ภาคผนวก ก

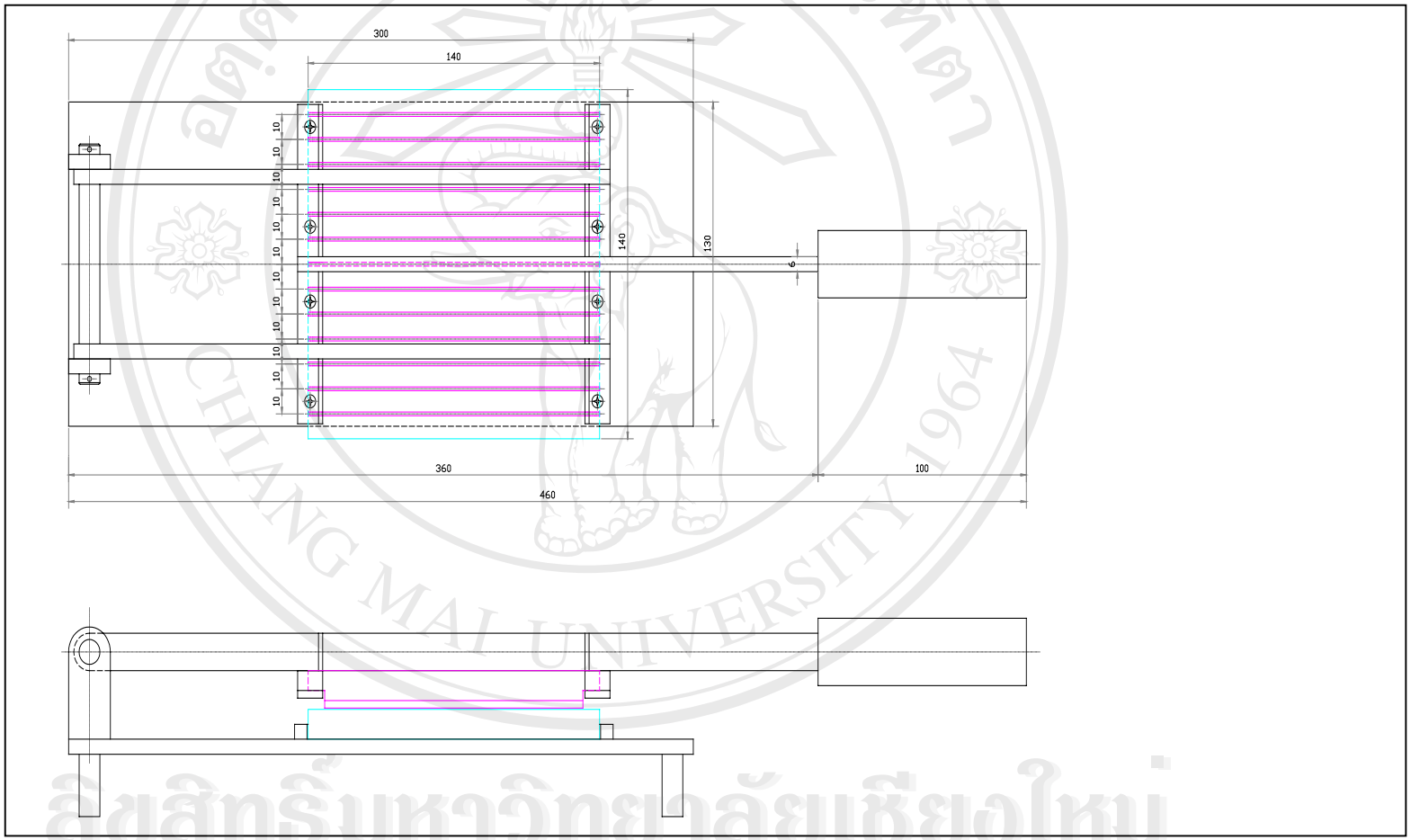
ภาพประกอบการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ก-1 กากส้มเขียวหวานสด

ภาพ ก-2 เครื่องหั่นกากส้มเขียวหวาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ก-3 แบบแปลนเครื่องหั่นกากส้มเขียวหวาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ก-4 เส้นใยอาหารผงจากกากส้มเขียวหวานที่ผลิตได้

ภาพ ก-5 เซลลูโลสผงยี่ห้อ Solka-Floc เกรด 900 FCC

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

ภาคผนวก ข-1 การวัดค่าสีระบบ CIE

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าสี (Minolta, CR300)

วิธีวิเคราะห์

1. เปิดเครื่องวัดสี
2. ทำการสอบเทียบ (calibration) ค่าสีด้วยแผ่นสีมาตรฐาน (standard calibration plate)
3. ใส่ตัวอย่างลงในภาชนะให้มีความสูง 1 เซนติเมตร เกลี่ยผิวหน้าตัวอย่างให้เรียบ
4. ใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่างในแนวตั้งฉากและอ่านค่า แสดงผลการวัดในระบบ CIELAB (L, a^*, b^*)

ภาคผนวก ข-2 การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (Ang, 1991b)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดปั่นเหวี่ยง (centrifugal tube)
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์ ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม
3. เครื่องปั่นเหวี่ยง

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1 กรัม (W_1) ใส่ในหลอดปั่นเหวี่ยง
2. เติมน้ำกลั่นลงไป 15 มิลลิลิตร เขย่าผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 20 นาที
3. นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงแยก ที่ความเร็ว 2000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที
4. รินของเหลวออก แล้วชั่งน้ำหนักตะกอนที่เหลือ (W_2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5. คำนวณค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ จากสูตร

$$\text{ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ} = \frac{W_2 - W_1}{W_1}$$

เมื่อ

W_1 = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักตะกอนหลังปั่นเหวี่ยง (กรัม)

ภาคผนวก ข-3 การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมัน (Ang, 1991b)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดปั่นเหวี่ยง (centrifugal tube)
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์ ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม
3. เครื่องปั่นเหวี่ยง

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1 กรัม (W_1) ใส่ในหลอดปั่นเหวี่ยง
2. เติมน้ำมันปาล์มลงไป 15 มิลลิลิตร เขย่าผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 20 นาที
3. นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงแยก ที่ความเร็ว 2000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที
4. รินของเหลวออก แล้วชั่งน้ำหนักตะกอนที่เหลือ (W_2)
5. คำนวณค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมัน จากสูตร

$$\text{ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมัน} = \frac{W_2 - W_1}{W_1}$$

เมื่อ

W_1 = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักตะกอนหลังปั่นเหวี่ยง (กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข-4 ค่าปริมาณผลผลิตที่ได้ (yield)

วิธีวิเคราะห์

คำนวณจากสูตร

$$\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้ (ร้อยละ)} = \frac{W_d}{W_r} \times 100$$

เมื่อ

W_d = น้ำหนักของเส้นใยอาหารผงที่ได้ (กรัม)

W_r = น้ำหนักของวัตถุดิบที่ใช้ (กรัม)

ภาคผนวก ข-5 ค่าการกระจายของขนาดอนุภาค (Prakongpan, 2002)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องเขย่า
2. ชุดตะแกรงร่อนที่ประกอบด้วยตะแกรงร่อนจำนวน 7 อัน ได้แก่ ตะแกรงร่อนเบอร์เมส 30, 40, 50, 60, 70, 100, 140
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักของตะแกรงเปล่าทุกขนาดรวมทั้งถาดรอง บันทึกน้ำหนักไว้ แล้วเรียงตะแกรงขนาดที่มีเบอร์เมสเล็กที่สุด (รูตะแกรงใหญ่ที่สุด) ลงมาหาตะแกรงที่มีเบอร์เมสใหญ่ที่สุด (รูตะแกรงเล็กที่สุด) โดยวางถาดรองไว้ด้านล่างสุด
2. ชั่งตัวอย่าง 100 กรัม ใส่ลงในชุดตะแกรงร่อน โดยใส่ในตะแกรงชั้นบนสุด นำไปร่อนด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 10 นาที โดยใช้ความถี่ในการเขย่าระดับ 6
3. นำตะแกรงร่อนแต่ละช่องและถาดรองซึ่งมีตัวอย่างค้างอยู่ไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง เพื่อหาน้ำหนักของตัวอย่างที่ค้างอยู่บนตะแกรง บันทึกน้ำหนักที่ได้ นำมาหาเปอร์เซนต์ของตัวอย่างที่ค้างบนแต่ละขนาดตะแกรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข-6 ค่า Bulk density (Prakongpan, 2002)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์
3. ขาตั้ง
4. แผ่นรองกระแทก (soft pad)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 20 กรัม ใส่ในกระบอกตวง
2. กระแทกกระบอกตวง 10 ครั้งบนแผ่นรองกระแทก โดยยกกระบอกตวงให้สูงจากพื้น 150 มิลลิเมตร ก่อนกระแทก
3. อ่านค่าปริมาตรที่ขอบบนของตัวอย่าง โดยแสดงผลการคำนวณออกมาเป็นกรัมต่อมิลลิลิตร

ภาคผนวก ข-7 ค่า Packed density (Prakongpan, 2002)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตรที่สอบเทียบแล้ว และอุดปลายด้วยสำลี
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนใส่ในกระบอกฉีดยา
2. กดกระบอกฉีดยาจนกระทั่งไม่สามารถลดปริมาตรของตัวอย่างได้อีก แสดงผลการคำนวณออกมาเป็นน้ำหนักตัวอย่างต่อปริมาตรที่น้อยที่สุดของตัวอย่างที่อ่านค่าได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข-8 ค่า Hydrated density (Prakongpan, 2002)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์

วิธีวิเคราะห์

1. เติมน้ำกลั่นที่ทราบปริมาตรลงในกระบอกตวง
2. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ค่อย ๆ เติมลงในกระบอกตวงโดยพยายามไม่ให้ตัวอย่างติดข้างผนังของกระบอกตวง
3. อ่านปริมาตรของน้ำหลังเติมตัวอย่าง แล้วหาความแตกต่างของปริมาตรน้ำก่อนและหลังเติมตัวอย่าง (เป็นมิลลิลิตรของน้ำที่ถูกแทนที่)
4. แสดงผลการคำนวณออกมาเป็นน้ำหนักตัวอย่างต่อปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

ภาคผนวก ข-9 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานอลูมิเนียมมีฝาปิด (moisture can)
2. โถดูดความชื้น (desiccator) ที่มีสารดูดความชื้นอยู่ภายใน
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์ ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม
4. ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า

วิธีวิเคราะห์

1. อบ moisture can พร้อมฝาปิดในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_1)
2. ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักแน่นอน 5 กรัม ใส่ใน moisture can ที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนักแน่นอน (W_2)
3. นำ moisture can ที่ใส่ตัวอย่างแล้วไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส โดยเปิดฝาออก อบเป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง
4. นำออกจากตู้อบโดยปิดฝาทันทีและทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักไว้
5. นำไปอบซ้ำหลาย ๆ ครั้งจนได้น้ำหนักคงที่ (W_3) (น้ำหนักคงที่ หมายความว่าผลต่างน้ำหนักที่ชั่งทั้ง 2 ครั้งติดต่อกัน ต่างกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม
6. คำนวณปริมาณความชื้น จากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_2 - W_1)} \times 100$$

เมื่อ

W_1 = น้ำหนักของ moisture can (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของ moisture can และตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_3 = น้ำหนักของ moisture can และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข-10 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง กรณีตัวอย่างสดให้ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร กรณีตัวอย่างแห้งให้ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร
2. คนผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง
3. นำไปวัดค่าความเป็นกรดด่างโดยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง ซึ่งมีการสอบเทียบกับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานแล้ว วัดโดยใช้ glass electrode จุ่มลงในสารตัวอย่าง แช่ไว้ประมาณ 5 วินาที อ่านค่าที่ได้และบันทึกผล

ภาคผนวก ข-11 การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (Water activity, a_w)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตลับพลาสติก (a_w box)
2. เครื่องวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี

วิธีวิเคราะห์

1. เปิดเครื่องวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี โดยเปิดเครื่องทิ้งไว้ 30 นาทีก่อนการใช้งาน
2. ใส่ตัวอย่างที่บดละเอียดไม่เกินครึ่งหนึ่งของตลับพลาสติกและต้องครอบคลุมพื้นที่ของก้นตลับพลาสติก
3. ทำความสะอาดขอบริมและด้านนอกของตลับพลาสติกให้สะอาด
4. นำตลับพลาสติกบรรจุตัวอย่างไปวางไว้ใกล้ ๆ กับเครื่องวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี เพื่อให้ตัวอย่างมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิของช่องวัดตัวอย่าง (chamber)
5. ใส่ตลับพลาสติกลงในลิ้นชักใส่ตัวอย่าง ปิดลิ้นชัก
6. หมุนปุ่มของลิ้นชักจากตำแหน่ง OPEN/LOAD ไปยังตำแหน่ง READ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

7. เมื่อเครื่องเริ่มทำการวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี จะมีสัญญาณเตือนหนึ่งครั้ง เมื่อเครื่องทำการวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี เสร็จเรียบร้อยจะมีสัญญาณเตือน หน้าจอ LCD จะแสดงค่าวอเตอร์แอคติวิตีที่อ่านได้พร้อมอุณหภูมิของตัวอย่าง

ภาคผนวก ข-12 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยวิธีซอล์กเลต (AOAC, 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. ขวดก้นกลม ขนาด 250 มล.
3. ทิมเบอร์กระดาษ (cellulose thimble)
4. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
5. โถดูดความชื้น (desiccator) ที่มีสารดูดความชื้น
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์
7. ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า
8. ชุดสกัดซอล์กเลต

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์

วิธีวิเคราะห์

1. อบขวดก้นกลมด้วยตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_1)
2. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้วโดยใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์ปริมาณ 2 กรัม (W) ใส่ในบีกเกอร์ เทผ่านกรวยกรองลงไปทิมเบอร์ที่มีกระดาษกรองรองรับภายใน แล้ววางทิมเบอร์ลงในชุดสกัดซอล์กเลต
3. สกัดโดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ตามเวลาที่กำหนด (ขึ้นกับปริมาณไขมันในตัวอย่าง)
4. เมื่อทำการสกัดครบตามเวลาที่กำหนดแล้วให้ระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากตัวอย่าง
5. นำขวดก้นกลมที่มีไขมันเหลืออยู่ไปอบด้วยตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 – 105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6. อบต่ออีกครั้งละประมาณ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ (น้ำหนักคงที่คือผลต่างของการชั่งสองครั้งติดต่อกันมีค่าไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) ชั่งน้ำหนัก (W_2)
7. คำนวณปริมาณไขมัน จากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(W_2 - W_1)}{W} \times 100$$

เมื่อ

W_1 = น้ำหนักขวดก้นกลม (กรัม)

W_2 = น้ำหนักขวดก้นกลมและไขมัน (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ภาคผนวก ข-13 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล (Miller, 1959)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง
2. ปิเปต
3. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
4. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4
5. หลอดทดลอง

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริค (HCl) ความเข้มข้น 6 โมลาร์
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 2.5 โมลาร์
4. สารละลายกรดไดไนโตรซาลิซิลิค ($C_7H_4N_2O_7$; 3,5 - Dinitrosalicylic acid ; DNSA reagent) ความเข้มข้น 0.050 โมลาร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีสร้างกราฟมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายน้ำตาลกลูโคสสำหรับสร้างกราฟมาตรฐาน จากสารละลายมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส 20, 40, 60, 80, และ 100 มิลลิลิตร ใส่ขวดปรับปริมาตรและทำการปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
2. ปิเปตสารละลายกลูโคสที่เตรียมไว้ใส่ลงในหลอดทดลองอย่างละ 2 มิลลิลิตร (blank ให้ใช้น้ำกลั่นแทน)
3. ปิเปตสารละลายกรดไฮโดรคลอริคความเข้มข้น 6 โมลาร์ จำนวน 2 มิลลิลิตร ใส่ในแต่ละหลอด แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด 10 นาที
4. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2.5 โมลาร์ จำนวน 8 มิลลิลิตร และสารละลายกรดไดไนโตรซาลิซิลิค จำนวน 2 มิลลิลิตร ใส่ในแต่ละหลอด เขย่าผสมให้เข้ากัน
5. นำหลอดทดลองไปต้มในน้ำเดือด 5 นาที แล้วรีบนำหลอดทดลองแช่ในน้ำแข็งทันทีเป็นเวลา 10 นาที
6. นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 580 นาโนเมตร

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม แล้วทำการปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง
2. ปิเปตสารละลายตัวอย่างใส่ลงในหลอดทดลอง 2 มิลลิลิตร
3. ปิเปตสารละลายกรดไฮโดรคลอริคความเข้มข้น 6 โมลาร์ จำนวน 2 มิลลิลิตร ใส่ในแต่ละหลอด แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด 10 นาที
4. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2.5 โมลาร์ จำนวน 8 มิลลิลิตร และสารละลายกรดไดไนโตรซาลิซิลิค จำนวน 2 มิลลิลิตร ใส่ในแต่ละหลอด เขย่าผสมให้เข้ากัน
5. นำหลอดทดลองไปต้มในน้ำเดือด 5 นาที แล้วรีบนำหลอดทดลองแช่ในน้ำแข็งทันทีเป็นเวลา 10 นาที
6. นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 580 นาโนเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข-14 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธีเคลดาห์ล (AOAC, 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดเคลดาห์ล
2. บีกเกอร์
3. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
4. กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร
5. ชุดกลั่นโปรตีน
6. ชุดย่อยโปรตีน
7. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์
8. ตู้ดูดควัน

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริคเข้มข้น (H_2SO_4) ความเข้มข้นร้อยละ 98 (w/v)
2. ตัวเร่งปฏิกิริยาผสม (mixed catalyst) ประกอบด้วย โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) ปราศจากไนโตรเจน ร้อยละ 96 และคอปเปอร์ซัลเฟต ($Cu_2SO_4.5H_2O$) ปราศจากไนโตรเจน ร้อยละ 4
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 40 (w/v)
4. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริค (H_2SO_4) ความเข้มข้น 1 นอร์มอล มีอายุการเก็บรักษา 1 เดือน หากครบกำหนดเวลาดังกล่าวแล้วยังมีสารละลายมาตรฐานนี้เหลือมากพอสำหรับการใช้งาน ให้นำสารละลายไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนใหม่ (re-standardize) หรือนำไปใช้งานอื่นที่ไม่ต้องการความเข้มข้นที่แน่นอน
5. อินดิเคเตอร์ผสม (mixed indicator) ประกอบด้วยสารละลายเมทิลเรด (methyl red) ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (w/v) ในแอลกอฮอล์ผสมกับสารละลายโบรโมครีซอลกรีน (bromocresol green) ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (w/v) ในแอลกอฮอล์ อัตราส่วน 1 : 5
6. สารละลายกรดบอริค ความเข้มข้นร้อยละ 4 (w/v)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างน้ำหนักที่แน่นอนโดยใช้บีกเกอร์ ใส่ตัวอย่าง 0.5 – 2.0 กรัม และชั่งน้ำหนัก (W_1) ถ่ายตัวอย่างลงในหลอดเคลดาห์ล แล้วชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ที่ถ่ายตัวอย่างออกแล้ว (W_2) ทำ blank ควบคู่ไปด้วย
2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยาผสมจำนวน 8 กรัม
3. เติมสารละลายกรดซัลฟูริคเข้มข้น 25 มิลลิลิตร โดยเอียงขวดและค่อย ๆ รินกรดลงข้าง ๆ หลอดเพื่อล้างตัวอย่างที่อาจติดอยู่ข้างหลอดให้หมด และค่อย ๆ เขย่าตัวอย่างเบา ๆ (ทำในตู้ควัน)
4. นำไปย่อยด้วยความร้อนโดยใช้ชุดย่อยโปรตีน ทำการย่อยตัวอย่างจนได้สารละลายใส จึงปิดชุดย่อย รอจนกระทั่งสารละลายเย็นและไม่มีไอระเหยของกรด
5. นำสารละลายที่ได้ไปต่อกับเครื่องกลั่นโปรตีน นำฟลาสก์ที่มีสารละลายกรดบอริคจำนวน 50 มิลลิลิตร และหยดอินดิเคเตอร์ลงไป 3 – 5 หยด แล้วรองรับที่ปลายส่วนควบแน่น (condenser) อยู่ต่ำกว่าสารละลาย
6. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40 ให้มีปริมาณมากเกินพอ (ประมาณ 60 มิลลิลิตร) ข้อสังเกตคือ ถ้าปริมาณด่างมากเกินพอ สารละลายจะมีสีดำ ถ้ายังไม่เกิดสีดำให้เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มอีก 5 – 10 มิลลิลิตร
7. เปิดเครื่องเริ่มทำการกลั่น โดยให้ทำ blank ก่อน แล้วจึงทำการกลั่นตัวอย่าง
8. นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริคจนได้จุดยุติ คือสังเกตสีชมพูปรากฏขึ้นและสารละลายมีสีเทาอมม่วง
9. บันทึกปริมาตรสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริคที่ใช้ในการไตเตรท นำไปคำนวณหาปริมาณโปรตีนทั้งหมด
10. คำนวณปริมาณโปรตีน จากสูตร

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(V_a - V_b) \times N \times 1.4007}{(W_1 - W_2)}$$

เมื่อ

V_a = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริค ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

V_b = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริค ที่ใช้ในการไตเตรท blank (มิลลิลิตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริค (นอร์มอล)

W_1 = น้ำหนักบีกเกอร์และตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักบีกเกอร์ที่ถ่ายตัวอย่างออกเรียบร้อยแล้ว (กรัม)

ปริมาณโปรตีน (ร้อยละของน้ำหนัก) = ปริมาณไนโตรเจน ร้อยละของน้ำหนัก x แฟกเตอร์ โดยค่าแฟกเตอร์ของตัวอย่าง คือ 6.25

ภาคผนวก ข-15 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ

(AOAC, 2000 : Method 991.42)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. fritted crucible porosity no.2 (ก่อนใช้ให้นำไปเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำมาล้างด้วยน้ำ ทิ้งให้แห้ง บรรจุซีไลท์ 0.5 กรัม ลงใน fritted crucible และกระจายซีไลท์ให้ทั่วโดยการเขย่าเบา ๆ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ทำให้เย็น และเก็บในโถดูดความชื้นจนกระทั่งนำไปใช้)
2. โถดูดความชื้น (desiccator) ที่มีสารดูดความชื้นอยู่ภายใน
3. เตาเผา
4. ตู้อบลมร้อน
5. hot plate stirrer
6. บีกเกอร์
7. เทอร์โมมิเตอร์
8. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์
9. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง

สารเคมี

1. สารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95
2. สารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 78
3. อะซีโตน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.08 โมลาร์ pH 6.0 (เตรียมโดยละลาย 1.4000 กรัมของโซเดียมฟอสเฟตไดเบสิคแอนไฮดรัส และ 10.94 กรัมของโซเดียมฟอสเฟตโมโนเบสิคไดไฮเดรต ในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ตรวจวัดพีเอชด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง)
5. เอนไซม์อัลฟาอะมัยเลส
6. เอนไซม์โปรตีเอส
7. เอนไซม์อะมัยโลกลูโคซิเดส
8. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.275 โมลาร์
9. สารละลายกรดไฮโดรคลอริคความเข้มข้น 0.325 โมลาร์
10. ซีไลท์ (acid washed)

วิธีเตรียมตัวอย่าง

1. ในกรณีที่ตัวอย่างแห้งสามารถนำไปวิเคราะห์ได้ทันที ส่วนในกรณีที่ตัวอย่างเปียก ให้อบตัวอย่างให้แห้งก่อนนำไปวิเคราะห์
2. นำตัวอย่างไปบดให้มีขนาด 0.3-0.5 มิลลิเมตร
3. เก็บตัวอย่างที่แห้งและบดแล้วในโถดูดความชื้นจนกระทั่งนำไปใช้

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ในบีกเกอร์จำนวน 2 บีกเกอร์ น้ำหนักของตัวอย่างทั้ง 2 บีกเกอร์ควรต่างกันไม่เกิน 20 มิลลิกรัม (ในการวิเคราะห์ให้ทำ blank ควบคู่กับการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วย)
2. เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 50 มิลลิลิตร ลงในแต่ละบีกเกอร์ (วัดและปรับพีเอชให้ได้ 6.0 ± 0.2)
3. เติมเอนไซม์อัลฟาอะมัยเลสจำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในแต่ละบีกเกอร์ ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปแช่ในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที โดยเขย่าบีกเกอร์เบา ๆ ทุก 5 นาที จากนั้นทำให้สารละลายเย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้ววัดและปรับพีเอชให้ได้ 7.5 ± 0.2 โดยการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.275 โมลาร์ จำนวน 10 มิลลิลิตร
4. เติมเอนไซม์โปรตีเอสจำนวน 5 มิลลิลิตร ลงในแต่ละบีกเกอร์ ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปแช่ในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยกวนตลอด ทำสารละลายให้เย็น แล้ววัดและปรับพีเอชให้ได้ 4.0-6.0 โดยการเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริคความเข้มข้นร้อยละ 0.325 โมลาร์ จำนวน 10 มิลลิลิตร

5. เติมเอนไซม์อะมัยโลกลูโคซิเดสจำนวน 0.3 มิลลิลิตร ลงในแต่ละบีกเกอร์ ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปแช่ในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยกวนตลอด
6. ทำ fritted crucible ที่เตรียมไว้ให้เปียก และกระจายซีไลท์ด้วยน้ำกลั่นปริมาณเล็กน้อย แล้วจึงนำสารละลายในบีกเกอร์มากรอง จากนั้นล้าง residue ด้วยน้ำกลั่นจำนวน 2 รอบ ๆ ละ 10 มิลลิลิตร ล้างด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 2 รอบ ๆ ละ 10 มิลลิลิตร (เก็บของเหลวที่กรองได้ทั้งหมดไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ต่อไป)
7. นำ fritted crucible ที่มี residue ไปอบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักของ residue
8. ขูด residue จาก fritted crucible อันแรกเพื่อนำไปหาปริมาณโปรตีน
9. ขูด residue จาก fritted crucible อันที่สองเพื่อนำไปหาปริมาณเถ้า (โดยนำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง)
10. คำนวณปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากสูตร

$$\text{เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนัก residue} - P - A - B}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

เมื่อ

น้ำหนัก residue = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก residue ที่ใช้ (มิลลิกรัม)

P = น้ำหนักโปรตีนของ residue จาก fritted crucible อันแรก (มิลลิกรัม)

A = น้ำหนักเถ้าของ residue จาก fritted crucible อันที่สอง (มิลลิกรัม)

B = blank (มิลลิกรัม) คำนวณจาก

blank = น้ำหนัก residue ของ blank – ปริมาณโปรตีนของ blank – ปริมาณเถ้าของ blank

น้ำหนักตัวอย่าง = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิกรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข-16 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ

(AOAC, 2000 : Method 993.19)

เครื่องมือและอุปกรณ์

เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ

สารเคมี

เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ

วิธีวิเคราะห์

1. นำของเหลวที่กรองได้ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำมาปรับน้ำหนักให้ได้ 100 กรัม ด้วยน้ำกลั่น
2. เติมสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จำนวน 400 มิลลิลิตรลงไป แล้วทิ้งให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที
3. ทำ fritted crucible ที่เตรียมไว้ให้เปียก และกระจายซีไลท์ด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 78 แล้วจึงนำของเหลวที่กรองได้หลังปรับน้ำหนักมากรอง
4. ล้าง residue ด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 78 จำนวน 3 รอบ ๆ ละ 20 มิลลิลิตร ล้างด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 2 รอบ ๆ ละ 10 มิลลิลิตร ล้างด้วยอะซีโตนจำนวน 2 รอบ ๆ ละ 10 มิลลิลิตร
5. นำ fritted crucible ที่มี residue ไปอบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักของ residue)
6. ขูด residue จาก fritted crucible อันแรกเพื่อนำไปหาปริมาณโปรตีน
7. ขูด residue จาก fritted crucible อันที่สองเพื่อนำไปหาปริมาณเถ้า (โดยนำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง)
8. คำนวณปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำจากสูตร

$$\text{เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนัก residue} - P - A - B}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อ

น้ำหนัก residue = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก residue ที่ใช้ (มิลลิกรัม)

P = น้ำหนักโปรตีนของ residue จาก fritted crucible อันแรก (มิลลิกรัม)

A = น้ำหนักเถ้าของ residue จาก fritted crucible อันที่สอง (มิลลิกรัม)

B = Blank (มิลลิกรัม) คำนวณจาก

blank = น้ำหนัก residue ของ blank – ปริมาณโปรตีนของ blank – ปริมาณเถ้าของ blank

น้ำหนักตัวอย่าง = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิกรัม)

ภาคผนวก ข-17 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด

คำนวณจากสูตร

ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด(ร้อยละ) = เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ + เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ

ภาคผนวก ข-18 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้อง (crucible)
2. โถดูดความชื้น (desiccator) ที่มีสารดูดความชื้นอยู่ภายใน
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์ ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม
4. เตาเผา

วิธีวิเคราะห์

1. เผาถ้วยกระเบื้องในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_1)
2. ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักแน่นอน 2 กรัม (W_2) ใส่ในถ้วยกระเบื้องที่ผ่านการเผาและทราบน้ำหนักแน่นอน
3. นำไปเผาบนตะเกียงบุนเซนจนหมดควัน แล้วนำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว
4. นำออกจากเตาเผาและทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5. คำนวณปริมาณเถ้า จากสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(W_3 - W_1)}{W_2} \times 100$$

เมื่อ

W_1 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้อง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

W_3 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

ตารางผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ค-1 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอนุภาคของเส้นใยอาหารผงจากกากส้มเขียวหวานกับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ

ขนาดอนุภาค	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (กรัมน้ำ/กรัมตัวอย่าง)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
> 0.43 มม.	13.8145	13.7646	13.8855	$13.8215^{c} \pm 0.061$
0.15 – 0.43 มม.	13.2675	13.3712	13.3083	$13.3157^{b} \pm 0.052$
< 0.15 มม.	13.0482	13.1305	13.0193	$13.0660^{a} \pm 0.058$

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ค-2 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอนุภาคของเส้นใยอาหารผงจากกากส้มเขียวหวานกับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมัน

ขนาด	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมัน (กรัมน้ำ/กรัมตัวอย่าง)			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
> 0.43 มม.	2.0381	2.1018	2.0750	$2.0716^{c} \pm 0.032$
0.15 – 0.43 มม.	1.9687	1.9842	2.0297	$1.9942^{b} \pm 0.032$
< 0.15 มม.	1.7737	1.8089	1.8346	$1.8057^{a} \pm 0.031$

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ค-3 การกระจายของขนาดอนุภาคของเส้นใยอาหารผงจากกากส้มเขียวหวาน

หมายเลขเมสของตะแกรง	ขนาดช่องเปิด (มิลลิเมตร)	ปริมาณของอนุภาคที่ค้างอยู่ในตะแกรง (ร้อยละ)
40	0.425	5.77 ± 0.34
50	0.300	36.58 ± 0.13
60	0.250	9.45 ± 0.18
70	0.212	14.86 ± 0.22
100	0.150	18.31 ± 0.66
140	0.106	8.98 ± 0.97
> 140	< 0.106	6.05 ± 0.71

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

คุณสมบัติของ Solka-Floc เกรด 900 FCC

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

คุณสมบัติของ Solka-Floc เกรด 900 FCC

Solka-Floc เป็นเซลลูโลสผงที่ผลิตเป็นการค้า มีคุณสมบัติในการจับกับน้ำและไขมันได้ดี ดังนั้นจึงนิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อทำหน้าที่ต่าง ๆ เช่น

- สารเพิ่มเนื้อที่ไม่ทำปฏิกิริยา (inert filler) ใช้ในเนื้อสัตว์ คุกกี้ เนยเทียม
- สารชลอความเก่า, แห้ง (retarding agent) ใช้ในการแช่แข็ง เป็นการปกป้องการแห้งจากความเย็น (cryoprotectant)
- สารเสริมการแขวนลอย (suspending agent) ใช้ในซุป น้ำผลไม้ข้น
- สารเสริมความคงตัว (stabilizer) ใช้ในคุกกี้ เนยเทียม
- สารช่วยยึดจับน้ำ (binder) ใช้ในซุปข้น ขนมปัง เค้ก (ปราณี, 2547)

Solka-Floc มีหลายเกรดขึ้นกับขนาดอนุภาคของเซลลูโลสผง โดยคุณสมบัติบางประการของ Solka-Floc เกรด 900 FCC ซึ่งใช้ในวิทยานิพนธ์ แสดงดังตาราง ง-1

ตาราง ง-1 คุณสมบัติบางประการของ Solka-Floc เกรด 900 FCC

Properties	Value
Average fiber length (μ)	110
Bulk volume (cc/g)	5.0 – 5.5
Total dietary fiber (% on dry basis)	> 99
Water holding capacity (g H_2O / 100g sample)	950
Ash (%)	0.12
PH	5.9
Water soluble (%)	0.25
Screen analysis	
% on 40 mesh	0 – 8
% through 100 mesh	60 – 80
% through 200 mesh	30 – 55

ที่มา Ang (1991a)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวธนิกานต์ สันต์สวัสดิ์
วัน เดือน ปี เกิด	8 ธันวาคม 2522
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2544
ทุนการศึกษา	ได้รับทุนโครงการพัฒนาอาจารย์จากมหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา ประจำปี 2546 ได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประจำปี 2548

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved