ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.1 การตรวจสอบค่าสี

ตรวจสอบค่าสีโดยเครื่องวัดสี (HunterLab, model Color Quest XE, USA) วัดการเปลี่ยนสีด้วยระบบ CIE L, *a**, *b**, C และ H° โดยตั้งค่าการทำงานของเครื่อง ดังนี้

Model	:	Total transmission
Scale	:	CIE Lab และ CIE LCh
Illuminant	:	D 65
Observer	:	10°
MI Illuminant	:	Fcw

ค่า L คือ Lightness เป็นค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

L มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยจนเป็นสีคล้ำ

L มีค่าเข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างมากจนเป็นสีขาว

ค่า *a** คือ Redness/Greenness เป็นค่าแสดงถึงความเป็นสีแดงหรือสีเขียวของวัตถุ

*a** มีค่าบวก หมายถึง ตัวอย่างมีสีแดง

*a** มีค่าลบ หมายถึง ตัวอย่างมีสีเขียว

ค่า *b** คือ Yellowness/Blueness เป็นค่าแสดงถึงความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงินของวัตถุ

*b** มีค่าบวก หมายถึง ตัวอย่างมีสีเหลือง

*b** มีค่าลบ หมายถึง ตัวอย่างมีสีน้ำเงิน

ค่า C คือ Chroma เป็นค่าแสดงถึงความเข้มของสี

C มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ หมายถึง วัตถุมีความเข้มสีต่ำลงจนเป็นสีเทา

C มีค่าเพิ่มขึ้น หมายถึง วัตถุมีความเข้มสีเพิ่มมากขึ้น

ค่า H° คือ Hue angle เป็นค่าแสดงถึงสีที่แท้จริงที่ปรากฏให้เห็น ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-360 องศา Hue angle แต่ละช่วงองศา แสดงสีแตกต่างกันดังนี้

0-45 องศา	แสดงสีม่วงแดงถึงสีส้มแดง
45-90 องศา	แสดงสีส้มแดงถึงสีเหลือง
90-135 องศา	แสดงสีเหลืองถึงสีเหลืองเขียว
135-180 องศา	แสดงสีเหลืองเขียวถึงสีเขียว
180-225 องศา	แสดงสีเขียวถึงสีน้ำเงิน
225-270 องศา	แสดงสีน้ำเงินเขียวถึงสีน้ำเงิน
270-315 องศา	แสดงสีน้ำเงินถึงสีม่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

315-360 องศา แสดงสีม่วงถึงสีม่วงแดง

2. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids, °Brix) โดยใช้ Hand refractometer ตามวิธีของ (AOAC, 2000)

นำตัวอย่างประมาณ 1 มิลลิลิตร หยดลงบน Hand Refractometer กดปุ่ม start รอจนกว่าอักษร RRR ปรากฏแล้วกดปุ่ม start อีกครั้งจดบันทึกค่าที่ได้ในหน่วย °Brix

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids, %) โดยใช้ตู้อบลมร้อน ตามวิธีของ (AOAC, 2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. กระป๋องอบความชื้น
2. ที่คีบกระป๋อง
3. ช้อนตักตัวอย่าง
4. โถดูดความชื้นที่มีสารดูดความชื้น เช่น ซิลิกาเจล
5. เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (Satorius A120S, Germany)
6. ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า (Memmert, Germany)

วิธีการวิเคราะห์

1. อบกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาในตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 100±2°ซ นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ในกระป๋องอบความชื้นที่อบเรียบร้อยแล้ว และชั่งน้ำหนัก (W2)

2. นำกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกไปอบที่ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100±2°ซ นาน 3 ชั่วโมง

3. นำกระป๋องอบความชื้นออกจากตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า โดยปิดฝาทันที และทำให้เย็นในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

4. นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมง หรืออบจนได้น้ำหนักที่คงที่ (น้ำหนักที่คงที่หมายความว่าผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) (W3) (วิไล, 2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการคำนวณ

ปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละของน้ำหนัก $= 100 - \frac{(W2 - W3)}{(W2 - W1)} \times 100$

เมื่อ W1 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้น (กรัม)

W2 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W3 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

2.3 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีของ (AOAC, 2000)

นำตัวอย่างประมาณ 10-15 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 25 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวัดค่าโดยใช้เครื่อง pH meter ยี่ห้อ sartorius ที่ทำการ calibration แล้วด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4.00 และ 7.00 ตามลำดับ โดยใช้ pH probe จุ่มลงในตัวอย่างแช่ทิ้งไว้จนหน้าจอแสดงคำว่า ready อ่านค่าที่ได้และบันทึกผล

2.4 วิเคราะห์ปริมาณกรดอะเซียติก (Asiatic acid) ด้วย HPLC ตามวิธีของ Inamdar (1996)

สารเคมี

1. กรดอะเซียติก (asiatic acid; Fluka analytical, France)
2. เมทานอล (methanol HPLC Grade; Fisher Science, UK)
3. อะซิโตไนไตรล์ (acetonitrile; Lab scan analytical science, Germany)
4. น้ำ (water HPLC grade; Lab-Scan analytical science)

การเตรียมตัวอย่าง

1. นำตัวอย่างน้ำใบบัวบกผงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) 1 กรัม ละลายด้วยสารละลายผสมของเมทานอล:น้ำ อัตราส่วน 9:1 โดยปริมาตร ปริมาณ 10 มิลลิลิตร เป็นเวลานาน 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

2. นำสารละลายที่ได้ไปกรองด้วย Nylon syringe filter ขนาด 0.45 ไมโครเมตร แล้วจึงนำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC

Condition ของ HPLC – UV/Vis Detection Analyses

Column : C18 (GL Science Inc, Japan)

Reversed phase column : อะซิโตไนไตรล์ (สารละลาย A) และน้ำ (สารละลาย B)

อัตราเร็ว : 1.4 มิลลิลิตรต่อนาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง

ปริมาตรของตัวอย่างที่ฉีดเข้า column : 20 ไมโครลิตร

UV detector : 220 นาโนเมตร

การควบคุม mobile phase โดยใช้ระบบ gradient

นาทีที่ 0 B ร้อยละ 80 A ร้อยละ 20

นาทีที่ 30 B ร้อยละ 45 A ร้อยละ 55

นาทีที่ 45 B ร้อยละ 80 A ร้อยละ 20

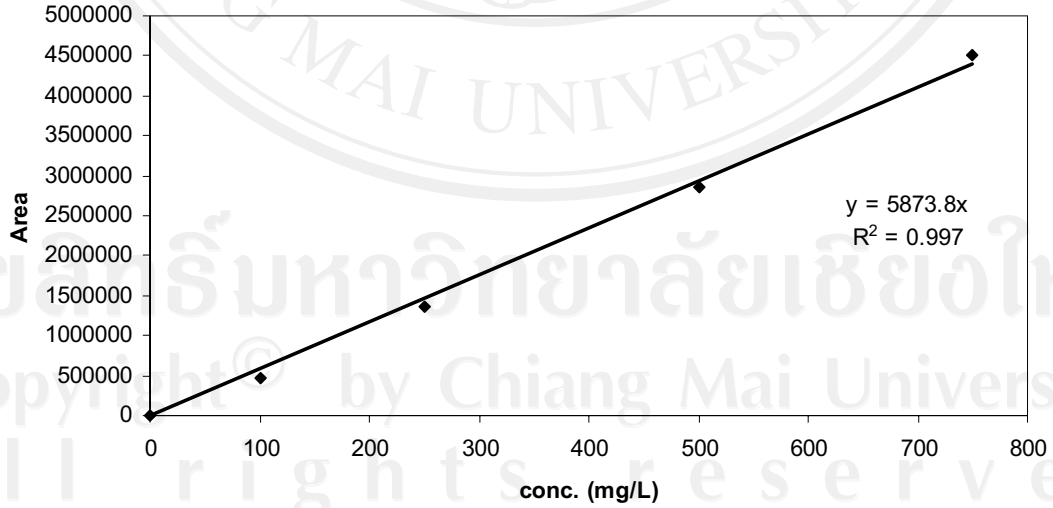
การสร้างกราฟมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดอะเซียติกด้วยสารละลายผสมของเมทานอล:น้ำ อัตราส่วน 9:1 โดยปริมาตร ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ให้มีความเข้มข้น 100 250 500 และ 750 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. นำมากรองด้วย Nylon syringe filter ขนาด 0.45 ไมโครเมตร

3. นำสารละลายมาตรฐานกรดอะเซียติกไปฉีดวิเคราะห์ โดยใช้ HPLC

4. สร้างกราฟมาตรฐานของสารกรดอะเซียติก โดยการ plot กราฟระหว่างค่าพื้นที่ที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ HPLC (แกน Y) กับระดับความเข้มข้น (แกน X) แสดงกราฟมาตรฐานดังรูป 3.1



รูป ก. 1 กราฟมาตรฐานกรดอะเซียติก (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณหาปริมาณกรดอะเซียติก

นำค่าที่อ่านได้จากสารละลายมาตรฐานกรดอะเซียติกที่เตรียมไว้ในขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐาน มาคำนวณหาสูตรสมการเส้นตรงได้ ดังนี้

$y = 5873.8x$ โดยที่ $R^2 = 0.997$

โดย y = พื้นที่ที่อ่านได้ของตัวอย่างกรดอะเซียติก

x = ปริมาณกรดอะเซียติกในตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

จากนั้นนำค่า x ที่ได้มาคำนวณหาปริมาณกรดอะเซียติกในตัวอย่าง ต่อไป

ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์หาปริมาณกรดอะเซียติกในน้ำใบบัวบกสดด้วย HPLC เมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานพบปริมาณกรดอะเซียติกในน้ำใบบัวบกสดมีค่าเท่ากับ 205.18 มิลลิกรัมต่อลิตร หมายถึง สารสกัดเจือจางปริมาตร 1000 มิลลิลิตร มีปริมาณกรดอะเซียติก

= 205.18 มิลลิกรัม

สารสกัดเจือจางปริมาตร 10 มิลลิลิตร มีปริมาณกรดอะเซียติก = (205.18×10)/1000

= 2.052 มิลลิกรัม

โดยสารสกัดเจือจางปริมาตร 10 มิลลิลิตร สกัดจากตัวอย่างน้ำใบบัวบกผง 1 กรัมที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และตัวอย่างน้ำใบบัวบกผง 1 กรัม ได้มาจากน้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร

ดังนั้น น้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร จะมีปริมาณกรดอะเซียติก= 2.052 มิลลิกรัม

เมื่อคำนวณให้อยู่ในหน่วยมิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตรจะได้ดังนี้

น้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร มีปริมาณกรดอะเซียติก = 2.052 มิลลิกรัม

น้ำใบบัวบกสด 100 มิลลิลิตร จะมีปริมาณกรดอะเซียติก = (2.052×100)/27.25

= 7.53 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร

2.5 วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี (Vitamin C) ด้วย HPLC ตามวิธีของ Rodriguez *et al.* (2002)

สารเคมี

1. กรดแอสคอร์บิค (L-ascorbic acid; Asia Pacific Specialty Chemicals, Australia)
2. เมทานอล (methanol HPLC grade; Fisher Science, UK)
3. กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid; Merck, Germany)
4. กรดอะซีติก (acetic acid; Lab scan analytical science)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเตรียมสารเคมี

1. เตรียมกรดซัลฟูริก pH 2.2 โดยตวงน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร นำไปวัดค่า pH เริ่มต้น จากนั้นค่อยๆ หยดกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไปในน้ำกลั่น จนกระทั่งค่า pH ในน้ำกลั่นลดลงเหลือเท่ากับ 2.2

2. เตรียมกรดอะซิติก 0.1 โมลาร์ โดยปิเปตกรดอะซิติกที่มีความเข้มข้น 99.99% ปริมาตร 5.87 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร

การเตรียมตัวอย่าง

1. นำตัวอย่างน้ำใบบัวบกผงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) 1 กรัม สกัดด้วยกรดซัลฟูริก pH 2.2 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าแรงๆให้เข้ากัน

2. กรองสารสกัดที่ได้ด้วย Nylon syringe filter ขนาด 0.45 ไมโครเมตร แล้วจึงนำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC

Condition ของ HPLC – UV/Vis Detection Analyses

Column : C18 (GL Science Inc, Japan)

Reversed phase column : กรดอะซิติก 0.1โมลาร์ (สารละลายA)

และเมทานอล (สารละลายB)

อัตราเร็ว : 1.5 มิลลิลิตรต่อนาที

อุณหภูมิ : 30°ซ

ปริมาตรของตัวอย่างที่ฉีดเข้า column : 20 ไมโครลิตร

UV detector : 250 นาโนเมตร

การสร้างกราฟมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิคด้วยสารละลายกรดซัลฟูริก pH 2.2 ให้มีความเข้มข้น 20 40 60 80 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

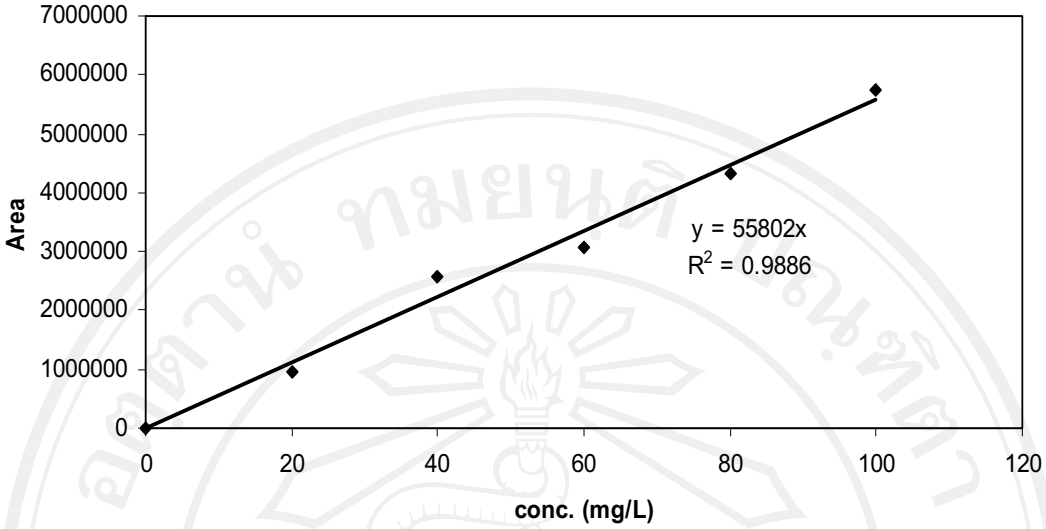
2. นำมากรองด้วย Nylon syringe filter ขนาด 0.45 ไมโครเมตร

3. นำสาร Standards ไปฉีดวิเคราะห์ โดยใช้ HPLC

3. นำสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิคไปฉีดวิเคราะห์ โดยใช้ HPLC

4. สร้างกราฟมาตรฐานของสารกรดแอสคอร์บิค โดยการ plot กราฟระหว่างค่าพื้นที่ที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ HPLC (แกน Y) กับระดับความเข้มข้น (แกน X) แสดงกราฟมาตรฐานดังรูป 3.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ก. 2 กราฟมาตรฐานวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อลิตร)

การคำนวณหาปริมาณวิตามินซี

นำค่าที่อ่านได้จากสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิคที่เตรียมไว้ในขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐาน มาคำนวณหาสูตรสมการเส้นตรงได้ ดังนี้

$y = 55802x$ โดยที่ $R^2 = 0.9886$

โดย y = พื้นที่ที่อ่านได้ของตัวอย่างวิตามินซี

x = ปริมาณวิตามินซีในตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

จากนั้นนำค่า x ที่ได้มาคำนวณหาปริมาณวิตามินซีในตัวอย่าง ต่อไป

ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีในน้ำใบบัวบกสดด้วย HPLC เมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานพบปริมาณวิตามินซีในน้ำใบบัวบกสดมีค่าเท่ากับ 70.97 มิลลิกรัมต่อลิตร

หมายถึง สารสกัดเจือจางปริมาตร 1000 มิลลิลิตร มีปริมาณวิตามินซี = 70.97 มิลลิกรัม

สารสกัดเจือจางปริมาตร 10 มิลลิลิตร มีปริมาณวิตามินซี = (70.97×10)/1000

= 0.71 มิลลิกรัม

โดยสารสกัดเจือจางปริมาตร 10 มิลลิลิตร สกัดจากตัวอย่างน้ำใบบัวบกผง 1 กรัมที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และตัวอย่างน้ำใบบัวบกผง 1 กรัม ได้มาจากน้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้น น้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร จะมีปริมาณวิตามินซี = 0.71 มิลลิกรัม

เมื่อคำนวณให้อยู่ในหน่วยมิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตรจะได้ดังนี้

น้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร มีปริมาณวิตามินซี = 0.71 มิลลิกรัม

น้ำใบบัวบกสด 100 มิลลิลิตร จะมีปริมาณวิตามินซี = (0.71×100)/27.25

= 2.60 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร

2.6 วิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ ด้วย UV-Vis Spectrophotometer ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC (2000)

สารเคมี

1. เบต้าแคโรทีนมาตรฐาน (Standard β-carotene ; Fluka analytical, France)
2. คลอโรฟอร์ม (Chloroform AR Grade; Carlo, Italy)
3. เฮกเซน (Hexane AR Grade; Lab scan analytical science)
4. อะซีโตน (Acetone AR Grade; Fisher scientific)

การเตรียมสารเคมี

เตรียมสารผสมอะซิโตนความเข้มข้น 10% ในเฮกเซน โดยปิเปตอะซิโตน 10 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยเฮกเซนให้ครบ 100 มิลลิลิตร

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างน้ำใบบัวบกผงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) 1 กรัม สกัดด้วยตัวทำละลายผสมอะซีโตน 10% ในเฮกเซน 90% นำไปกวนบนเครื่อง hot plate stirrer นาน 10 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แยกกากน้ำใบบัวบกผงกับส่วนใส โดยเก็บส่วนใสในกรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร ล้างกากน้ำใบบัวบกผงด้วยอะซีโตน 25 มิลลิลิตร ซ้ำ 2 ครั้ง และเฮกเซน 25 มิลลิลิตร อีก 1 ครั้ง นำส่วนใสของอะซีโตนและเฮกเซนที่ใช้ล้างกากน้ำใบบัวบกผงไปรวมกับส่วนแรกที่อยู่ในกรวยแยก ทำการล้างแยกเอาอะซีโตนออกด้วยน้ำกลั่นครั้งละ 100 มิลลิลิตร 5 ครั้ง แยกส่วนของน้ำที่มีอะซีโตนผสมอยู่ออกจากส่วนที่เป็นเฮกเซนที่มีสารแคโรทีนอยด์ละลายอยู่ นำสารผสมแคโรทีนอยด์ในเฮกเซนไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 2 นำสารที่กรองได้ไประเหยในตู้ดูดควันจนแห้ง และนำสารที่ระเหยแห้งแล้วมาละลายด้วยสารละลายผสมอะซีโตนความเข้มข้น 10% ในเฮกเซน ปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ (Rotina 46R, Germany) ที่ความยาวคลื่น 450 nm จากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณสารแคโรทีนอยด์โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของเบตาแคโรทีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การสร้างกราฟมาตรฐาน

1. ชั่งสารมาตรฐานเบตาแคโรทีน 0.005 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร ละลายสารมาตรฐานด้วยคลอโรฟอร์มจำนวน 2.5 มิลลิลิตร

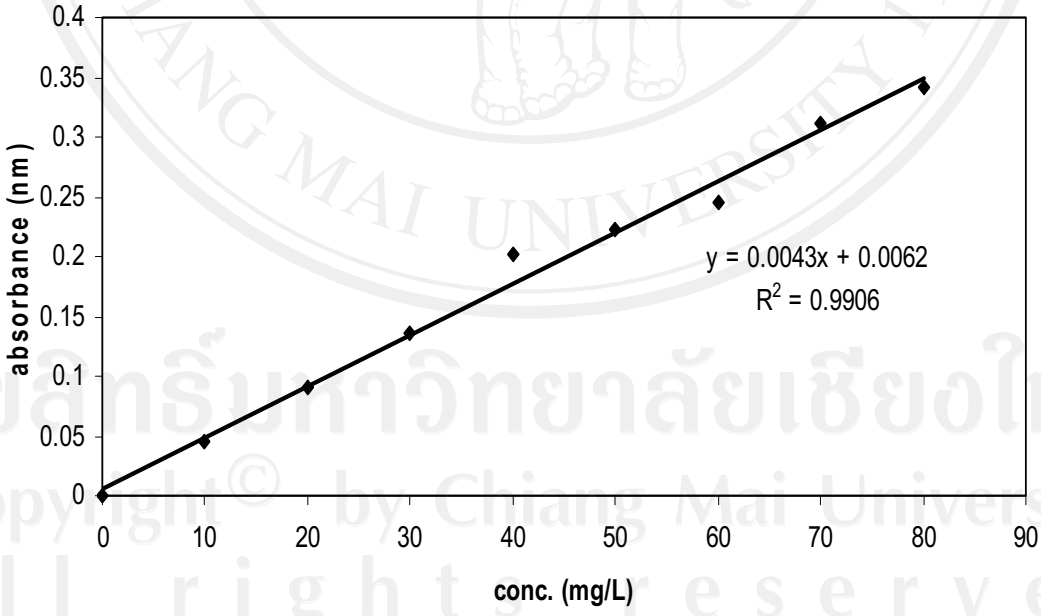
2. ปรับปริมาตรสารละลายในข้อ 1 ด้วยเฮกเซนให้ครบ 50 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร

3. ปิเปตสารละลายในข้อ 2 มา 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเฮกเซน ให้ครบ 50 มิลลิลิตร

4. ปิเปตสารละลายในข้อ 3 มา 1 2 3 4 5 6 7 และ 8 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบโดยใช้สารละลายผสมอะซีโตน 10% กับเฮกเซน 90%

5. นำสารละลายเบตาแคโรทีนมาตรฐานในข้อ 4 มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายผสมอะซีโตน 10% กับ เฮกเซน 90% เป็น blank บันทึกค่าที่วัดได้

6. สร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายเบตาแคโรทีน โดยการ plot กราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้จากการตรวจวิเคราะห์ (แกน Y) กับระดับความเข้มข้น (แกน X) แสดงกราฟมาตรฐานดังรูป 3.3



รูป ก. 3 กราฟมาตรฐานสารแคโรทีนอยด์ (มิลลิลิตรสมมูลของเบตาแคโรทีนต่อลิตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณหาปริมาณแคโรทีนอยด์

นำค่าที่อ่านได้จากสารละลายมาตรฐานเบตาแคโรทีนที่เตรียมไว้ในขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐาน มาคำนวณหาสูตรสมการเส้นตรงได้ ดังนี้

$y = 0.0043x + 0.0062$ โดยที่ $R^2 = 0.9906$

โดย y = ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ของตัวอย่างแคโรทีนอยด์

x = ปริมาณแคโรทีนอยด์ในตัวอย่าง (มิลลิลิตรสมมูลของเบตาแคโรทีนต่อลิตร)

จากนั้นนำค่า x ที่ได้มาคำนวณหาปริมาณแคโรทีนอยด์ในตัวอย่างต่อไป

ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์หาปริมาณแคโรทีนอยด์ในน้ำใบบัวบกสดด้วยเครื่อง Spectrophotometer เมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานพบปริมาณแคโรทีนอยด์ในน้ำใบบัวบกสดมีค่าเท่ากับ 33.96 มิลลิลิตรสมมูลของเบตาแคโรทีนต่อลิตร

หมายถึง สารสกัดเจือจางปริมาตร 1000 มิลลิลิตร มีปริมาณแคโรทีนอยด= 33.96 มิลลิกรัม

สารสกัดเจือจางปริมาตร 50 มิลลิลิตร มีปริมาณแคโรทีนอยด์ = (33.96×50)/1000

= 1.70 มิลลิกรัม

โดยสารสกัดเจือจางปริมาตร 50 มิลลิลิตร สกัดจากตัวอย่างน้ำใบบัวบกผง 1 กรัมที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และตัวอย่างน้ำใบบัวบกผง 1 กรัม ได้มาจากน้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร

ดังนั้น น้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร จะมีปริมาณแคโรทีนอยด์ = 1.70 มิลลิกรัม

เมื่อคำนวณให้อยู่ในหน่วยมิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตรจะได้ดังนี้

น้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร มีปริมาณแคโรทีนอยด์ = 1.70 มิลลิกรัม

น้ำใบบัวบกสด 100 มิลลิลิตร จะมีปริมาณแคโรทีนอยด์ = (1.70×100)/27.25

= 6.23 มิลลิกรัมสมมูลของเบตาแคโรทีนต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร

2.7 วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ด้วย UV-Vis Spectrophotometer ตามวิธีของ Mahanom *et al.* (1999)

สารเคมี

1. แคลเซียมคาร์บอเนต (Merck, Germany)
2. อะซีโตน (Acetone AR Grade; Fisher scientific)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างน้ำใบบัวบกผงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) 1 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง เติมแคลเซียมคาร์บอเนต (Merck, Germany) 0.2 กรัม และสารละลายอะซิโตนความเข้มข้น 80% ปริมาณ 10 มิลลิลิตร เขย่านาน 3 นาที นำไปเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงหนีศูนย์กลางด้วยความเร็ว 4,200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ คำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ดังสมการต่อไปนี้ (Marcano *et al.,* 2007)

$$\text{Chl a (ไมโครกรัมต่อกรัม)} = \frac{((12.7\times Abs_{663})-(2.6\times Abs_{645}))\times \text{ปริมาตรของอะซิโตน}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

$$\text{Chl b (ไมโครกรัมต่อกรัม)} = \frac{((22.9\times Abs_{645})-(4.68\times Abs_{663}))\times \text{ปริมาตรของอะซิโตน}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

Total chlorophyll = Chl a+Chl b

การคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

สารละลายตัวอย่าง มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 663 นาโนเมตร เท่ากับ 7.158

สารละลายตัวอย่าง มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 645 นาโนเมตร เท่ากับ 2.685

คลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครกรัมต่อกรัม) = ((12.7×7.158)-(2.6×2.685))×10

= 839.26 ไมโครกรัมต่อกรัม

= 0.84 มิลลิกรัมต่อกรัม

คลอโรฟิลล์ บี (ไมโครกรัมต่อกรัม) = ((22.9×2.685)-(4.68×7.158))×10

= 279.87 ไมโครกรัมต่อกรัม

= 0.28 มิลลิกรัมต่อกรัม

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด = 0.84+0.28

= 1.12 มิลลิกรัมต่อกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้มาจากตัวอย่างน้ำใบบัวบกผง 1 กรัมที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และตัวอย่างน้ำใบบัวบกผง 1 กรัม ได้มาจากน้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร

ดังนั้น น้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด = 1.12 มิลลิกรัม

เมื่อคำนวณให้อยู่ในหน่วยมิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตรจะได้ดังนี้

น้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด = 1.12 มิลลิกรัม

น้ำใบบัวบกสด 100 มิลลิลิตร จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด = (1.12×100)/27.25

= 4.11 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร

2.8 วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ด้วย UV-Vis Spectrophotometer ตามวิธีของ Ketsa *et al.* (1998)

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid; Purum AR, 100 gm : Fluka, Germany)
2. เอทานอล (ethanol; Fisher Scientific, UK)
3. ฟอลิน ซิโอแคลตูรี (Folin-ciocalteu reagent; Merck, Germany)
4. โซเดียมคาร์บอเนตแอนไฮดรัส (sodium carbonate anhydrous; Merck, Germany)

การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายเอทานอลเย็นความเข้มข้น 80% เตรียมโดยตวงเอทานอล ความเข้มข้น 95% ปริมาตร 210.5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 250 มิลลิลิตร

2. สารฟอลิน ซิโอแคลตูรี ความเข้มข้น 10% เตรียมโดยปิเปตสารฟอลิน ซิโอแคลตูรี ปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

3. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตแอนไฮดรัส ความเข้มข้น 7.5% เตรียมโดยชั่งโซเดียมคาร์บอเนตแอนไฮดรัส 7.5 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

4. สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก เตรียมโดยชั่งกรดแกลลิก 0.01 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

การเตรียมตัวอย่าง

1. นำตัวอย่างน้ำใบบัวบกผงที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) 1 กรัม ใส่ในโกร่งบดที่แช่เย็นแล้ว

2. เติมเอทานอลเย็นความเข้มข้น 80% ปริมาตร 12 มิลลิลิตร บดให้เข้ากัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. นำไปเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 4°ซ

4. ปิเปตของเหลวใสที่ได้มา 1 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ให้ครบ 10 มิลลิลิตร

5. ปิเปตสารละลายในข้อ 4 มา 0.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลายฟอลิน ซิโอแคลตูรี ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ผสมแล้ววางไว้เป็นเวลา 8 นาที

6. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตแอนไฮดรัส ความเข้มข้น 7.5% ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมแล้ววางไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

7. นำไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

การสร้างกราฟมาตรฐาน

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิคความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 50, 100, 150, 200 และ 250 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง

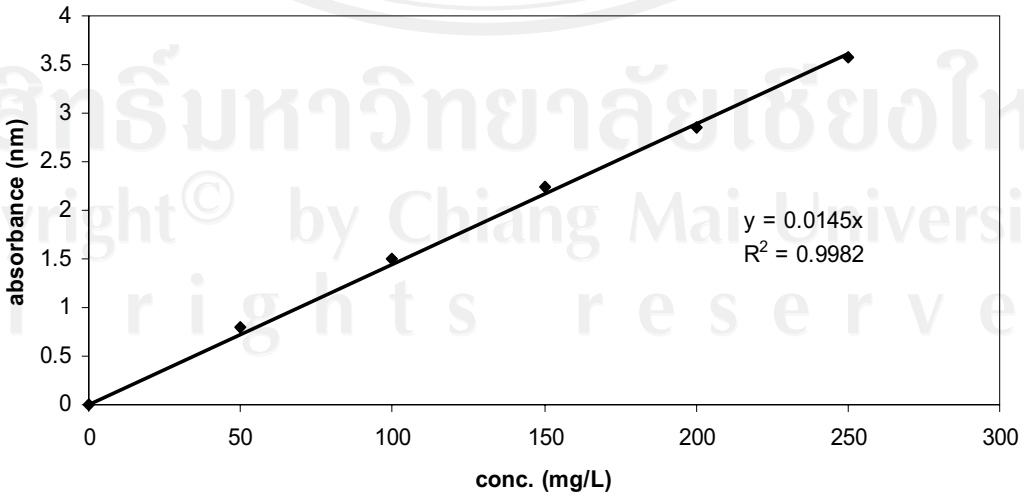
2. เติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมเท่ากับ 500 ไมโครลิตร

3. เติมสารละลายฟอลิน ซิโอแคลตูรี ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ผสมแล้ววางไว้เป็นเวลา 8 นาที

4. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตแอนไฮดรัส ความเข้มข้น 7.5% ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมแล้ววางไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

6. สร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิคโดยการ plot กราฟระหว่างค่าพื้นที่ที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ (แกน Y) กับระดับความเข้มข้น (แกน X) แสดงกราฟมาตรฐานดังรูป 3.4



รูป ก. 4 กราฟมาตรฐานสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อลิตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

นำค่าที่อ่านได้จากสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่เตรียมไว้ในขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐาน มาคำนวณหาสูตรสมการเส้นตรงได้ ดังนี้

$y = 0.0145x$ โดยที่ $R^2 = 0.9982$

โดย y = ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ของตัวอย่างสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

x = ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่าง (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อลิตร)

จากนั้นนำค่า x ที่ได้มาคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างต่อไป

ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในน้ำใบบัวบกสดด้วยเครื่อง Spectrophotometer เมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานพบปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในน้ำใบบัวบกสดมีค่าเท่ากับ 154.04 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อลิตร แต่เนื่องจากในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์มีการเจือจางน้ำใบบัวบกสดลง 100 เท่า ดังนั้นปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในน้ำใบบัวบกสดจึงมีค่าเท่ากับ 154.04×100

= 15,404 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อลิตร

หมายถึง สารสกัดเจือจางปริมาตร 1000 มิลลิลิตร มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

= 15,404 มิลลิกรัม

สารสกัดเจือจางปริมาตร 10 มิลลิลิตร มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

= (15,404×10)/1000

= 154.04 มิลลิกรัม

โดยสารสกัดเจือจางปริมาตร 10 มิลลิลิตร สกัดจากตัวอย่างน้ำใบบัวบกผง 1 กรัมที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และตัวอย่างน้ำใบบัวบกผง 1 กรัม ได้มาจากน้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร

ดังนั้น น้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

= 154.04 มิลลิกรัม

เมื่อคำนวณให้อยู่ในหน่วยมิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตรจะได้ดังนี้

น้ำใบบัวบกสด 27.25 มิลลิลิตร มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด = 154.04 มิลลิกรัม

น้ำใบบัวบกสด 100 มิลลิลิตร จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

= (154.04×100)/27.25

= 565.30 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

3.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ตามวิธีของ BAM (2000)

อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้วขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
3. ตู้บ่ม (Incubator; Termaks, Norway) อุณหภูมิ 35-37°ซ

อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารละลายเจือจาง

1. peptone water 0.1% (Merck, Germany)
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA; Merck, Germany)

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดดูแรนที่มีสารละลาย peptone water ความเข้มข้น 0.1% จำนวน 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันนาน 1-2 นาที

2. ทำการเจือจางอาหารโดยปิเปตมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย peptone water ความเข้มข้น 0.1% หลอดละ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

3. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายเจือจางที่เตรียมไว้ในข้อ 2 ที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับ ความเข้มข้นที่ติดกัน จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ โดยทำ duplicate

4. เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 44-46°ซ ประมาณ 12-15 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายอาหารกระจายทั่วจานเพาะเชื้อ

5. ปล่อยให้อาหารวุ้นแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อ แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37°ซ นาน 48±3 ชั่วโมง

6. นับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี คำนวณค่า CFU/mL ได้จากสูตร

$$\text{CFU/mL} = \frac{\sum C}{(v1n1 + 0.1n2)d}$$

เมื่อ $\sum C$ = ผลรวมของโคโลนีที่นับได้ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

v1 = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

n1 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับโคโลนีได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นแรก

n2 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับโคโลนีได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นที่ 2

d = ระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์ และรา ตามวิธีของ BAM (2000)

อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้วขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
3. ตู้บ่ม (Incubator; Termaks, Norway) อุณหภูมิ 22-25°ซ

อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารละลายเจือจาง

1. peptone water 0.1% (Merck, Germany)
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Dextrose Agar (pH 3.5) (Merck, Germany)
3. กรดทาร์ทาริค 10% (Tartaric acid; Merck, Germany)

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดดูแรนที่มีสารละลาย peptone water ความเข้มข้น 0.1% จำนวน 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันนาน 1-2 นาที

2. ทำการเจือจางโดยปิเปตมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย peptone water ความเข้มข้น 0.1% หลอดละ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

3. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายจากข้อ 2 ที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับ ความเข้มข้นที่ติดกัน จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ โดยทำ duplicate

4. เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับ pH เป็น 3.5 ด้วยกรดกรดทาร์ทาริค อุณหภูมิ 44-46°ซ ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายอาหารกระจายทั่วจานเพาะเชื้อ

5. ปล่อยให้อาหารวุ้นแข็งตัว แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 25-30°ซ นาน 72±3 ชั่วโมง

6. นับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 15-150 โคโลนี คำนวณค่า CFU/mL ได้จากสูตรเดียวกับการหาคำนวนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และมีการคำนวณเพิ่มเติมดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. กรณีตัวเลขหลักที่ 3 เป็นเลข 6 หรือสูงกว่านี้ให้ปัดขึ้น เช่น 456 = 460

2. กรณีตัวเลขหลักที่ 3 เป็นเลข 4 หรือต่ำกว่านี้ให้ปัดลง เช่น 454 = 450

3. กรณีตัวเลขหลักที่ 3 เป็นเลข 5 ให้พิจารณาตัวเลขหลักที่ 2 ว่าน้อยหรือมากกว่า 5 โดยถ้าเลขน้อยกว่า 5 ให้ปัดลง เช่น 445 = 440 แต่ถ้าเลขหลักที่ 2 มากกว่าหรือเป็น 5 ให้ปัดขึ้น เช่น 455 = 460

4. กรณีที่ไม่พบโคโลนีของเชื้อขึ้นเลยทุกระดับความเข้มข้น ให้รายงานว่าพบเชื้อยีสต์และราน้อยกว่า 1 คูณด้วยระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ใช้

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณ coliform bacteria และ *Escherichia coli* โดยวิธี MPN BAM (2000)

อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1. หลอดทดลองขนาด 16×150 มิลลิเมตร
2. หลอดดักก๊าซ (Durham tube)
3. ปิเปตที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้วขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
4. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator; Termaks, Norway) อุณหภูมิ 35°ซ

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายเจือจาง

1. peptone water ร้อยละ 0.1 (Merck, Germany)
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl Sulfate Tryptose Broth (Merck, Germany)
3. อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant Green Lactose Bile Broth 2% (Merck, Germany)

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดดูแรนที่มีสารละลาย peptone water ความเข้มข้น 0.1% จำนวน 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันนาน 1-2 นาที

2. ทำการเจือจางโดยปิเปตมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย peptone water ความเข้มข้น 0.1% หลอดละ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

3. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายเจือจางที่เตรียมไว้ในข้อ 2 ที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับ ความเข้มข้นที่ติดกัน ลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl Sulfate Tryptose Broth หลอดละ 1 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 3 หลอด

4. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35°ซ นาน 48±2 ชั่วโมง โดยตรวจดูการเกิดก๊าซหลังการบ่มเพาะเชื้อที่เวลา 24±2 ชั่วโมง ถ้าไม่มีก๊าซเกิดขึ้นให้นำไปบ่มเพาะเชื้อต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วตรวจดูการเกิดก๊าซอีกครั้ง ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นนำไปทดสอบเพื่อยืนยันผลต่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. นำหลอดทดลองจากข้อ 4 ที่มีก๊าซเกิดขึ้นมาเขย่าเบาๆ แล้วใช้ห่วงเขี่ยเชื้อซึ่งเผาไฟฆ่าเชื้อแล้ว ทำการถ่ายเชื้อลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่มี Brilliant Green Broth ร้อยละ 2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35°ซ นาน 48±2 ชั่วโมง ตรวจดูการเกิดก๊าซและบันทึกผล

6. คำนวณหาปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มในหน่วยเอ็มพีเอ็นต่อมิลลิลิตร (MPN/mL) จากจำนวนหลอดอาหาร Brilliant Green Broth ที่มีก๊าซเกิดขึ้น

ตาราง ก. 1 ค่าเอ็มพีเอ็นต่อมิลลิลิตร (MPN/mL) ของตัวอย่างอาหาร เมื่อใช้ตัวอย่าง 0.1, 0.01 และ 0.001 mL ความเข้มข้นละ 3 หลอด

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก				จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก			
0.1	**0.01**	**0.001**	**MPN/mL**	**0.1**	**0.01**	**0.001**	**MPN/mL**
0	0	0	<3	2	0	0	9.1
0	0	1	3	2	0	1	14
0	0	2	6	2	0	2	20
0	0	3	9	2	0	3	26
0	1	0	3	2	1	0	15
0	1	1	6.1	2	1	1	20
0	1	2	9.2	2	1	2	27
0	1	3	12	2	1	3	34
0	2	0	6.2	2	2	0	21
0	2	1	9.3	2	2	1	28
0	2	2	12	2	2	2	35
0	2	3	16	2	2	3	42
0	3	0	9.4	2	3	0	29
0	3	1	13	2	3	1	36
0	3	2	16	2	3	2	44
0	3	3	19	2	3	3	53

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ก.1 (ต่อ)

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก				จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก			
0.1	**0.01**	**0.001**	**MPN/mL**	**0.1**	**0.01**	**0.001**	**MPN/mL**
1	0	0	3.6	3	0	0	23
1	0	1	7.2	3	0	1	39
1	0	2	11	3	0	2	64
1	0	3	15	3	0	3	95
1	1	0	7.3	3	1	0	43
1	1	1	11	3	1	1	75
1	1	2	15	3	1	2	120
1	1	3	19	3	1	3	160
1	2	0	11	3	2	0	93
1	2	1	15	3	2	1	150
1	2	2	20	3	2	2	210
1	2	3	24	3	2	3	290
1	3	0	16	3	3	0	240
1	3	1	20	3	3	1	460
1	3	2	24	3	3	2	1100
1	3	3	29	3	3	3	>1100

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาในระหว่างการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. คุณภาพทางกายภาพของน้ำใบบัวบกเข้มข้นในระหว่างการเก็บรักษา

ตาราง ข. 1 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของน้ำใบบัวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ค่าสี L (ความสว่าง)			
	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย Evap	น้ำใบบัวบกเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย Evap
0	28.43±0.03 ^{d}	26.73±0.14 ^{d}	31.44±0.02 ^{a}	28.56±0.03 ^{b}
7	28.28±0.03 ^{e}	26.60±0.10 ^{e}	31.03±0.02 ^{b}	29.63±0.03 ^{a}
14	31.56±0.03 ^{a}	27.32±0.04 ^{c}	30.66±0.03 ^{c}	27.74±0.02 ^{c}
21	29.74±0.04 ^{b}	28.75±0.10 ^{a}	28.82±0.02 ^{d}	25.61±0.10 ^{d}
28	29.56±0.04 ^{c}	27.79±0.04 ^{b}	-	-

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HP หมายถึง ความดันสูงยิ่ง

Evap หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 2 การเปลี่ยนแปลงค่าสี *a** ของน้ำใบบัวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ค่าสี *a** (สีเขียว)			
	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย Evap	น้ำใบบัวบกเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย Evap
0	-1.13±0.02 [c]	-2.84±0.02 [d]	5.09±0.03 [d]	6.83±0.03 [c]
7	-1.12±0.03 [c]	-2.82±0.10 [d]	5.72±0.04 [c]	7.03±0.05 [b]
14	-0.79±0.10 [a]	-2.77±0.04 [c]	5.78±0.03 [b]	7.01±0.04 [b]
21	-1.03±0.04 [b]	-2.11±0.03 [a]	6.36±0.04 [a]	7.49±0.03 [a]
28	-1.05±0.03 [b]	-2.70±0.03 [b]	-	-

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HP หมายถึง ความดันสูงยิ่ง

Evap หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 3 การเปลี่ยนแปลงค่าสี *b** ของน้ำใบบัวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ค่าสี *b** (สีเหลือง)			
	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย Evap	น้ำใบบัวบกเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย Evap
0	5.97±0.04 [d]	6.17±0.02 [e]	84.64±0.03 [a]	85.23±0.03 [b]
7	5.83±0.02 [e]	6.22±0.03 [d]	83.88±0.10 [b]	85.95±0.02 [a]
14	7.13±0.02 [a]	6.59±0.03 [c]	83.10±0.03 [c]	83.22±0.02 [c]
21	6.84±0.01 [b]	7.25±0.02 [a]	81.47±0.03 [d]	80.46±0.02 [d]
28	6.79±0.05 [c]	6.88±0.04 [b]	-	-

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HP หมายถึง ความดันสูงยิ่ง

Evap หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. คุณภาพทางเคมีของน้ำใบบัวบกเข้มข้นในระหว่างการเก็บรักษา

ตาราง ข. 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในน้ำใบบัวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (°Brix)			
	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP^{ns}	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP^{ns}	น้ำใบบัวบกเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย Evap^{ns}	น้ำใบบัวบกเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย Evap^{ns}
0	3.4±0.00	13.3±0.04	5.8±0.10	26.1±0.00
7	3.1±0.10	13.3±0.00	5.8±0.00	26.3±0.00
14	3.4±0.00	13.1±0.04	5.7±0.10	26.1±0.00
21	3.4±0.04	13.3±0.00	5.8±0.00	26.1±0.05
28	3.3±0.10	13.2±0.00	-	-

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HP หมายถึง ความดันสูงยิ่ง

Evap หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ns (non significant) หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำใบบัวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)			
	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP^{ns}	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP^{ns}	น้ำใบบัวบกเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย Evap^{ns}	น้ำใบบัวบกเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย Evap^{ns}
0	24.35±0.65	13.68±0.58	5.65±0.24	3.79±0.45
7	24.43±0.62	13.66±1.10	5.59±0.73	3.67±0.30
14	24.38±1.16	13.75±0.71	5.64±0.30	3.56±0.54
21	24.35±1.01	13.61±0.92	5.72±0.50	3.78±0.24
28	24.33±0.71	13.59±0.51	-	-

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HP หมายถึง ความดันสูงยิ่ง

Evap หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ns (non significant) หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 6 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำใบบัวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)			
	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP^{ns}	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP^{ns}	น้ำใบบัวบกเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย Evap	น้ำใบบัวบกเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย Evap
0	5.99±0.00	5.94±0.00	5.96±0.01^{a}	5.88±0.00^{a}
7	6.01±0.01	5.91±0.00	5.72±0.00^{b}	5.41±0.01^{b}
14	5.98±0.00	5.90±0.00	5.33±0.00^{c}	5.09±0.01^{c}
21	5.97±0.01	5.86±0.00	5.05±0.01^{d}	4.89±0.01^{d}
28	5.98±0.00	5.88±0.01	-	-

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HP หมายถึง ความดันสูงยิ่ง

Evap หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ns (non significant) หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดอะเซียติกในน้ำใบบัวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ปริมาณกรดอะเซียติก (mg/100 mL)			
	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย Evap	น้ำใบบัวบกเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย Evap
0	7.11±0.10 [a]	6.67±0.21 [a]	5.28±0.11 [a]	4.83±0.11 [a]
7	7.07±0.10 [a]	6.73±0.10 [a]	4.95±0.21 [b]	4.71±0.10 [a]
14	6.92±0.14 [ab]	6.52±0.10 [ab]	4.75±0.03 [bc]	4.37±0.10 [b]
21	6.77±0.10 [bc]	6.53±0.10 [ab]	4.61±0.10 [c]	4.28±0.04 [b]
28	6.65±0.04 [c]	6.38±0.20 [b]	-	-

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HP หมายถึง ความดันสูงยิ่ง

Evap หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีในน้ำใบบัวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ปริมาณวิตามินซี (mg/100 mL)			
	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย Evap	น้ำใบบัวบกเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย Evap
0	1.83±0.03 [a]	1.72±0.01 [a]	1.21±0.02 [a]	1.13±0.00 [a]
7	1.71±0.00 [b]	1.66±0.02 [b]	1.00±0.3 [b]	0.96±0.03 [b]
14	1.57±0.02 [c]	1.56±0.01 [c]	0.9±0.02 [c]	0.93±0.03 [b]
21	1.49±0.14 [cd]	1.41±0.02 [d]	0.86±0.02 [c]	0.84±0.04 [c]
28	1.40±0.02 [d]	1.38±0.02 [d]	-	-

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HP หมายถึง ความดันสูงยิ่ง

Evap หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ในน้ำใบบัวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ปริมาณแคโรทีนอยด์ (mg BCE/100 mL)			
	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย Evap	น้ำใบบัวบกเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย Evap
0	5.83±0.01 [a]	5.69±0.02 [a]	4.23±0.02 [a]	3.97±0.01 [a]
7	5.72±0.00 [b]	5.65±0.01 [b]	3.98±0.01 [b]	3.72±0.02 [b]
14	5.47±0.02 [c]	5.53±0.03 [c]	3.59±0.10 [c]	3.66±0.02 [b]
21	5.36±0.02 [d]	5.42±0.00 [d]	3.61±0.04 [c]	3.47±0.10 [c]
28	5.38±0.02 [d]	5.33±0.02 [e]	-	-

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HP หมายถึง ความดันสูงยิ่ง

Evap หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

BCE (beta-carotene equivalent) หมายถึง ปริมาณแคโรทีนอยด์คำนวณเทียบจากค่าของเบตาแคโรทีนต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในน้ำใบบัวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (mg/100 mL)			
	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย Evap	น้ำใบบัวบกเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย Evap
0	3.62±0.00 [a]	3.59±0.01 [a]	2.54±0.04 [a]	2.44±0.01 [a]
7	3.54±0.02 [b]	3.56±0.03 [b]	2.41±0.16 [a]	2.27±0.03 [b]
14	3.38±0.01 [c]	3.48±0.00 [c]	2.15±0.03 [b]	2.26±0.01 [b]
21	3.31±0.01 [d]	3.45±0.00 [d]	2.08±0.01 [b]	2.03±0.02 [c]
28	3.23±0.03 [e]	3.31±0.00 [e]	-	-

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HP หมายถึง ความดันสูงยิ่ง

Evap หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในน้ำใบบัวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (mg GAE/100 mL)			
	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย Evap	น้ำใบบัวบกเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย Evap
0	428.83±0.98 [a]	430.69±1.93 [a]	301.52±1.01 [a]	305.77±1.02 [a]
7	402.39±1.04 [b]	413.62±1.43 [b]	286.54±1.02 [b]	274.22±1.01 [b]
14	388.82±1.80 [c]	407.09±2.56 [c]	274.43±1.02 [c]	255.51±1.10 [c]
21	380.55±0.94 [d]	393.33±0.90 [d]	248.98±1.10 [d]	240.52±1.04 [d]
28	372.62±0.98 [e]	386.73±1.05 [e]	-	-

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HP หมายถึง ความดันสูงยิ่ง

Evap หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

GAE (gallic acid equivalent) หมายถึง ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดคำนวณเทียบจากค่าของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำใบบัวบกเข้มข้นในระหว่างการเก็บรักษา

ตาราง ข. 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ในน้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้นที่ผ่านการแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/mL)		ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/mL)	
	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น ไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดย HP[ns]	น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น เติมน้ำตาล10% แปรรูปโดย HP[ns]
0	1.73±0.00[c]	1.94±0.01[d]	<1	<1
7	1.86±0.02[b]	2.10±0.01[c]	<1	<1
14	1.91±0.01[ab]	2.06±0.01[c]	<1	<1
21	1.88±0.01[ab]	2.14±0.02[b]	<1	<1
28	1.94±0.04[a]	2.21±0.01[a]	<1	<1

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HP หมายถึง ความดันสูงยิ่ง

ns (non significant) หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ในน้ำใบบัวบกเข้มข้นที่ผ่านการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ

เก็บรักษา (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/mL)		ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/mL)	
	น้ำใบบัวบกเข้มข้นไม่เติมน้ำตาลแปรรูปโดย Evap	น้ำใบบัวบกเข้มข้นเติมน้ำตาล10%แปรรูปโดย Evap	น้ำใบบัวบกเข้มข้นไม่เติมน้ำตาลแปรรูปโดย Evap^{ns}	น้ำใบบัวบกเข้มข้นเติมน้ำตาล 10%แปรรูปโดย Evap^{ns}
0	2.65±0.04^{d}	2.87±0.03^{d}	<1	<1
7	3.41±0.03^{c}	3.70±0.03^{c}	<1	<1
14	3.94±0.01^{b}	4.31±0.01^{b}	<1	<1
21	4.52±0.03^{a}	4.86±0.04^{a}	<1	<1

หมายเหตุ เปรียบเทียบตามแนวตั้ง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Evap หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

ns (non significant) หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

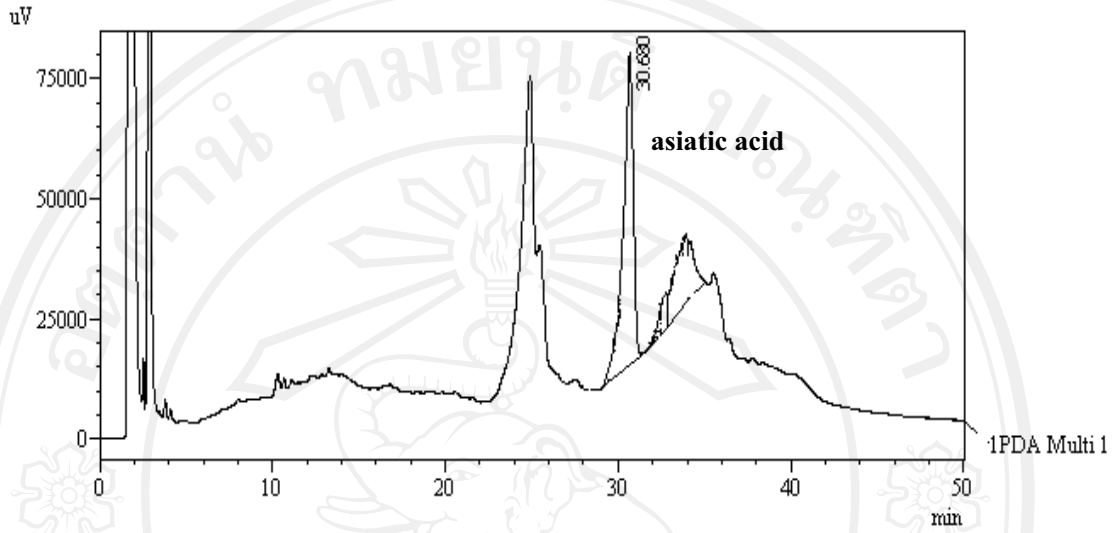
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

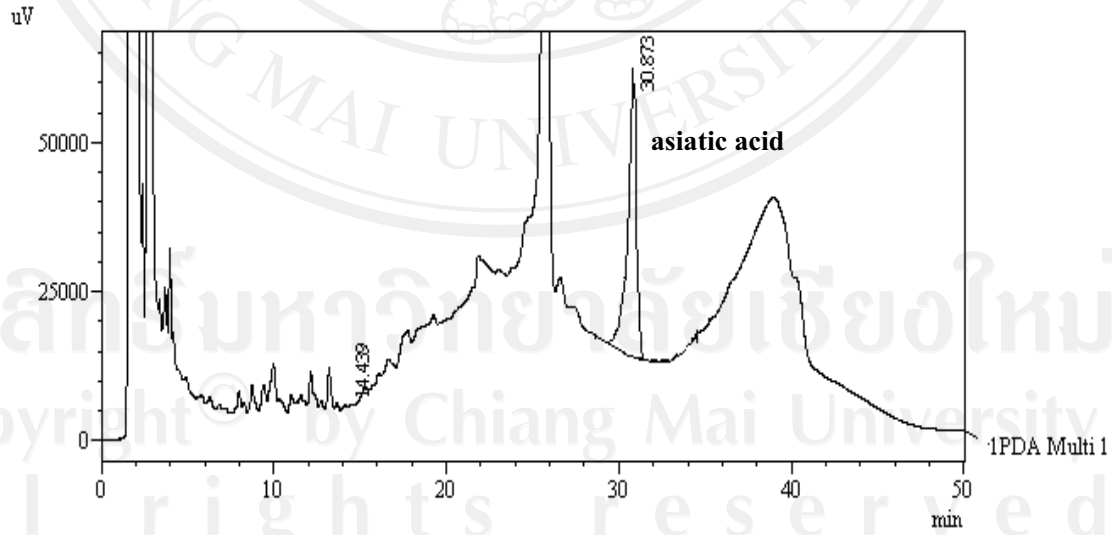
โครมาโตแกรม HPLC

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะเซียติกในน้ำใบบัวบกเข้มข้นที่ผ่านการแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่ง



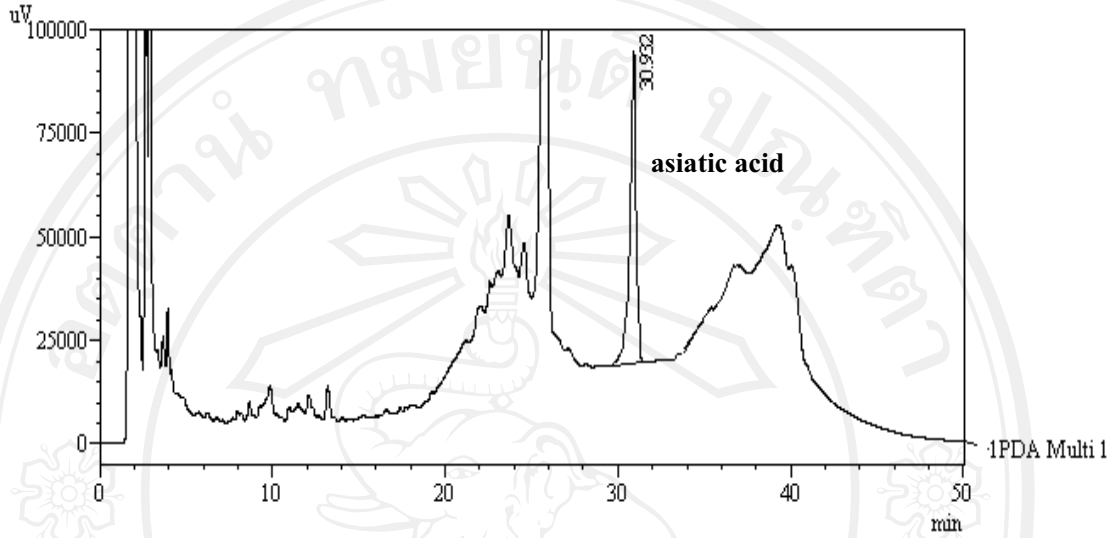
รูป ค. 1 โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะเซียติกในน้ำใบบัวบกเข้มข้นชนิดไม่เติมน้ำตาลที่ผ่านการแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่งที่ความดัน 600 MPa เป็นเวลา 40 นาที เวลาเฉลี่ยประมาณ 30.6 นาที



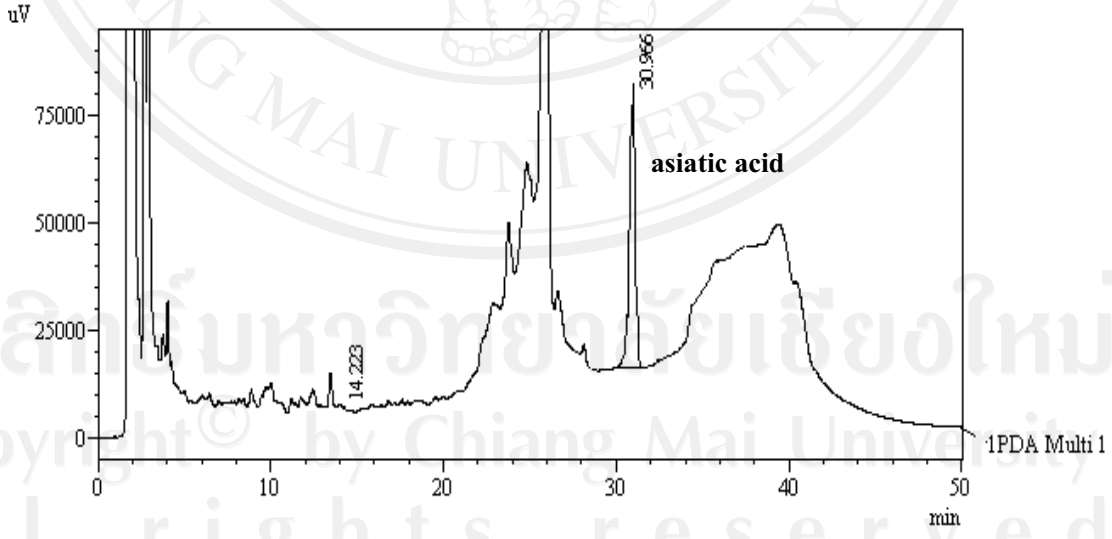
รูป ค. 2 โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะเซียติกในน้ำใบบัวบกเข้มข้นชนิดเติมน้ำตาล 10% ที่ผ่านการแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่งที่ความดัน 600 MPa เป็นเวลา 40 นาที เวลาเฉลี่ยประมาณ 30.8 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะเซียติกในน้ำใบบัวบกเข้มข้นที่ผ่านการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ



รูป ค. 3 โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะเซียติกในน้ำใบบัวบกเข้มข้นชนิดไม่เติมน้ำตาลที่ผ่านการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 80°ซ เวลาเฉลี่ยประมาณ 30.9 นาที



รูป ค. 4 โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะเซียติกในน้ำใบบัวบกเข้มข้นชนิดเติมน้ำตาล 10% ที่ผ่านการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 80°ซ เวลาเฉลี่ยประมาณ 30.9นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

รูปภาพงานวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปภาพงานวิจัย

น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้นไม่เติมน้ำตาล

น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้นเติมน้ำตาล 10%

รูป ง. 1 ผลิตภัณฑ์น้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้นที่ผ่านความดันสูงยิ่งที่ 600 MPa เป็นเวลา 40 นาที

น้ำใบบัวบกเข้มข้นไม่เติมน้ำตาล

น้ำใบบัวบกเข้มข้นเติมน้ำตาล 10%

รูป ง. 2 ผลิตภัณฑ์น้ำใบบัวบกเข้มข้นที่ผ่านการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 80°ซ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ
เครื่องแปรรูปอาหารความดันสูงยิ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องแปรรูปอาหารความดันสูงยิ่ง

(High Pressure Processor)

1. วิธีการเตรียมตัวอย่าง

1.1 ตัวอย่างที่เป็นอาหารเหลวนำมาบรรจุในถุงโพลีเอทธิลีน ขนาด 5x15 เซนติเมตร ปริมาตรถุงละ 100 มิลลิลิตร โดยทำการรีดไล่อากาศในถุงออก ปิดผนึกด้วยความร้อน แล้วใส่ลงไปใน basket ได้เลย หรือจะนำมาบรรจุในถุงร้อนแบบหนาที่มีน้ำสะอาดบรรจุอยู่ แล้วทำการรีดไล่อากาศออก ปิดผนึกให้แน่น

1.2 ตัวอย่างที่เป็นอาหารแข็ง ต้องนำมาบรรจุในถุงโพลีเอทธิลีน ที่มีน้ำสะอาดบรรจุอยู่ แล้วทำการรีดไล่อากาศออก ปิดผนึก

2. วิธีการใช้งาน

2.1 เปิดสะพานไฟที่ติดอยู่ที่ผนังห้อง โดยทำการเปิดสะพานไฟจำนวน 2 ชุด คือ

-สะพานไฟสำหรับเครื่อง high pressure

-สะพานไฟสำหรับเครื่องปั๊มลม

2.2 ไฟของปุ่ม “Supply on” จะสว่าง

2.3 ตรวจสอบความพร้อมในการใช้งานโดย

-ปุ่ม “Emergency stop” จะต้องอยู่ในตำแหน่งปกติ คือ ไม่ยุบลง

-ปุ่ม “Panel on” ที่หน้าจอแผงควบคุม (main control) จะต้องสว่าง

-ไฟสีเขียวของ Chamber temperature, Compress air, Interlocks closed และ Drive fluid จะสว่าง

2.4 เปิดฝาเครื่องโดยผู้ปฏิบัติงานยืนอยู่ด้านหน้าเครื่องดึงส่วนของ “Handle” ที่อยู่ขวามือค้างไว้แล้วดันไปในทิศทวนเข็มนาฬิกาจนสุดโดยต้องทำอย่างระมัดระวังมากที่สุด ห้ามดันหรือกระแทกแรง

2.5 เลือกหมุน “UP” (หมุนทวนเข็มนาฬิกา) ของปุ่มควบคุมการขึ้นลงด้านหน้าของเครื่อง high pressure แล้วกดปุ่มสีแดงด้านข้างที่ติดกับปุ่มควบคุมการขึ้นลงขณะหมุนปุ่มสีแดงต้องดึง Handle ค้างไว้ ฝาเครื่องจะเลื่อนขึ้น

2.6 เมื่อฝาเครื่องเลื่อนขึ้นแล้วจะเห็น basket ในการใช้งานยก basket ขึ้นจาก chamber เกือบทั้งอัน หยุดเครื่องโดยปล่อยปุ่มสีแดง และ Handle

2.7 หมุนถอด basket ออก ต้องระวังอย่าให้โดน thermocouple ที่ยื่นออกมา แล้วใส่ตัวอย่างที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนลงไปใน basket ให้ตัวอย่างพอดีกับ basket ไม่แน่นหรือหลวมจนเกินไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

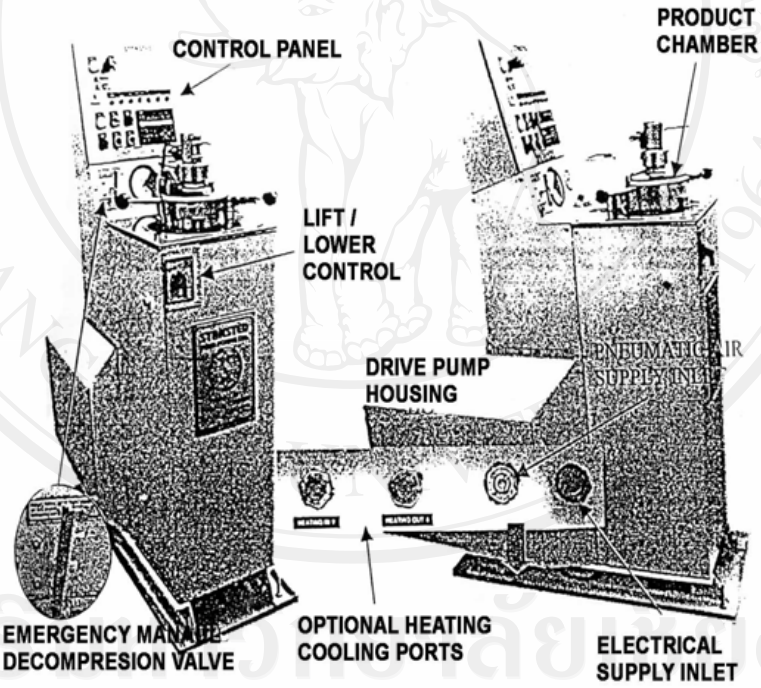
2.8 ใส่ basket ที่บรรจุตัวอย่างกลับเข้าไปใน chamber โดยระดับของ fluid ต้องอยู่ต่ำกว่าขอบ chamber ประมาณ 2.5 เซนติเมตร ระวังอย่าให้ fluid ล้นออกมา (ถ้าล้นให้ดูดคืน tank)

2.9 เลื่อนฝาเครื่องลง โดยดึงเลือกปุ่มควบคุมการขึ้นลงเป็น “Down” (หมุนตามเข็มนาฬิกา) โดยดึง Handle ค้างไว้ แล้วกดปุ่มสีแดงด้านข้าง เลื่อนฝาเครื่องลงครึ่งหนึ่งของระยะทางที่เลื่อนขึ้น

2.10 ดึง basket ที่อยู่ใน chamber ขึ้นใส่เข้ากับฝาเครื่อง

2.11 เลื่อนฝาเครื่องลงสุด ล็อกฝาเครื่องโดยหมุนตามเข็มนาฬิกา ปล่อย Handle และปุ่มสีแดงด้านข้างพร้อมกับสังเกตไฟสีเขียว “INTERLOCKS CLOSED” ที่แผงควบคุมจะสว่างถ้าการล็อคสมบูรณ์

2.12 ตั้งค่าความดัน (pressure) และเวลาในการ hold ตัวอย่างโดยกดปุ่มดังนี้



รูป จ. 1 เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการความดันสูงยิ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การตั้งค่าการใช้งานต่างๆ ของเครื่อง

HOME

↓

SET UP

↓

SET UP (กดตรงปุ่ม INFO)

↓

PRESSURE SET

ตั้งค่าความดันที่ใช้ในการทดลอง โดยค่าความดันสูงสุดต้องไม่เกิน 700 MPa

↓

SCROLL

ปุ่มนี้ใช้เพื่อเป็นการยืนยันค่าที่ Set ไว้

↓

DWELL TIME

ตั้งเวลาที่ใช้ในการทดลอง

↓

SCROLL

↓

DOWN RAMP

ให้ใช้ค่าที่อยู่ในเครื่อง นอกจากจะทำการวิจัยค่านี้ให้ใส่ค่าที่ต้องการได้

↓

SCROLL

↓

DECOMP TIMEOUT

ให้ใช้ค่าที่อยู่ในเครื่อง นอกจากจะทำการวิจัยค่านี้ให้ใส่ค่าที่ต้องการได้

↓

SCROLL

↓

REPEAT CYCLE

ให้ใช้ค่าที่อยู่ในเครื่อง นอกจากจะทำการวิจัยค่านี้ให้ใส่ค่าที่ต้องการได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

SCROLL

รูป จ. 2 แผนผังการใช้เครื่องแปรรูปอาหารโดยความดันสูง

4. ข้อควรปฏิบัติ ในการใช้เครื่อง High Pressure

4.1 ห้ามใส่ตัวอย่างอาหารเข้าไปใน basket โดยตรงต้อง pack ให้ดีก่อน

4.2 การ pack ตัวอย่างต้อง pack ด้วยถุง vacuum pack หรือถุงร้อนแบบหนาเท่านั้น

4.3 ต้องรีดไล่อากาศออกให้หมด

4.4 ควรผนึกถุงให้สนิดหากถุงรั่ว การทดลองและเครื่องอาจจะเสียหายได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฉ

เครื่องระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ

(Vacuum Evaporator)

1.ข้อแนะนำในการใช้เครื่อง

เครื่องระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ ผู้ใช้ควรอ่านคู่มือการทำงาน และศึกษาวิธีการใช้เครื่องให้เข้าใจก่อนการปฏิบัติงาน เนื่องจากอุปกรณ์ชนิดนี้เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนั้นเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานควรปฏิบัติดังนี้

1.1 อ่านคำแนะนำการใช้เครื่องในคู่มือให้เข้าใจอย่างละเอียด และทำตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในคู่มือ

1.2 ก่อนเริ่มใช้งานควรเปิดชุดดักจับไอน้ำ Steam trap ทิ้งไว้ก่อนประมาณ 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง

1.3 ห้ามเปิดชุดฮีทเตอร์ โดยที่ไม่มีน้ำอยู่ในถังน้ำร้อน

1.4 หากเครื่องมีอาการผิดปกติ เช่น เปิดเครื่องแต่ไม่มีความร้อนเกิดขึ้น หรือเครื่องไม่ทำงาน เสียงดังผิดปกติ ควรหยุดการทำงาน และทำการตรวจซ่อมโดยช่างผู้ชำนาญเท่านั้น

1.5 ภายในถังระเหยต้องเป็นสารละลายหรือของเหลวที่ละลายน้ำได้และใช้ในสภาวะสุญญากาศได้เท่านั้น

2. เครื่องระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ (Vacuum evaporator)

เครื่องระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

2.1 เครื่องระเหย (Vacuum evaporator) ประกอบด้วยถังบรรจุสารละลายหรือของเหลว ทำจากสเตนเลส 304 ชนิดทนแรงดันใช้สำหรับอุตสาหกรรมโดยวางอยู่ภายในถังบรรจุน้ำร้อนอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งถังบรรจุน้ำร้อนดังกล่าวจะมีท่อน้ำเข้าและท่อน้ำทิ้งอยู่ทางด้านล่างของถัง และทางด้านในบริเวณกันถังดังกล่าวจะติดตั้งฮีทเตอร์ให้ความร้อนแบบวงแหวนขนาด 1,000 วัตต์และมีชุดควบคุมการจ่ายพลังงานความร้อนอยู่ทางด้านหน้าของเครื่องโดยแสดงผลแบบตัวเลขดิจิตอล

2.2 ชุดปั๊มสุญญากาศและตัวดักจับไอน้ำ (Steam trap) ซึ่งตัวดักจับไอน้ำจะเป็นตัวที่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของปั๊มไม่ลดลงตามปริมาณของไอน้ำที่ขยายตัวเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นปั๊มสุญญากาศและตัวดักจับไอน้ำจึงต้องทำงานไปพร้อมๆ กัน โดยต้องทำให้ตัวดักจับไอน้ำเกิดความเย็นเพียงพอที่จะดักจับไอน้ำได้ตลอดการทำงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(ก)

(ข)

(ค)

รูป ฉ. 1 (ก) เครื่องระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ (Vacuum evaporator) (ข) เครื่องระเหย (Vacuum evaporator) (ค) ชุดปั๊มสุญญากาศและตัวดักจับไอน้ำ (Steam trap)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. หลักการทำงานของเครื่องระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ

เครื่องระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ เป็นเครื่องระเหยไอน้ำที่สุญญากาศประมาณ -600 mmHg vacuum gauge เพื่อให้น้ำหรือตัวทำละลายที่อยู่ในสารละลายหรือของเหลวเกิดการระเหยกลายเป็นไอออกมาตามอุณหภูมิที่กำหนด โดยใช้ความร้อนจากน้ำร้อนที่อยู่ในถังบรรจุน้ำร้อนซึ่งให้พลังงานความร้อนโดยฮีทเตอร์ที่อยู่ก้นถัง ความร้อนจากน้ำร้อนจะทำให้ของเหลวหรือ

สารละลายในถังบรรจุร้อนขึ้น และทำให้น้ำในของเหลวหรือสารละลายเปลี่ยนสภาพกลายเป็นไอ ซึ่งจะลอยออกไปตามท่อความดัน และจะถูกดักจับโดยตัวดักจับไอน้ำเพื่อเปลี่ยนสภาพไอน้ำให้กลับเป็นหยดน้ำไหลออกสู่ด้านนอกของตัวเครื่อง ปริมาณไอน้ำที่ระเหยออกจากสารละลายหรือของเหลวในสภาวะสุญญากาศนี้ จะส่งผลให้สารละลายหรือของเหลวที่ได้มีความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้น

4. หลักการทำงานของเครื่องดักจับไอน้ำ

เนื่องจากการระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศโดยทั่วไปนั้นเป็นการทำให้น้ำในของเหลวระเหยออกจากสารละลายหรือของเหลวในสภาวะสุญญากาศซึ่งเป็นระบบปิด (ภายในถังระเหย) เมื่อน้ำในของเหลวระเหยกลายเป็นไอ ไอน้ำจะถูกดูดออกจากถังโดยปั๊มสุญญากาศได้ทางเดียว ขณะเดียวกันเมื่อน้ำในของเหลวระเหยกลายเป็นไอน้ำมากขึ้นเรื่อย ๆ จนปั๊มสุญญากาศไม่สามารถที่จะดูดอากาศออกได้ทันกับปริมาตรไอน้ำที่ขยายตัวในหม้อระเหย ทำให้ไอน้ำที่เพิ่งระเหยออกมาจากของเหลวกลั่นตัวภายในถังระเหยทำให้การระเหยไอน้ำไม่สามารถทำงานได้ดี ดังนั้นวิธีที่จะทำให้ปั๊มสุญญากาศทำงานได้เต็มประสิทธิภาพตลอดช่วงเวลาในการระเหยไอน้ำคือ ต้องมีอุปกรณ์ในการลดปริมาตรของไอน้ำก่อนเข้าสู่ปั๊มสุญญากาศ เราจึงเรียกอุปกรณ์นี้ว่าเครื่องดักจับไอน้ำ (Steam trap)

ลักษณะและการทำงานของเครื่องดักจับไอน้ำ ภายในตัวเครื่องจะมีชุดทำความเย็นมีลักษณะเป็นแผงท่อขวางทางอากาศ ไอน้ำที่มาจากเครื่องระเหยที่มีอุณหภูมิสูงและปริมาตรมากเมื่อมาสัมผัสกับชุดแผงทำความเย็นก็จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำภายในตัวดักจับไอน้ำ ดังนั้นอากาศและไอน้ำเมื่อผ่านเครื่องดักจับไอน้ำแล้วจะมีปริมาตรน้อยลงส่งผลให้ปั๊มสุญญากาศทำงานได้เต็มประสิทธิภาพตลอดช่วงเวลาของการระเหย

5. วิธีการใช้งาน

5.1 การใช้เครื่องดักจับไอน้ำ

5.1.1 เปิดดูบริเวณด้านบนเครื่องเพื่อให้แน่ใจว่ามีน้ำอยู่ในถังพักน้ำด้านบนก่อนจะเปิดให้เครื่องดักจับไอน้ำทำงาน

5.1.2 ต่อปลั๊กไฟฟ้าจากเครื่องระเหย และเครื่องดักจับไอน้ำเข้ากับระบบไฟฟ้า

5.1.3 เปิดระบบดักจับไอน้ำ (Stream trap) ซึ่งมีหน้าจอควบคุมอยู่ด้านหน้าเครื่องดักจับไอน้ำโดยเปิดสวิตซ์ควบคุม Power, Compressor, Water pump ตามลำดับ อย่าเพิ่งเปิด Vacuum pump

5.1.4 ปรับค่าอุณหภูมิตามที่กำหนดหรือตามที่ช่างเทคนิคแนะนำจากแผงหน้าจอควบคุมของเครื่องดักจับไอน้ำ การใช้งานเครื่องระเหยในครั้งแรกนั้นจะต้องเปิดเครื่องดักจับไอน้ำทิ้งไว้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก่อนประมาณ 30-50 นาที โดยห้ามเปิด Vacuum pump จนกว่าเครื่องดักจับไอน้ำ และเครื่องระเหยจะมีอุณหภูมิที่พร้อมใช้งาน และในการใช้งานเครื่องดักจับไอน้ำครั้งต่อๆ ไป สามารถใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องรอให้ชุดทำความเย็นของเครื่องดักจับไอน้ำมีอุณหภูมิต่ำก่อน

5.2 การใช้เครื่องระเหย

5.2.1 เติมน้ำลงในถังบรรจุน้ำร้อนที่ให้พลังงานความร้อนโดยฮีทเตอร์ที่ก้นถังให้อยู่ในระดับที่ช่างเทคนิคได้แนะนำไว้

5.2.2 เปิดสวิตซ์ Power เพื่อเดินเครื่องถ้าไม่มีน้ำอยู่ในถุงน้ำร้อนดวงไฟสีแดง Light จะสว่างเตือนให้รู้ว่าต้องเติมน้ำลงในถังน้ำร้อนก่อนจะเปิดระบบความร้อนได้ หากเปิดระบบความร้อนจากฮีทเตอร์ทั้งที่ไฟสีแดงยังสว่างอยู่ ระบบทั้งหมดจะไม่ทำงานใดๆ ทั้งสิ้น เมื่อตรวจสอบว่าพร้อมแล้วจึงเปิดระบบความร้อนจากฮีทเตอร์โดยการหมุนปุ่มคำว่า heater

5.2.3 ตั้งค่าอุณหภูมิที่ใช้ในการระเหยของเหลวตามที่ต้องการจากหน้าปัดควบคุมอุณหภูมิตามที่ช่างเทคนิคแนะนำ จากนั้นรอจนกว่าน้ำร้อนถึงอุณหภูมิตามที่กำหนด

5.2.4 เมื่อเห็นว่าอุณหภูมิของเครื่องดักจับไอน้ำและอุณหภูมิของน้ำร้อนในเครื่องระเหยมีอุณหภูมิตามที่ต้องการแล้วจึงเริ่มขั้นตอนต่อไป

5.2.5 นำของเหลวหรือสารละลายเทใส่ถังบรรจุสารละลาย โดยวางลงในถังบรรจุน้ำร้อนที่มีน้ำร้อนอยู่ภายใน

5.2.6 ปิดฝาโดยการหมุนฝาเปิดให้ตรงกับตำแหน่งของถังบรรจุสารละลาย และกดคันโยกลงเพื่อกดให้ฝาปิดสนิทกับถังบรรจุของเหลว เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศไหลเข้าไปในถังบรรจุสารละลายได้

5.2.7 เปิดปั๊มสุญญากาศโดยหมุนปุ่ม vacuum pump ที่อยู่ด้านหน้าเครื่องดักจับไอน้ำเพื่อดูดอากาศออก ซึ่งจะทำให้ภายในถังบรรจุของเหลวเริ่มเกิดเป็นสุญญากาศ

5.2.8 สังเกตุที่เกจวัดความดันถ้าเกจวัดความดันมีค่าความดันลดลงจาก 0 จนถึง -600 mmHg แสดงว่าภายในถังบรรจุของเหลวกลายเป็นระบบสุญญากาศแล้ว

5.2.9 เมื่อเครื่องทำงานจนครบตามเวลาที่กำหนดไว้แล้วให้ปิด Vacuum pump ที่เครื่องดักจับไอน้ำ หากไม่ต้องการใช้งานต่อให้ปิดปุ่ม Water pump, Compressor และ Power เพื่อปิดเครื่อง แต่ถ้ายังต้องการใช้งานต่อให้ปิดปุ่ม Vacuum pump ของเครื่องดักจับไอน้ำ และปิด heater ที่เครื่องระเหยไว้ก่อนเท่านั้น

5.2.10 ดึงคันโยกที่ปิดฝาของถังบรรจุสารละลายออกโดยการโยกขึ้น

5.2.11 ไขน็อตที่ยึดถังบรรจุสารละลายออกจากเครื่อง heater แล้วนำสารละลายที่บรรจุอยู่ในถังบรรจุสารละลายเทใส่ภาชนะ ที่เตรียมไว้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2.12 เมื่อต้องการทำรอบต่อๆ ไป ให้ทำตามขั้นตอนเหมือนที่ผ่านมา

5.2.13 เมื่อใช้งานเสร็จสิ้นในแต่ละวันอย่าลืมระบายน้ำทิ้งจากเครื่องระเหยและเครื่องดักจับไอน้ำ โดยเปิดก๊อกระบายน้ำทิ้งที่อยู่ทางด้านหลังของเครื่องทั้งสอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ช

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำใบบัวบก มผช. 163/2552

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ฉบับที่ 1517 (พ.ศ. 2552)

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

น้ำใบบัวบก

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำใบบัวบก มาตรฐานเลขที่ มผช.163/2546 และคณะอนุกรรมการพิจารณามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คณะที่ 1 มีมติในการประชุมครั้งที่ 16-2/2552 เมื่อวันที่ 24 กันยายน พ.ศ. 2552 ให้ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำใบบัวบก มาตรฐานเลขที มผช.163/2546 และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำใบบัวบกขึ้นใหม่

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจึงออกประกาศยกเลิกประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ 169 (พ.ศ. 2546) ลงวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2546 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำใบบัวบก มาตรฐานเลขที่ มผช.163/2552 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลบังคับใช้นับแต่วันที่ประกาศ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552

รัตนาภรณ์ จึงสงวนสิทธิ์

เลขาธิการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
น้ำใบบัวบก

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมน้ำใบบัวบกพร้อมดื่มที่มีสารสกัดจากใบบัวบกเป็นส่วนประกอบหลัก ผ่านกรรมวิธีการให้ความร้อน โดยวิธีการพาสเจอไรซ์ก่อนบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ไม่ใช่กระป๋องโลหะ วัสดุอื่นที่คงรูป หรือขวดแก้วที่ฝามียางหรือวัสดุอื่นผนึกที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และต้องเก็บรักษา ขนส่ง และวางจำหน่ายโดยการแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เย็นตลอดเวลา

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 น้ำใบบัวบก หมายถึง เครื่องดื่มที่ได้จากการนำใบของต้นบัวบกที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Centella asiatica* (L.) Urban. ซึ่งสดหรือแห้งและอยู่ในสภาพดีมาล้างให้สะอาด หรือนำมาตีป่นกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม กรองแยกกากออกอาจเติมน้ำตาล น้ำผึ้ง สารเพิ่มความเป็นกรด เช่น กรดซิตริก สารให้ความหวานแทนน้ำตาล น้ำสกัดจากพืชหรือผลไม้ชนิดอื่น เช่น น้ำใบเตย อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกันในปริมาณเล็กน้อยเพื่อปรุงแต่งกลิ่นรส นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม บรรจุในภาชนะบรรจุขณะร้อนแล้วทำให้เย็นลงทันที

2.2 วิธีการพาสเจอไรซ์ หมายถึง กรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิสูงแต่ไม่เกิน 100°ซ โดยใช้เวลาที่เหมาะสมแล้วทำให้เย็นลงทันที

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นของเหลว อาจใสหรือขุ่น อาจตกตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของน้ำใบบัวบก และส่วนประกอบที่ใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 กลิ่น

ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของน้ำใบบัวบกและส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นบูด

3.4 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของน้ำใบบัวบกและส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน กรวด ทราย ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.6 วัตถุเจือปนอาหาร

3.6.1 ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

3.6.2 หากมีการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล และวัตถุกันเสียให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.7 จุลินทรีย์

3.7.1 จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.7.2 ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร

3.7.3 สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร

3.7.4 บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลลิตร

3.7.5 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3 7.6 โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

3.7.7 เอสเชอริเชีย โคไล ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

3.7.8 ยีสต์และรา ต้องไม่พบในตัวอยาง 1 มิลลิลิตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการผลิตน้ำใบบัวบก สถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข และให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุน้ำใบบัวบกในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 ปริมาตรสุทธิของน้ำใบบัวบกในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดปริมาตรที่เหมาะสม

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำใบบัวบกทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย และชัดเจน

(1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำใบบัวบก น้ำใบบัวบกพร้อมดื่ม

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณ และเรียงจากมากไปน้อย

(3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(4) ปริมาตรสุทธิ เป็นมิลลิลิตรหรือลิตร

(5) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(6) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ต้องเก็บไว้ในตู้เย็น

(7) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำใบบัวบกที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 5 และข้อ 6 ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำใบบัวบกรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น กลิ่นรส และสิ่งแปลกปลอม ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.5 ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำใบบัวบกรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า 600 มิลลิลิตร กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 จึงจะถือว่าน้ำใบบัวบกรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า 200 มิลลิลิตร กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.7 จึงจะถือว่าน้ำใบบัวบกรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

7.3.1 ตัวอย่างน้ำใบบัวบกต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำใบบัวบกรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบสี กลิ่น และกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบน้ำใบบัวบก 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจ และให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างน้ำใบบัวบกลงในแก้วใสโดยมีกระดาษสีขาวเป็นฉากหลัง ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ ดม และชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสี กลิ่น และกลิ่นรส (ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของน้ำใบบัวบกและส่วนประกอบที่ใช้	3
	สีพอใช้ใกล้เคียงกับสีตามธรรมชาติของน้ำใบบัวบกและส่วนประกอบที่ใช้	2
	สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	1
กลิ่น	กลิ่นดีตามธรรมชาติของน้ำใบบัวบกและส่วนประกอบที่ใช้	3
	กลิ่นพอใช้ใกล้เคียงกับกลิ่นตามธรรมชาติของน้ำใบบัวบกและส่วนประกอบที่ใช้	2
	กลิ่นผิดปกติหรือมีกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นบูด	1
กลิ่นรส	กลิ่นรสของน้ำใบบัวบกและส่วนประกอบที่ใช้เข้มข้นดี	3
	กลิ่นรสของน้ำใบบัวบกและส่วนประกอบที่ใช้น้อย	2
	กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด	2

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ

(ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียงอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบสะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได่ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำสะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่งมีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ ต้องเป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาดและใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ก. 5.1 ผู้ทำทุกคนต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายนัทวุฒิ ผกาแดง

วัน เดือน ปีเกิด 21 กรกฎาคม 2527

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved