΔP_m (bar)	Water Flux ($L/m^2/hr$)		ร้อยละของ Flux ที่ลดลง	ร้อยละของ Flux เริ่มต้น
	ก่อนการใช้งาน	หลังการใช้งาน		
0.1	972.7	124.5	87.20	12.80
0.2	1483.1	205.5	86.14	13.86
0.3	1938.1	324.5	83.26	16.74
0.4	2731.5	451.7	83.46	16.54
0.5	3308.8	596.1	81.98	18.02
0.6	3809.7	745.7	80.43	19.57
0.7	4517.0	865.1	80.85	19.15
0.8	5446.4	1013.0	81.39	18.61
0.9	5729.4	1106.0	80.71	19.29
1.0	6423.0	1176.0	81.70	18.30
ค่าเฉลี่ย			82.71	17.29
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			2.33	2.33

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ประวัติการศึกษา

ชื่อ	นางสาวปาริชาติ ตียปรีชญา
วัน เดือน ปี เกิด	22 เมษายน 2517
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2534 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดาราวิทยาลัย เชียงใหม่ พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ทุนการศึกษา	ได้รับทุนอุดหนุนบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยพายัพ ได้รับทุนอุดหนุนบัณฑิตศึกษาจากบัณฑิตวิทยาลัย ได้รับทุนสนับสนุนทางด้านงบวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง
ประสบการณ์	พ.ศ. 2539 - 2540 อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University