



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ภาคผนวก ก-1 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณความชื้นทั้งหมด (AOAC, 2000)

วิธีวิเคราะห์

1. อบกระป๋องความชื้นพร้อมฝา ที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้นทำให้เย็นใน โถดูดความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W_1)
2. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (2-3 กรัม) ใส่ลงในกระป๋องอบความชื้นที่อบเรียบร้อยแล้ว และชั่งน้ำหนัก (W_2)
3. นำกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกไปอบในตู้อบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
4. นำกระป๋องอบความชื้นออกจากตู้อบสุญญากาศ โดยปิดฝาทันที และทำให้เย็นใน โถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
5. นำไปอบต่ออีกจนได้น้ำหนักที่คงที่ (น้ำหนักที่คงที่หมายถึง ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) (W_3)

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

ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละของน้ำหนัก) = $100 - \text{ปริมาณความชื้นทั้งหมด}$

W_1 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้น เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างหลังอบ เป็นกรัม

ภาคผนวก ก-2 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids, °Brix)
โดยใช้ Hand refractometer (AOAC, 2000)

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างสารสกัดบีทรูทเข้มข้นมาวัดด้วยเครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Hand refractometer) ปรับเทียบมาตรฐานโดยใช้น้ำกลั่นปรับให้อ่านได้ 0 ก่อนการใส่วัดตัวอย่างทุกครั้ง ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะทำการวัด 3 ซ้ำ
2. เมื่ออ่านค่าเสร็จควรวางและเช็ดเครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Hand refractometer) ให้สะอาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก-3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ(a_w :water activity)

วิธีวิเคราะห์

การเตรียมตัวอย่าง

1. ใสตัวอย่างในตลับวัด water activity ประมาณ 1/3 ของตลับหรือไม่เกินครึ่งหนึ่งของตลับ เคลี่ยตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วตลับเพื่อประสิทธิภาพในการวัด
2. ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าที่ขอบริม และด้านนอกของตลับวัดสะอาด ห้ามมีตัวอย่างติดบริเวณตลับวัด water activity
3. ตัวอย่างควรมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือต่างกันไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสของอุณหภูมิ chamber เครื่องวัด water activity

การเปิดเครื่อง

1. เปิดเครื่อง water activity ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อการวัดที่มีประสิทธิภาพสูง
2. นำตลับวัด water activity ใสลงในเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ห้ามให้ตัวอย่างหกหล่น
3. หมุนปุ่มไปในตำแหน่ง Open/Load ไปยังตำแหน่ง Read เครื่องจะเริ่มวัดค่า water activity เมื่อเครื่องเริ่มวัด จะมีสัญญาณเตือน 1 ครั้ง
4. เมื่อเครื่องวัดเสร็จใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที จะมีสัญญาณเตือนถี่ๆ ให้อ่านค่า water activity และอุณหภูมิที่หน้าจอ
5. หมุนปุ่มจากตำแหน่ง Read ไปยังตำแหน่ง Open/Load เพื่อนำตลับออก
6. เมื่อวัดค่าเสร็จให้ปิดเครื่อง วิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ภาคผนวก ก-4 การวัดค่าความเป็นกรดต่าง (Cosort C380, Belgium)

วิธีวิเคราะห์

1. ปรับค่ามาตรฐานของเครื่องวัดค่าความเป็นกรด ต่างด้วยสารละลายที่มีความเป็นกรดต่าง เท่ากับ 4.00 และ 7.00 ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ก่อนการวัดตัวอย่าง
2. อุณหภูมิของตัวอย่างขณะวัดค่าความเป็นกรด ต่าง อยู่ที่ 25 ± 1 องศาเซลเซียส
3. นำตัวอย่างไปวัดค่าความเป็นกรด ต่าง ทำการวัด 3 ซ้ำ โดยก่อนการวัดตัวอย่างทุกครั้ง ต้องล้างอิเล็กโทรดที่ใช้วัดให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยกระดาษทิชชูแล้วจุ่มอิเล็กโทรดลงในตัวอย่างเพื่อวัดค่า
4. หลังจากทำการทดลองเสร็จแล้ว ทำการล้างอิเล็กโทรดให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก-5 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH scavenging activity (Turkmen *et al.*, 2006)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดบีทรูทเข้มข้น

การเตรียมตัวอย่าง

1. นำสารสกัดบีทรูทก่อนการทำให้เข้มข้นมาเจือจางด้วยเมทานอลให้มีความเข้มข้น 0.2-0.02 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนสารสกัดบีทรูทหลังการทำให้เข้มข้นนำมาเจือจางด้วยเมทานอลให้อยู่ในช่วง 0.02-0.002 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้ง

การเตรียมตัวอย่าง

1. นำแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งมาละลายในเมทานอลและเจือจางด้วยเมทานอลให้มีความเข้มข้น 100-1000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

การเตรียมสารละลาย DPPH

เตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 mM ดังนี้

อนุมูลอิสระ DPPH มีความบริสุทธิ์เท่ากับ 85 % โดยมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 394.33

สามารถคำนวณได้

ดังนี้

$$\text{Mol} = \frac{cv}{1000}$$

$$\frac{g}{Mw} = \frac{cv}{1000}$$

c หมายถึง ความเข้มข้น หน่วยเป็น โมล

v หมายถึง ปริมาตร หน่วยเป็น มิลลิลิตร

g หมายถึง น้ำหนัก หน่วยเป็น กรัม

Mw หมายถึง น้ำหนักโมเลกุล

จากสมการข้างต้นจะได้ว่า

$$g = \frac{0.1 \times 10^{-3} \text{ M} \times 250 \text{ ml} \times 394.33 \text{ g/mol} \times (100 \% / 85 \%)}{1000}$$

$$= 0.0116 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น ชั่ง DPPH มา 0.0116 กรัม ปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 250 มิลลิลิตร

หมายเหตุ

ไม่ควรเตรียมสารละลาย DPPH ที่ไว้ ควรเตรียมสารละลายทันทีเมื่อจะทำการวิเคราะห์ และควรเก็บให้พ้นแสง

วิธีวิเคราะห์

1. ปิเปตสารละลาย DPPH 0.1 mM ลงในหลอดทดลอง ปริมาตรหลอดละ 3.7 มิลลิลิตร
2. ปิเปตสารตัวอย่างลงไปหลอดทดลองที่มีสารละลาย DPPH 0.1 mM ปริมาตรหลอดละ 0.3 มิลลิลิตร จากนั้นบ่มทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที
3. สำหรับหลอดควบคุม ให้ปิเปตเมทานอลลงไปแทนสารตัวอย่างและบ่มทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที
4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร
5. นำค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ได้มาคำนวณหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่าง

การคำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

A_0 หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม

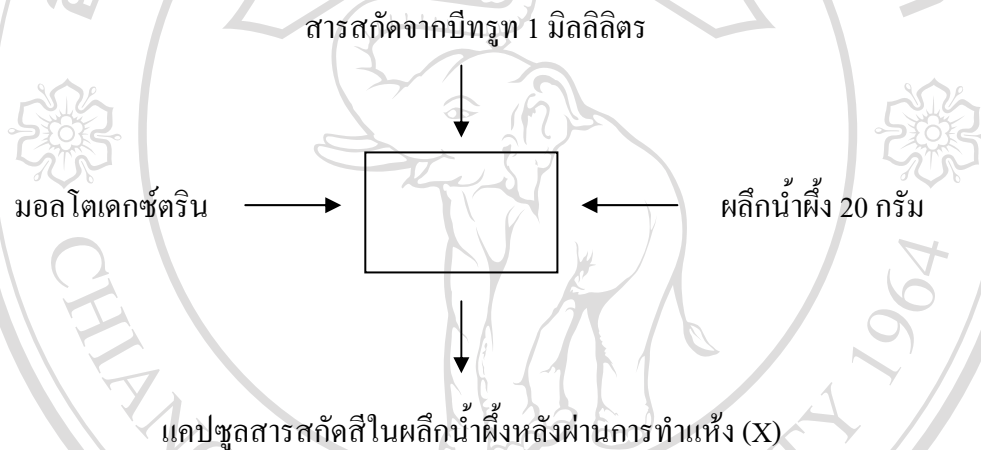
A_1 หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดตัวอย่าง

$$\% \text{ Scavenging effect} = [(A_0 - A_1 / A_0) \times 100]$$

การคำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ(เมื่อเทียบต่อน้ำหนักฐานแห้ง)

ตัวอย่าง	ปริมาณความชื้น(ร้อยละ)	ของแข็ง(ร้อยละ)
สารสกัดบีทรูท	60.00	40.00
ผลึกน้ำผึ้ง	1.24	98.76

ใช้ Mass balance ในการคำนวณ โดยในการทดลองใช้สารสกัดบีทรูท 1 มิลลิลิตรต่อ 20 กรัมของผลึกน้ำผึ้งจะได้ว่า



ตัวอย่างการคำนวณค่า IC_{50}

ยกตัวอย่างการคำนวณค่า IC_{50} ของแคลเซียมสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งเมื่อเทียบต่อน้ำหนักฐานแห้งของสารสกัดจากบีทรูท ที่ผ่านการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยไม่มีการเติมมอลโตเดกซ์ตริน

จาก Mass balance จะได้ว่า

$$\text{น้ำหนักของแคลเซียมก่อนการทำแห้ง} = \text{น้ำหนักของแคลเซียมหลังการทำแห้ง}$$

ปริมาณของแข็ง

$$1 + 20 = X + \text{น้ำที่สูญเสียไปจากระบบ}$$

ปริมาณความชื้น

$$0.6 + 0.248 = \text{ความชื้นของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังการอบแห้ง (X)}$$

$$0.6 + 0.248 = (0.0431)(X)$$

$$X = 19.675 \text{ กรัม}$$

แสดงว่าหลังการอบแห้งแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งจะมีน้ำหนักเท่ากับ 19.675 กรัม

สารสกัดบีทรูท 1 มิลลิลิตรจะมีปริมาณของแข็งเท่ากับ 0.4 กรัม

ดังนั้นในแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังการอบแห้งจะมีสารสกัดบีทรูทเท่ากับ 0.0203 กรัม

ค่า IC_{50} ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งที่ได้จากการทดลองมีค่าเท่ากับ 361.76 ± 5.91 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

จะได้ว่าค่า IC_{50} ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งเมื่อเทียบกับน้ำหนักฐานแห้งจะมีค่าเท่ากับ 7.35 ± 0.12 มิลลิกรัมต่อกรัมของสารสกัดบีทรูทฐานแห้ง

หมายเหตุ

1. ความชื้นของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังการอบแห้งได้จากผลการทดลอง
2. X หมายถึง น้ำหนักของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังผ่านการอบแห้ง เป็นกรัม
3. กำหนดให้ความชื้นของมอลโตเดกซ์ทรินมีค่าเท่ากับ 0

ค่า IC_{50} เมื่อเทียบกับน้ำหนักฐานแห้งของสารสกัดจากบีทรูทของตัวอย่างอื่นๆ สามารถคิดได้ในทำนองเดียวกัน



ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ภาคผนวก ข-1 การวัดสีระบบ CIE L* a* b*

เป็นการวัดค่าสีของตัวอย่างด้วยเครื่องวัดสี Color Quest II Sphere (Hunter Associates Inc., USA) โดยวัดค่าสีในระบบ CIE โดยค่า

L* คือ ความสว่างของสี (Lightness) โดยมีค่าจาก 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีขาว

a* คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเขียวและสีแดงที่อยู่ในตัวอย่าง (Redness/Green) โดยค่า a+ แสดงถึงความเป็นสีแดง และค่า a- แสดงถึงความเป็นสีเขียว

b* คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินที่อยู่ในตัวอย่าง (Yellowness/ Blueness) โดยค่า b+ แสดงถึงความเป็นสีเหลืองและค่า b- แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน

โดยก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) โดยการวางหัววัด ทาบบนผิวหน้าของแผ่นสีขาวมาตรฐาน กดปุ่ม measure เครื่องวัดสีจะบันทึกค่าสีขาวของแผ่นสีขาวมาตรฐานไว้ คือ ($Y = 92.1$, $x = 0.3137$, $y = 0.3197$)

การเตรียมตัวอย่าง

สำหรับการวัดสีแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายทำโดยนำตัวอย่างแคปซูล 1 กรัมละลายในน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวัดค่าสีระบบ CIE

วิธีวิเคราะห์

การวัดตัวอย่างแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้ง

1. ปรับมาตรฐานเครื่องวัดสีโดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน
2. วัดค่าสีของตัวอย่างแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้ง โดยทำการวัดจำนวน 3 ครั้ง
3. บันทึกผล

ภาคผนวก ข-2 การวัดความหนืดด้วยเครื่อง (Brookfield-Programmable DV-II⁺ viscometer)

เครื่องวัดความหนืด Brookfield Viscometer เป็นเครื่องวัดความข้นหนืดแบบแกนหมุน (Rotatory viscometer) ใช้วัดความข้นหนืดของอาหาร ความหนืดของตัวอย่างจะต้านทานการหมุนของหัวเข็มวัด ทำให้เกิดความเบี่ยงเบนของสปริงมาตรฐาน (spring deflection) แล้วนำไปคำนวณเป็นค่าความหนืดได้ โดยความเบี่ยงเบนของสปริงมาตรฐานจะถูกวัดด้วย rotary transducer การวัดค่าความหนืดของเครื่องวัดความหนืดจะวัดในหน่วยเซนติพอยส์หรือมิลลิปาสกาล วินาที (centipoises or milipascal seconds)

วิธีวิเคราะห์

วิธีการปรับมาตรฐานเครื่องวัดความหนืด

1. เปิดสวิตซ์เครื่องวัดความหนืด
2. เอาหัววัด (Spindle) ออกจากแกนมอเตอร์
3. กดปุ่มใดๆ เครื่องจะทำการปรับมาตรฐานโดยอัตโนมัติ เมื่อการปรับมาตรฐานเสร็จสิ้นหน้าจอจะขึ้นข้อความว่าใส่หัววัดได้ จึงใส่หัววัดที่จะใช้วัดโดยต้องเลือกหัววัดให้เหมาะสมกับตัวอย่าง
4. ตรวจสอบการใส่หัววัดโดยใช้นิ้วชี้ขวาหมุนที่บริเวณรอยต่อของเข็มกับเครื่อง หมุนเบาๆ ตามเข็มนาฬิกาจนได้ % Torque ขึ้น EEEE แล้วปล่อยให้หมุนกลับอย่างอิสระ ค่า % Torque จะต้องกลับไปที่ 0 โดยค่าที่ยอมรับได้อยู่ที่ ± 0.3 แสดงว่าเครื่องพร้อมที่จะใช้งานโดยมีความถูกต้องและแม่นยำสูง

การวัดความหนืดตัวอย่างสารสกัดบีทรูทเข้มข้น

1. ปิเปิดสารสกัดบีทรูทเข้มข้นมา 8 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดใส่ตัวอย่างสำหรับชุดวัดความหนืดขนาดเล็ก
2. ใส่หัวเข็มวัดที่แกนมอเตอร์ ลดระดับเครื่องวัดความข้นหนืดลงจนหัวเข็มวัดจมลงในตัวอย่างจนถึงขีดที่กำหนดในแกนหัวเข็มวัด
3. ป้อนข้อมูลของหัวเข็มวัดโดย กดปุ่ม Select spindle จากนั้นกดปุ่มลูกศรขึ้น ลง เพื่อเลือกเบอร์ของเข็มวัด หัวเข็มวัดสำหรับชุดวัดความหนืดขนาดเล็กให้เลือกหัวเข็มวัดเบอร์ S 18
4. กดปุ่ม Select spindle อีกครั้งเพื่อเป็นการรับข้อมูลภายใน 3 วินาที

5. เลือกความเร็วรอบในการวัดโดยกดปุ่มลูกศรขึ้น ลง เพื่อเลือกความเร็วรอบที่ต้องการ จากนั้นกดปุ่ม Select speed เพื่อเป็นการรับข้อมูล ภายในเวลา 3 วินาที โดยการตั้งความเร็วรอบในการหมุนควรวีให้ค่า % Torque เข้าใกล้ 100 มากที่สุด
6. วัดตัวอย่าง โดยกดปุ่ม Motor ON/OFF จับเวลาเพื่อวัดความหนืดของตัวอย่างเป็นเวลา 30 วินาทีแล้วจึงอ่านผล



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข-3 การวิเคราะห์ความสามารถในการละลาย (solubility)

วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่างแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งที่ผ่านการทำให้แห้งมาวิเคราะห์ความสามารถในการละลาย โดยใช้ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในหลอดหมุนเหวี่ยง (centrifuge tube) เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร ผสมให้ละลายที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 3000 rpm นาน 10 นาที เทของเหลวส่วนใส (supernatant) ใส่ในกระป๋องอบความชื้น โดยอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง คำนวณหาความสามารถในการละลาย (ร้อยละ)

ความสามารถในการละลาย (ร้อยละ)

$$= \frac{\text{มวลแห้งของตัวอย่างที่ละลายได้ใน supernatant (กรัม)}}{\text{มวลแห้งของตัวอย่างทั้งหมด (กรัม)}} \times 100$$

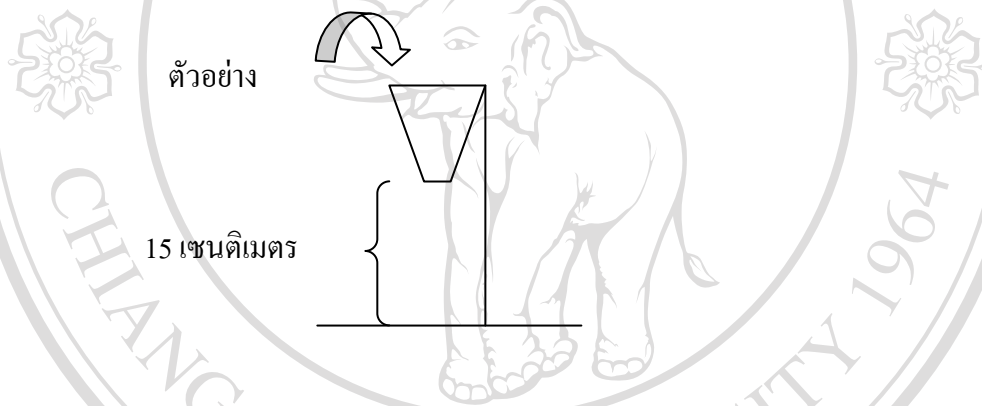
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข-4 การวิเคราะห์ความสามารถในการไหล (Flowability)

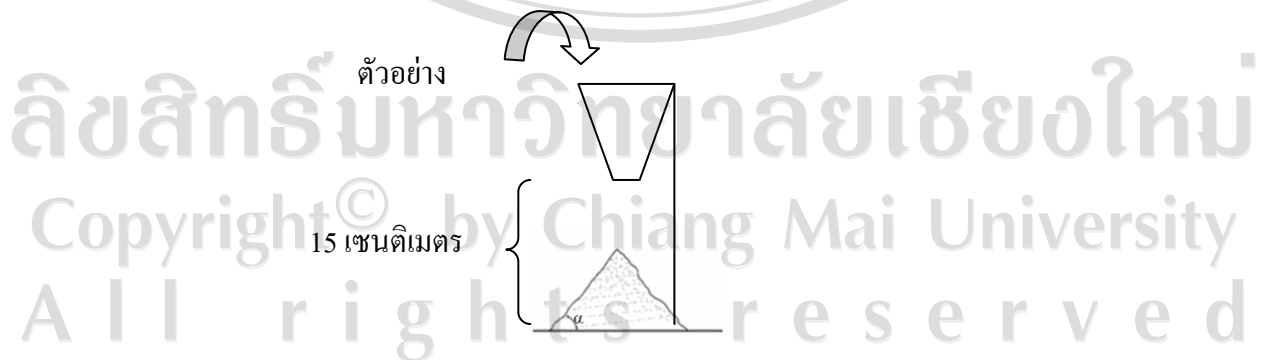
วิธีวิเคราะห์

นำแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งที่ผ่านการทำให้แห้งมาวิเคราะห์ค่าความสามารถในการไหล (flowability) ด้วยวิธีวัดค่ามุมกอง (angle of repose)

1. ชั่งตัวอย่างแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งมาประมาณ 50 กรัม
2. เทตัวอย่างแคปซูลผ่านกรวยกรองที่ยึดติดกับขาตั้งด้วยมือให้มีระยะห่างจากพื้นถึงปากกรวยพลาสติกเท่ากับ 15 เซนติเมตร



3. วัดค่ามุมกองของตัวอย่างแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการไหล

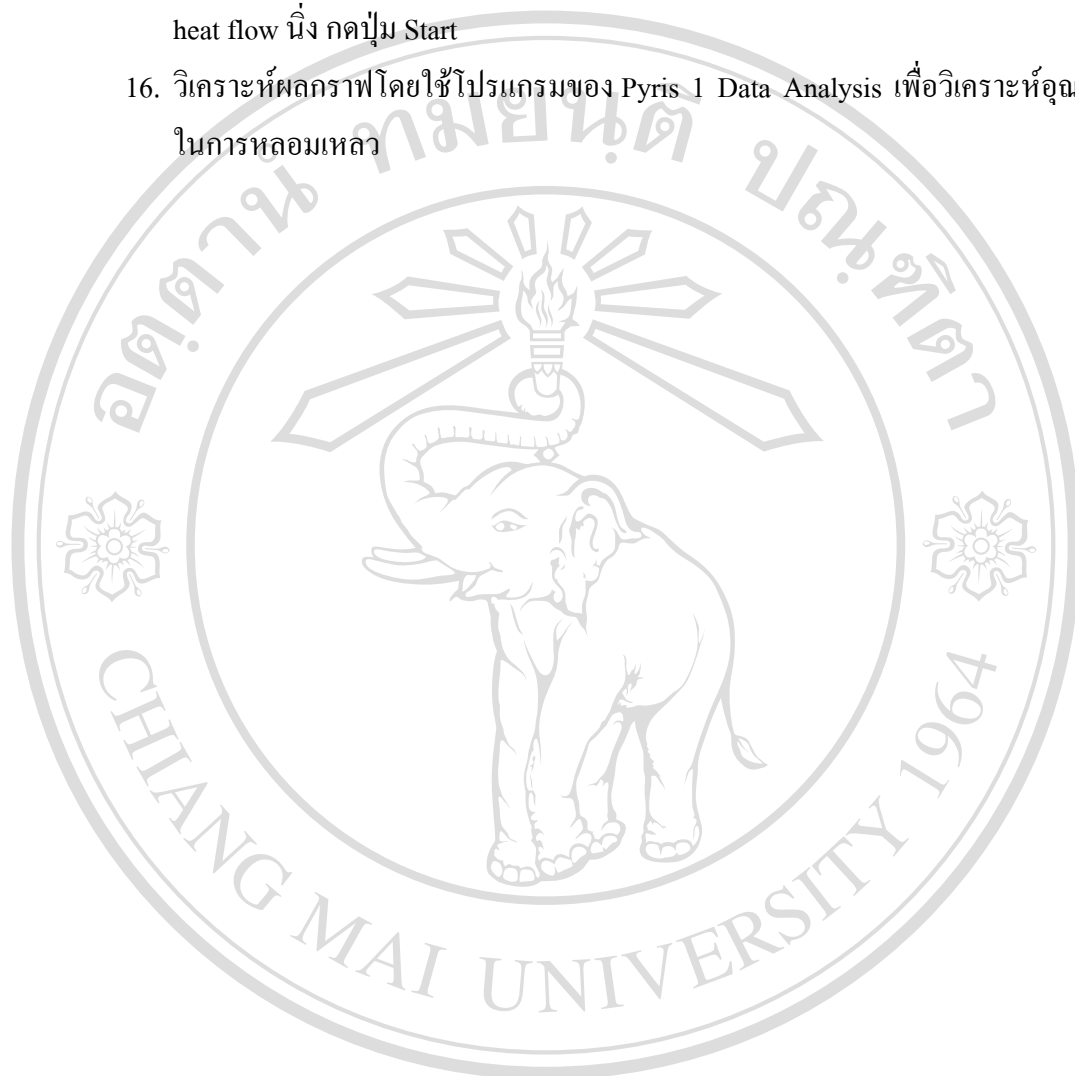


ภาคผนวก ข-5 การวิเคราะห์อุณหภูมิการหลอมเหลวของแคปซูลสารสกัดสีในผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง
Differential Scanning Calorimeter (DSC)

วิธีการวิเคราะห์อุณหภูมิการหลอมเหลวด้วยเครื่อง DSC

1. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ → เปิดโปรแกรม pyres Manager → คลิกปุ่ม diamond DSC
2. เปิดเครื่อง DSC
3. เปิด ultra cooler รอให้อุณหภูมิลดลงจนถึงประมาณ -85 องศาเซลเซียส
4. เปิดแก๊สไนโตรเจน และปรับวาล์วแก๊สไนโตรเจนให้อยู่ที่เลข 9
5. ตั้งอุณหภูมิเริ่มต้นไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส
6. เปิด window → Instrument Viewer → View calibrate → Open → เลือกไฟล์ calibrate ที่จะใช้งาน → ปิดหน้าต่าง calibrate
7. ทำการปรับมาตรฐาน (calibrate) โดยใช้ indium เป็นตัวปรับมาตรฐาน โดยตั้งโปรแกรม heat ตั้งแต่ 50 องศาเซลเซียส จนถึง 170 องศาเซลเซียส flow rate 10 องศาเซลเซียสต่อนาที
8. คำนวณพื้นที่ใต้กราฟ โดย indium จะมี ΔH เท่ากับ 28.450 จูลต่อกรัม และมีอุณหภูมิ 156.6 องศาเซลเซียส ค่าที่คำนวณได้ไม่ควรต่างจากมาตรฐานเกินร้อยละ 1
9. เปิด window → Method Editor เดิม
10. Sample Info ชื่อตัวอย่าง
11. Initial State อุณหภูมิเริ่มต้น ใช้ที่ 25 องศาเซลเซียส
12. Program
 - a. Cool จาก 25 องศาเซลเซียส จนถึง -20 องศาเซลเซียส โดยใช้ flow rate 50 องศาเซลเซียสต่อนาที
 - b. Hold ที่ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที
 - c. Heat จาก -20 องศาเซลเซียส จนถึง 180 องศาเซลเซียส โดยใช้ flow rate 50 องศาเซลเซียสต่อนาที
13. หา base line โดยใช้สภาวะการทดลองเหมือนกับตัวอย่าง
14. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่ใน pan ประมาณ 7-10 มิลลิกรัม (ใช้ pan ขนาดความจุ 40 ไมโครลิตร แบบหนา)

15. ใสตัวอย่างด้านซ้ายของช่องใส่ตัวอย่าง ด้านขวาใส่ reference pan → วิเคราะห์ตัวอย่างตามโปรแกรมอุณหภูมิที่กำหนดไว้โดยกดปุ่ม go to temperature → รอจน heat flow นิ่ง กดปุ่ม Start
16. วิเคราะห์ผลกราฟโดยใช้โปรแกรมของ Pyris 1 Data Analysis เพื่อวิเคราะห์อุณหภูมิในการหลอมเหลว



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาคผนวก ค
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชุดที่.....

ชื่อผู้ทดสอบชิม วันที่

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ผลิตภัณฑ์ผสมสีธรรมชาติจากบีทรูท (แบบผง)

คำชี้แจง : กรุณาทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้อย่างตั้งใจและให้ระดับความชอบและไม่ชอบต่อลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ โดยให้ระดับคะแนนที่เหมาะสมเพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบในระดับใดโดยมีคะแนนความชอบดังนี้

ระดับของความชอบ	ระดับคะแนน	ระดับของความชอบ	ระดับคะแนน
ชอบมากที่สุด(Like extremely)	9	ไม่ชอบเล็กน้อย (Dislike slightly)	4
ชอบมาก (Like very much)	8	ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately)	3
ชอบปานกลาง (Like moderately)	7	ไม่ชอบมาก (Dislike very much)	2
ชอบเล็กน้อย(Like slightly)	6	ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely)	1
เฉย ๆ (Neither like nor dislike)	5		

ลักษณะคุณภาพ	ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง	
	319	175
ลักษณะปรากฏ		
สี		
กลิ่น		
การละลายในปาก		
รสชาติ		
การยอมรับรวม		

ข้อเสนอแนะ

ชุดที่.....

ชื่อผู้ทดสอบชิม วันที่

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ผลิตภัณฑ์ผสมสีธรรมชาติจากบีทรูท (แบบขงละลายน้ำ)

คำชี้แจง : กรุณาทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ให้มาลงในน้ำเพื่อทดสอบชิม จากนั้นให้ระดับความชอบและไม่ชอบต่อลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ โดยให้ระดับคะแนนที่เหมาะสมเพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบในระดับใด โดยมีคะแนนความชอบดังนี้

ระดับของความชอบ	ระดับคะแนน	ระดับของความชอบ	ระดับคะแนน
ชอบมากที่สุด(Like extremely)	9	ไม่ชอบเล็กน้อย (Dislike slightly)	4
ชอบมาก (Like very much)	8	ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately)	3
ชอบปานกลาง (Like moderately)	7	ไม่ชอบมาก (Dislike very much)	2
ชอบเล็กน้อย(Like slightly)	6	ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely)	1
เฉย ๆ (Neither like nor dislike)	5		

ลักษณะคุณภาพ	ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง	
	547	921
ลักษณะปรากฏ		
สี		
กลิ่น		
การละลายในน้ำ		
รสชาติ		
การยอมรับรวม		

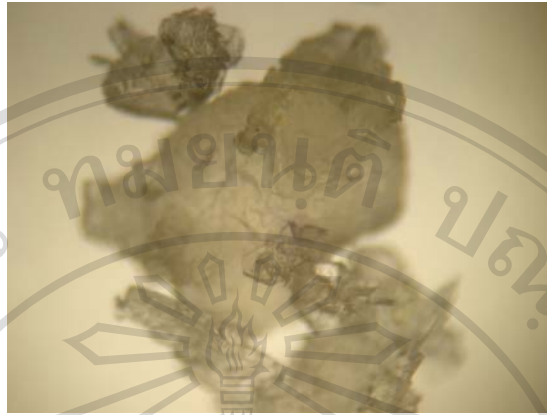
ข้อเสนอแนะ



ภาคผนวก ง
รูปภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ ง-1 ผลึกนำผึ้งก่อนการเอนแคปซูเลชันร่วมกับสารสกัดสีจากบีทรูท



รูปที่ ง-2 เครื่องทำให้เข้มข้นแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze concentration)



รูปที่ ง-3 การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



รูปที่ ง-4 การอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งโดยใช้ตู้อบสุญญากาศ



รูปที่ ง-5 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง UV visible Spectrophotometer



รูปที่ ง-6 ระดับความเข้มข้นของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้ง
ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH



รูปที่ ง-7 เครื่องวิเคราะห์อุณหภูมิการหลอมเหลว Differential Scanning Calorimeter



ภาคผนวก จ
ตารางแสดงค่าทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง จ-1 ค่าทางสถิติสมบัติทางกายภาพของสารสกัดสีจากบีทรูท

Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	vis	139.815 ^a	1	139.815	3.309E3	.000
	l	3.881 ^b	1	3.881	965.241	.000
	a	15.016 ^c	1	15.016	26.033	.000
	b	.006 ^d	1	.006	.028	.868
Intercept	vis	382.988	1	382.988	9.064E3	.000
	l	3910.206	1	3910.206	9.726E5	.000
	a	2254.626	1	2254.626	3.909E3	.000
	b	905.320	1	905.320	4.444E3	.000
treat	vis	139.815	1	139.815	3.309E3	.000
	l	3.881	1	3.881	965.241	.000
	a	15.016	1	15.016	26.033	.000
	b	.006	1	.006	.028	.868
Error	vis	.761	18	.042		
	l	.072	18	.004		
	a	10.383	18	.577		
	b	3.667	18	.204		
Total	vis	523.563	20			
	l	3914.159	20			
	a	2280.026	20			
	b	908.993	20			
Corrected Total	vis	140.575	19			
	l	3.953	19			
	a	25.399	19			
	b	3.673	19			

ตาราง จ-2 ค่าทางสถิติสมบัติทางเคมีของสารสกัดสีจากบีทรูท

Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	brix	3267.000 ^a	1	3267.000	7.001E5	.000
	solid	3195.358 ^b	1	3195.358	2.040E5	.000
	ph	1.116 ^c	1	1.116	793.578	.000
Intercept	brix	6645.813	1	6645.813	1.424E6	.000
	solid	6764.523	1	6764.523	4.319E5	.000
	ph	380.138	1	380.138	2.702E5	.000
treat	brix	3267.000	1	3267.000	7.001E5	.000
	solid	3195.358	1	3195.358	2.040E5	.000
	ph	1.116	1	1.116	793.578	.000
Error	brix	.047	10	.005		
	solid	.157	10	.016		
	ph	.014	10	.001		
Total	brix	9912.860	12			
	solid	9960.038	12			
	ph	381.268	12			
Corrected Total	brix	3267.047	11			
	solid	3195.515	11			
	ph	1.130	11			

ตาราง จ-3 ค่าทางสถิติของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสีจากปีทูท

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:antiox

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.011 ^a	1	.011	536.737	.000
Intercept	.020	1	.020	960.570	.000
treat	.011	1	.011	536.737	.000
Error	.000	7	2.096E-5		
Total	.024	9			
Corrected Total	.011	8			

a. R Squared = .987 (Adjusted R Squared = .985)

ตาราง จ-4 ค่า Pearson's correlation จากผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเดคซ์ตรินต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแคปซูลสารสกัดสีในผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งหลังผ่านการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ

Correlations

		temp	malto	antiox
temp	Pearson Correlation	1	.000	.629**
	Sig. (2-tailed)		1.000	.000
	N	36	36	36
malto	Pearson Correlation	.000	1	.607**
	Sig. (2-tailed)	1.000		.000
	N	36	36	36
antiox	Pearson Correlation	.629**	.607**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	36	36	36

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตาราง จ-5 ค่า Pearson's correlation จากผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินต่อปริมาณความชื้นของแคลปูลสารสกัดสีในผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งก่อนและหลังการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ

		Correlations			
		temp	malto	mc_b	mc_a
temp	Pearson Correlation	1	.000	.074	.320
	Sig. (2-tailed)		1.000	.670	.057
	N	36	36	36	36
malto	Pearson Correlation	.000	1	-.042	-.274
	Sig. (2-tailed)	1.000		.806	.106
	N	36	36	36	36
mc_b	Pearson Correlation	.074	-.042	1	.262
	Sig. (2-tailed)	.670	.806		.123
	N	36	36	36	36
mc_a	Pearson Correlation	.320	-.274	.262	1
	Sig. (2-tailed)	.057	.106	.123	
	N	36	36	36	36

- หมายเหตุ : 1) temp หมายถึง อุณหภูมิ
 2) malto หมายถึง มอลโตเดกซ์ตริน
 3) mc_b หมายถึงความชื้นก่อนการทำแห้ง
 4) mc_a หมายถึงความชื้นหลังการทำแห้ง

ตาราง จ-6 แสดงค่า Pearson's correlation จากผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินต่อค่า water activity ของแคปซูลสารสกัดสีในผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งก่อนและหลังการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ

		temp	malto	aw_b	aw_a
temp	Pearson Correlation	1	.000	-.163	-.985**
	Sig. (2-tailed)		1.000	.343	.000
	N	36	36	36	36
malto	Pearson Correlation	.000	1	-.154	-.126
	Sig. (2-tailed)	1.000		.369	.463
	N	36	36	36	36
aw_b	Pearson Correlation	-.163	-.154	1	.235
	Sig. (2-tailed)	.343	.369		.168
	N	36	36	36	36
aw_a	Pearson Correlation	-.985**	-.126	.235	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.463	.168	
	N	36	36	36	36

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

- หมายเหตุ : 1) temp หมายถึง อุณหภูมิ
 2) malto หมายถึง มอลโตเดกซ์ตริน
 3) aw_b หมายถึงค่า water activity ก่อนการทำแห้ง
 4) aw_a หมายถึงค่า water activity หลังการทำแห้ง

ตาราง จ-7 ค่า Pearson's correlation จากผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินต่อความสามารถในการละลายของแคลซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังการอบแห้งโดยผู้อบสุญญากาศ

		temp	malto	solubility
temp	Pearson Correlation	1	.000	-.225
	Sig. (2-tailed)		1.000	.187
	N	36	36	36
malto	Pearson Correlation	.000	1	.035
	Sig. (2-tailed)	1.000		.840
	N	36	36	36
solubility	Pearson Correlation	-.225	.035	1
	Sig. (2-tailed)	.187	.840	
	N	36	36	36

หมายเหตุ : 1) temp หมายถึง อุณหภูมิ

2) malto หมายถึง มอลโตเดกซ์ตริน

3) solubility หมายถึง ความสามารถในการละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง จ-8 ค่า Pearson's correlation จากผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเดคซ์ตรินต่อความสามารถในการไหลของแคลซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังผ่านการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ

		temp	malto	flowability
temp	Pearson Correlation	1	.000	-.387**
	Sig. (2-tailed)		1.000	.000
	N	120	120	120
malto	Pearson Correlation	.000	1	.078
	Sig. (2-tailed)	1.000		.396
	N	120	120	120
flowability	Pearson Correlation	-.387**	.078	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.396	
	N	120	120	120

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

- หมายเหตุ : 1) temp หมายถึง อุณหภูมิ
 2) malto หมายถึง มอลโตเดคซ์ตริน
 3) flowability หมายถึง ความสามารถในการไหล

ตาราง จ-9 ค่า Pearson's correlation จากผลของปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินต่อค่าสีของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปผงก่อนการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ

		Correlations			
		malto	l_b	a_b	b_b
malto	Pearson Correlation	1	.222*	-.527**	-.349**
	Sig. (2-tailed)		.021	.000	.000
	N	108	108	108	108
l_b	Pearson Correlation	.222*	1	-.038	-.309**
	Sig. (2-tailed)	.021		.693	.001
	N	108	108	108	108
a_b	Pearson Correlation	-.527**	-.038	1	.517**
	Sig. (2-tailed)	.000	.693		.000
	N	108	108	108	108
b_b	Pearson Correlation	-.349**	-.309**	.517**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.001	.000	
	N	108	108	108	108

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

หมายเหตุ : 1) malto หมายถึง มอลโต เดกซ์ทริน

2) l_b หมายถึง ค่าความสว่างของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งก่อนการทำแห้ง

3) a_b หมายถึง ค่าสี a*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งก่อนการทำแห้ง

4) b_b หมายถึง ค่าสี b*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งก่อนการทำแห้ง

ตาราง จ-10 ค่า Pearson's correlation จากผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเดคซ์ทรินต่อค่าสีของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปผงหลังการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ

		Correlations				
		malto	temp	l_a	a_a	b_a
malto	Pearson Correlation	1	.000	.004	-.227*	-.189
	Sig. (2-tailed)		1.000	.967	.018	.050
	N	108	108	108	108	108
temp	Pearson Correlation	.000	1	-.511**	-.805**	-.420**
	Sig. (2-tailed)	1.000		.000	.000	.000
	N	108	108	108	108	108
l_a	Pearson Correlation	.004	-.511**	1	.358**	-.060
	Sig. (2-tailed)	.967	.000		.000	.539
	N	108	108	108	108	108
a_a	Pearson Correlation	-.227*	-.805**	.358**	1	.813**
	Sig. (2-tailed)	.018	.000	.000		.000
	N	108	108	108	108	108
b_a	Pearson Correlation	-.189	-.420**	-.060	.813**	1
	Sig. (2-tailed)	.050	.000	.539	.000	
	N	108	108	108	108	108

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

หมายเหตุ : 1) malto หมายถึง มอลโตเดคซ์ทริน

2) temp หมายถึง อุณหภูมิ

3) l_a หมายถึง ค่าความสว่างของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังการทำแห้ง

4) a_a หมายถึง ค่าสี a*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังการทำแห้ง

5) b_a หมายถึง ค่าสี b*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังการทำแห้ง

ตาราง จ-11 ค่า Pearson's correlation จากผลของปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินต่อค่าสีของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายก่อนการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ

		Correlations			
		malto	l_bs	a_bs	b_bs
malto	Pearson Correlation	1	.257*	.228	-.680**
	Sig. (2-tailed)		.048	.079	.000
	N	60	60	60	60
l_bs	Pearson Correlation	.257*	1	.332**	-.142
	Sig. (2-tailed)	.048		.010	.279
	N	60	60	60	60
a_bs	Pearson Correlation	.228	.332**	1	-.030
	Sig. (2-tailed)	.079	.010		.822
	N	60	60	60	60
b_bs	Pearson Correlation	-.680**	-.142	-.030	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.279	.822	
	N	60	60	60	60

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

หมายเหตุ : 1) malto หมายถึง มอลโตเดกซ์ทริน

2) l_bs หมายถึง ค่าความสว่างของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายก่อนการทำแห้ง

3) a_bs หมายถึง ค่าสี a*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายก่อนการทำแห้ง

4) b_bs หมายถึง ค่าสี b*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายก่อนการทำแห้ง

ตาราง จ-12 ค่า Pearson's correlation จากผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเดคซ์ตรินต่อค่าสีของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายหลังการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ

		Correlations				
		malto	temp	l_as	a_as	b_as
malto	Pearson Correlation	1	.000	.560**	-.517**	-.261*
	Sig. (2-tailed)		1.000	.000	.000	.044
	N	60	60	60	60	60
temp	Pearson Correlation	.000	1	.051	.199	.313*
	Sig. (2-tailed)	1.000		.702	.127	.015
	N	60	60	60	60	60
l_as	Pearson Correlation	.560**	.051	1	-.483**	-.215
	Sig. (2-tailed)	.000	.702		.000	.098
	N	60	60	60	60	60
a_as	Pearson Correlation	-.517**	.199	-.483**	1	.897**
	Sig. (2-tailed)	.000	.127	.000		.000
	N	60	60	60	60	60
b_as	Pearson Correlation	-.261*	.313*	-.215	.897**	1
	Sig. (2-tailed)	.044	.015	.098	.000	
	N	60	60	60	60	60

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

หมายเหตุ : 1) malto หมายถึง มอลโตเดคซ์ตริน

2) temp หมายถึง อุณหภูมิ

3) l_as หมายถึง ค่าความสว่างของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายหลังการทำแห้ง

4) a_as หมายถึง ค่าสี a*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายหลังการทำแห้ง

5) b_as หมายถึง ค่าสี b*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายหลังการทำแห้ง

ตาราง จ-13 ค่าทางสถิติของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแคปซูลสารสกัดสีในผลึก
น้ำผึ้งหลังผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:antiox

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	19.692 ^a	3	6.564	138.935	.000
Intercept	1576.323	1	1576.323	3.336E4	.000
treat	19.692	3	6.564	138.935	.000
Error	.378	8	.047		
Total	1596.393	12			
Corrected Total	20.070	11			

a. R Squared = .981 (Adjusted R Squared = .974)

ตาราง จ-14 ค่าทางสถิติของค่า water activity ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งก่อนและหลังการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	aw_b	.001 ^a	3	.000	6.527	.003
	aw_a	.002 ^b	3	.001	1.430	.264
Intercept	aw_b	10.621	1	10.621	2.279E5	.000
	aw_a	1.832	1	1.832	3.355E3	.000
treat	aw_b	.001	3	.000	6.527	.003
	aw_a	.002	3	.001	1.430	.264
Error	aw_b	.001	20	4.660E-5		
	aw_a	.011	20	.001		
Total	aw_b	10.623	24			
	aw_a	1.845	24			
Corrected Total	aw_b	.002	23			
	aw_a	.013	23			

a. R Squared = .495 (Adjusted R Squared = .419)

b. R Squared = .177 (Adjusted R Squared = .053)

หมายเหตุ : 1) aw_b หมายถึง ค่า water activity ก่อนการทำแห้ง

2) aw_a หมายถึง ค่า water activity หลังการทำแห้ง

ตาราง จ-15 ค่าทางสถิติของความชื้นของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:mc_b

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.419 ^a	3	.140	2.303	.154
Intercept	1606.699	1	1606.699	2.651E4	.000
treat	.419	3	.140	2.303	.154
Error	.485	8	.061		
Total	1607.603	12			
Corrected Total	.903	11			

a. R Squared = .463 (Adjusted R Squared = .262)

ตาราง จ-16 ค่าทางสถิติของความชื้นของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:mc_a

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.024 ^a	3	.008	.113	.950
Intercept	281.093	1	281.093	4.039E3	.000
treat	.024	3	.008	.113	.950
Error	.487	7	.070		
Total	290.291	11			
Corrected Total	.511	10			

a. R Squared = .046 (Adjusted R Squared = -.362)

ตาราง จ-17 ค่าทางสถิติของความสามารถในการละลายของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลัง
ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:solubility

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.066 ^a	3	.022	.112	.951
Intercept	119735.865	1	119735.865	6.072E5	.000
malto	.066	3	.022	.112	.951
Error	1.578	8	.197		
Total	119737.509	12			
Corrected Total	1.644	11			

a. R Squared = .040 (Adjusted R Squared = -.320)

ตาราง จ-18 ค่าทางสถิติของความสามารถในการไหลของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังผ่าน
การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:flow

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	321.269 ^a	3	107.090	56.096	.000
Intercept	44522.256	1	44522.256	2.332E4	.000
treat	321.269	3	107.090	56.096	.000
Error	68.725	36	1.909		
Total	44912.250	40			
Corrected Total	389.994	39			

a. R Squared = .824 (Adjusted R Squared = .809)

ตาราง จ-19 ค่า Pearson's correlation ค่าสี่ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปผงก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

		Correlations			
		malto	l_b	a_b	b_b
malto	Pearson Correlation	1	.548**	-.470*	.062
	Sig. (2-tailed)		.006	.021	.775
	N	24	24	24	24
l_b	Pearson Correlation	.548**	1	-.453*	.010
	Sig. (2-tailed)	.006		.026	.963
	N	24	24	24	24
a_b	Pearson Correlation	-.470*	-.453*	1	-.099
	Sig. (2-tailed)	.021	.026		.646
	N	24	24	24	24
b_b	Pearson Correlation	.062	.010	-.099	1
	Sig. (2-tailed)	.775	.963	.646	
	N	24	24	24	24

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

หมายเหตุ : 1) malto หมายถึง มอลโตเดคซ์ทริน

2) l_b หมายถึง ค่าความสว่างของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปผงก่อนการทำแห้ง

3) a_b หมายถึง ค่าสี a*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปผงก่อนการทำแห้ง

4) b_b หมายถึง ค่าสี b*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปผงก่อนการทำแห้ง

ตาราง จ-20 ค่า Pearson's correlation ค่าสี่ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปผงหลังการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

		Correlations			
		malto	l_a	a_a	b_a
malto	Pearson Correlation	1	.162	-.326	-.706**
	Sig. (2-tailed)		.346	.053	.000
	N	36	36	36	36
l_a	Pearson Correlation	.162	1	-.445**	-.261
	Sig. (2-tailed)	.346		.006	.124
	N	36	36	36	36
a_a	Pearson Correlation	-.326	-.445**	1	.594**
	Sig. (2-tailed)	.053	.006		.000
	N	36	36	36	36
b_a	Pearson Correlation	-.706**	-.261	.594**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.124	.000	
	N	36	36	36	36

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

หมายเหตุ : 1) malto หมายถึง มอลโตเดกซ์ตริน

2) l_a หมายถึง ค่าความสว่างของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปผงหลังการทำแห้ง

3) a_a หมายถึง ค่าสี a*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปผงหลังการทำแห้ง

4) b_a หมายถึง ค่าสี b*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปผงหลังการทำแห้ง

ตาราง จ-21 ค่า Pearson's correlation ค่าสี่ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลาย
ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

		Correlations			
		malto	l_bs	a_bs	b_bs
malto	Pearson Correlation	1	.656**	-.471*	.252
	Sig. (2-tailed)		.001	.020	.236
	N	24	24	24	24
l_bs	Pearson Correlation	.656**	1	-.132	.177
	Sig. (2-tailed)	.001		.540	.407
	N	24	24	24	24
a_bs	Pearson Correlation	-.471*	-.132	1	-.559**
	Sig. (2-tailed)	.020	.540		.005
	N	24	24	24	24
b_bs	Pearson Correlation	.252	.177	-.559**	1
	Sig. (2-tailed)	.236	.407	.005	
	N	24	24	24	24

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

หมายเหตุ : 1) malto หมายถึง มอลโตเดกซ์ตริน

2) l_bs หมายถึง ค่าความสว่างของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลาย
ก่อนการทำแห้ง

3) a_bs หมายถึง ค่าสี a*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายก่อน
การทำแห้ง

4) b_bs หมายถึง ค่าสี b*ของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายก่อน
การทำแห้ง

ตาราง จ-22 ค่า Pearson's correlation ค่าสี่ของแคลซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลาย
หลังการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

		Correlations			
		malto	l_as	a_as	b_as
malto	Pearson Correlation	1	.636**	-.825**	-.345*
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.039
	N	36	36	36	36
l_as	Pearson Correlation	.636**	1	-.553**	-.268
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.114
	N	36	36	36	36
a_as	Pearson Correlation	-.825**	-.553**	1	.334*
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.046
	N	36	36	36	36
b_as	Pearson Correlation	-.345*	-.268	.334*	1
	Sig. (2-tailed)	.039	.114	.046	
	N	36	36	36	36

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

หมายเหตุ : 1) malto หมายถึง มอลโตเดกซ์ตริน

2) l_as หมายถึง ค่าความสว่างของแคลซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลาย
หลังการทำแห้ง

3) a_as หมายถึง ค่าสี a*ของแคลซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายหลังการ
ทำแห้ง

4) b_as หมายถึง ค่าสี b*ของแคลซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งในรูปสารละลายหลังการ
ทำแห้ง

ตาราง จ-23 ค่า Pearson's correlation จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแคปซูลสารสกัด
 สีนพลีคน้ำผึ้งแบบผงที่ผ่านการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ

		Correlations					
		appear_ov	colour_ov	odour_ov	soluble_ov	taste_ov	overall_ov
appear_ov	Pearson Correlation	1	.654**	.279*	.272	.209	.504**
	Sig. (2-tailed)		.000	.049	.056	.146	.000
	N	50	50	50	50	50	50
colour_ov	Pearson Correlation	.654**	1	.100	.303*	.317*	.484**
	Sig. (2-tailed)	.000		.490	.033	.025	.000
	N	50	50	50	50	50	50
odour_ov	Pearson Correlation	.279*	.100	1	.422**	.373**	.370**
	Sig. (2-tailed)	.049	.490		.002	.008	.008
	N	50	50	50	50	50	50
soluble_ov	Pearson Correlation	.272	.303*	.422**	1	.611**	.739**
	Sig. (2-tailed)	.056	.033	.002		.000	.000
	N	50	50	50	50	50	50
taste_ov	Pearson Correlation	.209	.317*	.373**	.611**	1	.689**
	Sig. (2-tailed)	.146	.025	.008	.000		.000
	N	50	50	50	50	50	50
overall_ov	Pearson Correlation	.504**	.484**	.370**	.739**	.689**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.008	.000	.000	
	N	50	50	50	50	50	50

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ตาราง จ-24 ค่า Pearson's correlation จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแคปซูลสารสกัด
 สีสันผลไม้แบบผงที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

		Correlations					
		appear_f	colour_f	odour_f	soluble_f	taste_f	overall_f
appear_f	Pearson Correlation	1	.805**	.190	.450**	.388**	.593**
	Sig. (2-tailed)		.000	.185	.001	.005	.000
	N	50	50	50	50	50	50
colour_f	Pearson Correlation	.805**	1	.128	.398**	.528**	.680**
	Sig. (2-tailed)	.000		.374	.004	.000	.000
	N	50	50	50	50	50	50
odour_f	Pearson Correlation	.190	.128	1	.256	.206	.325*
	Sig. (2-tailed)	.185	.374		.073	.151	.021
	N	50	50	50	50	50	50
soluble_f	Pearson Correlation	.450**	.398**	.256	1	.574**	.698**
	Sig. (2-tailed)	.001	.004	.073		.000	.000
	N	50	50	50	50	50	50
taste_f	Pearson Correlation	.388**	.528**	.206	.574**	1	.825**
	Sig. (2-tailed)	.005	.000	.151	.000		.000
	N	50	50	50	50	50	50
overall_f	Pearson Correlation	.593**	.680**	.325*	.698**	.825**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.021	.000	.000	
	N	50	50	50	50	50	50

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ตาราง จ-25 ค่า Pearson's correlation จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแคปซูลสารสกัด
สีในผลิตภัณฑ์แบบขงละลายที่ผ่านการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ

		Correlations					
		appear_ov	colour_ov	odour_ov	soluble_ov	taste_ov	overall_ov
appear_ov	Pearson Correlation	1	.343*	.220	.468**	.311*	.435**
	Sig. (2-tailed)		.015	.126	.001	.028	.002
	N	50	50	50	50	50	50
colour_ov	Pearson Correlation	.343*	1	.348*	.279*	.272	.463**
	Sig. (2-tailed)	.015		.013	.050	.056	.001
	N	50	50	50	50	50	50
odour_ov	Pearson Correlation	.220	.348*	1	.433**	.365**	.538**
	Sig. (2-tailed)	.126	.013		.002	.009	.000
	N	50	50	50	50	50	50
soluble_ov	Pearson Correlation	.468**	.279*	.433**	1	.424**	.573**
	Sig. (2-tailed)	.001	.050	.002		.002	.000
	N	50	50	50	50	50	50
taste_ov	Pearson Correlation	.311*	.272	.365**	.424**	1	.870**
	Sig. (2-tailed)	.028	.056	.009	.002		.000
	N	50	50	50	50	50	50
overall_ov	Pearson Correlation	.435**	.463**	.538**	.573**	.870**	1
	Sig. (2-tailed)	.002	.001	.000	.000	.000	
	N	50	50	50	50	50	50

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ตาราง จ-26 ค่า Pearson's correlation จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแคปซูลสารสกัด
 สี่ในผลึกน้ำผึ้งแบบขงละลายที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

		Correlations					
		appear_f	colour_f	odour_f	soluble_f	taste_f	overall_f
appear_f	Pearson Correlation	1	.511**	.416**	.388**	.229	.406**
	Sig. (2-tailed)		.000	.003	.005	.109	.003
	N	50	50	50	50	50	50
colour_f	Pearson Correlation	.511**	1	.358*	.250	.347*	.416**
	Sig. (2-tailed)	.000		.011	.080	.014	.003
	N	50	50	50	50	50	50
odour_f	Pearson Correlation	.416**	.358*	1	.437**	.375**	.570**
	Sig. (2-tailed)	.003	.011		.002	.007	.000
	N	50	50	50	50	50	50
soluble_f	Pearson Correlation	.388**	.250	.437**	1	.472**	.578**
	Sig. (2-tailed)	.005	.080	.002		.001	.000
	N	50	50	50	50	50	50
taste_f	Pearson Correlation	.229	.347*	.375**	.472**	1	.857**
	Sig. (2-tailed)	.109	.014	.007	.001		.000
	N	50	50	50	50	50	50
overall_f	Pearson Correlation	.406**	.416**	.570**	.578**	.857**	1
	Sig. (2-tailed)	.003	.003	.000	.000	.000	
	N	50	50	50	50	50	50

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

หมายเหตุ : 1) appear หมายถึง ลักษณะปรากฏ

2) colour หมายถึง สี

3) odour หมายถึง กลิ่น

4) soluble หมายถึง การละลาย

5) taste หมายถึง รสชาติ

6) overall หมายถึง การยอมรับโดยรวม

ตาราง จ-27 ค่า Pearson's correlation จากผลของอุณหภูมิและค่า water activity ต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังผ่านการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ

		temp	aw	anti_oven
temp	Pearson Correlation	1	.000	-.147
	Sig. (2-tailed)		1.000	.337
	N	45	45	45
aw	Pearson Correlation	.000	1	.930**
	Sig. (2-tailed)	1.000		.000
	N	45	45	45
anti_oven	Pearson Correlation	-.147	.930**	1
	Sig. (2-tailed)	.337	.000	
	N	45	45	45

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

- หมายเหตุ : 1) temp หมายถึง อุณหภูมิ
 2) aw หมายถึง ค่า water activity
 3) anti_oven หมายถึง กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งที่ผ่านการอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ

ตาราง จ-28 ค่า Pearson's correlation จากผลของอุณหภูมิและค่า water activity ต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งหลังผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

		temp	aw	anti_freezedr
temp	Pearson Correlation	1	.000	-.054
	Sig. (2-tailed)		1.000	.726
	N	45	45	45
aw	Pearson Correlation	.000	1	.946**
	Sig. (2-tailed)	1.000		.000
	N	45	45	45
anti_freezedr	Pearson Correlation	-.054	.946**	1
	Sig. (2-tailed)	.726	.000	
	N	45	45	45

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

- หมายเหตุ : 1) temp หมายถึง อุณหภูมิ
 2) aw หมายถึง ค่า water activity
 3) anti_freezedr หมายถึง กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของแคปซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



ภาคผนวก จ
ตารางผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง จ-1 ปริมาณความชื้นของแคลซูลสารสกัดสีในผลึกน้ำผึ้งที่ผ่านการอบแห้งโดยตู้อบ
สุญญากาศหลังการทำซอร์ปชันไอโซเทอร์ม

a _w	อบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศ		
	10 องศาเซลเซียส	25 องศาเซลเซียส	35 องศาเซลเซียส
0.1	6.717 ⁱ ±0.179	6.048 ^j ±0.010	4.834 ^k ±0.394
0.2	7.602 ^h ±0.195	6.459 ⁱⁱ ±0.197	6.050 ⁱ ±0.102
0.3	7.707 ^h ±0.176	7.323 ^h ±0.084	7.441 ^h ±0.032
0.4	8.790 ^{ef} ±0.238	8.735 ^g ±0.093	8.731 ^g ±0.144
0.5	10.402 ^e ±0.210	9.280 ^f ±0.090	10.606 ^c ±0.200
0.6	13.210 ^d ±0.514	13.413 ^d ±0.452	14.324 ^c ±0.107
0.7	14.119 ^c ±0.080	16.668 ^b ±0.246	27.466 ^a ±0.954

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในตาราง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p≤0.05)

ตารางที่ ๓-2 ปริมาณความชื้นของแคปซูลสารสกัดสีในผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง
หลังการทำซอร์ปชันไอโซเทอร์ม

a _w	ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง		
	10	25	35
	องศาเซลเซียส	องศาเซลเซียส	องศาเซลเซียส
0.1	6.508 ⁱ ±0.102	5.730 ^k ±0.158	5.194 ^l ±0.085
0.2	7.249 ⁱ ±0.369	6.217 ^{ki} ±0.085	5.883 ^k ±0.204
0.3	7.637 ⁱ ±0.029	7.145 ⁱ ±0.103	7.518 ⁱ ±0.623
0.4	8.918 ^h ±0.078	8.559 ^h ±0.068	8.681 ^h ±0.144
0.5	11.108 ^f ±0.258	10.194 ^e ±0.230	11.035 ^f ±0.263
0.6	13.210 ^e ±0.107	12.747 ^e ±0.395	14.537 ^e ±0.039
0.7	13.980 ^d ±0.251	16.592 ^b ±0.193	28.150 ^a ±0.715

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในตาราง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p≤0.05)

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวโยมิตา โตเสาวลักษณ์
 วัน เดือน ปี เกิด 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2527
 ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย
 โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม
 ปีการศึกษา 2544
 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
 สาขาวิชาชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 ปีการศึกษา 2548

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved