



รายงานการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำเต้าหู้ยี้เห็ดหูหนูพร้อมดื่ม
(Product Development of Chaokuai with Jelly Mushroom Drink)



ผู้วิจัย

นางสาวอัญชลี เรืองเดช

RMUTK - CARIT



โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
งบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2553
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

1302

hibasara

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำเฉาก๊วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม
(Product Development of Chaokuai with Jelly Mushroom Drink)

ผู้วิจัย
นางสาวอัญชติ เรืองเดช

โครงการวิทยุทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
งบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2553
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์น้ำเฉาก๊วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม โดยศึกษาชนิดและปริมาณของแป้งที่ใช้ในการกำหนดสูตรมาตรฐาน โดยใช้แป้งมันและแป้งท้าวที่อัตราส่วน 3:7, 4:6, 5:5, 6:4 และ 7:3 พบว่าการใช้แป้งมันและแป้งท้าวที่อัตราส่วน 4:6 ได้รับคะแนนด้านการยอมรับโดยรวมมากที่สุด คือ 6.95 ± 1.42 คะแนน แตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และจากการศึกษาปริมาณเห็ดหูหนูที่เหมาะสมในการผลิตเฉาก๊วยเห็ดหูหนู โดยเติมเห็ดหูหนูในปริมาณร้อยละ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 ของเฉาก๊วย พบว่าการใช้เห็ดหูหนูร้อยละ 12.5 ของเฉาก๊วย ได้รับคะแนนด้านการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคมากที่สุดเท่ากับ 6.80 ± 0.83 ซึ่งแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ปริมาณน้ำตาลทรายที่เหมาะสมในการผลิตน้ำเฉาก๊วยเห็ดหูหนู ซึ่งได้รับความชอบจากผู้บริโภคมากที่สุดคือน้ำเฉาก๊วยเห็ดหูหนูสูตรที่มีการน้ำตาลร้อยละ 19 และจากการศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเฉาก๊วยพร้อมดื่ม โดยเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส วิเคราะห์โดยการตรวจนับจำนวน *E. coli* และยีสต์ และเราพบว่าสามารถเก็บรักษาน้ำเฉาก๊วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่มไว้ได้ 13 วัน โดยมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด

คำสำคัญ : ดัชนีเฉาก๊วย เห็ดหูหนู น้ำเฉาก๊วย

Abstract

The objective of this study was to investigate type and quantity of added flour in Jelly Mushroom filling in Chaokuai, Tapioca flour and arrowroot starch ratio as 3:7, 4:6, 5:5, 6:4 and 7:3, were added in Chaokuai. The result indicated that ratio as 4:6 there was the most overall acceptance from the consumer was 6.95 ± 1.42 , significant ($p < 0.05$). The quantity of Jelly Mushroom filling to the sensory characteristics of Chaokuai, to study by used Jelly Mushroom were varied into 5%, 7.5%, 10%, 12.5% and 15% of Chaokuai. Sensory evaluation showed addition 12.5% Jelly Mushroom of Chaokuai was the most acceptance from the consumer as 6.80 ± 0.83 , significant ($p < 0.05$). Chaokuai with jelly mushroom drink that concluded 19% sugar was the higher of acceptance from the consumer. The shelf life of product was 13 days at 5°C .

Keywords : grass jelly, jelly mushroom, Chaokuai drink

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนการดำเนินการวิจัยจากโครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ งบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2553 ประเภทการพัฒนาทดลอง สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สำนักงานวิจัยและพัฒนา (สวพ.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพทุกท่านที่ประสานงานและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

นางสาวอัญชลี เรืองเดช

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
2.1 เจาก๊วย	4
2.2 เห็ดหูหนู	5
2.3 แป้ง	12
2.4 โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate)	16
2.5 แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต (Ammonium bicarbonate)	16
2.6 วิธีการสกัด (Extraction)	17
2.7 การทำให้เกิดเจลจากแป้ง	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	
3.1 วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์	20
3.2 การเตรียมน้ำเจาก๊วย	21
3.3 การศึกษาปริมาณการใช้แป้งมันและแป้งท้าวในเจาก๊วย	21
เพื่อกำหนดสูตรมาตรฐาน	
3.4 การศึกษาปริมาณเห็ดหูหนูที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของเจาก๊วย	22
3.5 การศึกษาปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์	22
น้ำเจาก๊วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม	
3.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำเจาก๊วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม	23

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7 ทดสอบอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเฝ้าก๊วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม	23
3.8 การวิเคราะห์	23
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำดื่มใบและก้านเฝ้าก๊วย	26
4.2 การศึกษาปริมาณการใช้แป้งมันและแป้งท้าวในเฝ้าก๊วย	27
เพื่อกำหนดสูตรมาตรฐาน	
4.3 การศึกษาปริมาณเห็ดหูหนูที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของเฝ้าก๊วย	30
4.4 การเปรียบเทียบเฝ้าก๊วยสูตรมาตรฐานกับเฝ้าก๊วยเห็ดหูหนู	32
สูตรที่ได้รับการยอมรับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด	
4.5 การศึกษาปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำเฝ้าก๊วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม	33
4.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำเฝ้าก๊วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม	34
4.7 การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเฝ้าก๊วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม	35
บทที่ 5 สรุปผล	37
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางเคมี	41
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา	45
ภาคผนวก ค แบบประเมินทางประสาทสัมผัส	54
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: น้ำเฝ้าก๊วย	58
ประวัติผู้วิจัย	63

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเห็ดหูหนูชนิดบางอบแห้ง และชนิดพันธุ์หนาสด	8
2.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างเห็ดหูหนูขาวและเห็ดหูหนูดำ	12
4.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำเห็ดก๊วย (Total Solid Content) ในน้ำเห็ดก๊วยที่เตรียมสำหรับใช้ผลิตเห็ดก๊วยสูตรมาตรฐาน	27
4.2 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและการคายน้ำออกจากเจลของเห็ดก๊วยที่มีอัตราส่วนของแป้งมันและแป้งข้าวต่างกัน	28
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของเห็ดก๊วยสำหรับผลิตสูตรมาตรฐาน	29
4.4 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเห็ดก๊วยเห็ดหูหนู	30
4.5 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของเห็ดก๊วยเห็ดหูหนู	31
4.6 ผลการวิเคราะห์การคายน้ำออกจากเจลและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเห็ดก๊วยสูตรมาตรฐานและเห็ดก๊วยเห็ดหูหนู	33
4.7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของน้ำเห็ดก๊วยเห็ดหูหนู	34
4.8 องค์ประกอบทางเคมีและพลังงานที่ได้รับจากน้ำเห็ดก๊วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่มในปริมาณ 100 กรัม	35
4.9 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ E. coli และเชื้อยีสต์และราทั้งหมดในผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดก๊วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	36
ตารางผนวกที่ 1 สรุปความแตกต่างระหว่าง CFU และ MPN	53

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ต้นเถาถั่ว	4
2.2 เห็ดหูหนู	6
2.3 ส่วนหัวของท้าวายม่อม	14
2.4 หัวมันสำปะหลัง	15
2.5 สูตรโครงสร้างของแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต	17
4.1 อัตราการคายน้ำออกจากเจลของเถาถั่วเห็ดหูหนูดำ เมื่อผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	32
ภาพผนวกที่ 1 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน	42
ภาพผนวกที่ 2 อุปกรณ์การวิเคราะห์โปรตีน	43
ภาพผนวกที่ 3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์โดยใช้ Petrifilm	48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

เห็ด เป็นอาหารผักประเภทหนึ่งที่นิยมนำมารับประทานกันทั่วไป มีรสชาติดี มีคุณค่าทางอาหารสูงมาก ประกอบไปด้วยโปรตีน กลีโกลิ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และวิตามินต่างๆ (กรมอนามัย, 2535) มีคุณสมบัติทางยาป้องกันและรักษาโรคบางอย่างได้ ผู้ที่รับประทานเห็ดเป็นประจำจะมีกรดไขมันในเส้นเลือดไม่สูงหรือต่ำเกินไป เหมาะสำหรับผู้ที่มีไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจ และโรคความดันโลหิตสูง (บรรณ, 2547) โดยเฉพาะเห็ดหูหนูซึ่งได้รับการยกย่องเป็นสุดยอดของเห็ด (ภาสกิจ, 2547) จากการศึกษาวิจัยพบว่าเห็ดหูหนูค้ำมีน้ำมันยางธรรมชาติและเส้นใย (fiber) ช่วยในการระบายขับของเสียในลำไส้ มีคุณสมบัติในการลดไขมันในเลือด มีสรรพคุณช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ มีฤทธิ์ต้านโรคมะเร็ง บำรุงหัวใจและสมอง เป็นต้น ถึงแม้ว่าเห็ดหูหนูจะมีประโยชน์มากและราคาไม่แพง แต่กลับไม่ค่อยได้รับการนิยมนำบริโภคจากผู้บริโภคมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดชนิดอื่นๆ เช่น เห็ดหอม เห็ดนางฟ้า และเห็ดฟาง (วาริรัตน์, 2549) ประกอบกับปัจจุบันมีกลุ่มเกษตรกรในประเทศหันมาเพาะปลูกเห็ดหูหนูกันมากขึ้นซึ่งมีผลผลิตรวมวันละไม่ต่ำกว่า 50-70 ตัน ทำให้บางช่วงเกิดภาวะเห็ดหูหนูล้นตลาด ราคาตกต่ำ ส่งผลให้เกษตรกรหลายรายเกิดภาวะขาดทุนและเป็นหนี้สิน

เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาเรื่องเห็ดหูหนูล้นตลาด และเป็นการเพิ่มทางเลือกในการบริโภคเห็ดหูหนูให้แก่ผู้บริโภคให้มากขึ้น จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเห็ดหูหนูในรูปของแกล้วยเห็ดหูหนูซึ่งแกล้วยนั้นเป็นอาหารที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในประเทศจีนจนถึงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นที่รู้จักกันดีในฐานะที่เป็นทั้งอาหารหวานและเครื่องดื่มน้ำเพื่อสุขภาพ แกล้วยมีสรรพคุณแก้ร้อนใน แก้ไข้หวัด แก้อักเสบ ลดความดันโลหิตสูง เบาหวาน ตับอักเสบ ลดอาการกระหายน้ำ และทำให้เกิดความสดชื่น (สุวรรณ, 2534) จึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภคในประเทศเขตร้อน ในปีหนึ่ง ๆ ประเทศไทยได้ส่งออกแกล้วยแห้งจากประเทศจีนเป็นจำนวนหลายสิบล้านบาท (เกรียงไกร, 2531) ทั้ง ๆ ที่ทางภาครัฐได้นำพันธุ์จากไต้หวันเข้ามาปลูกในประเทศไทย เนื่องจากปริมาณการผลิตได้ไม่เพียงพอสำหรับการบริโภคแสดงให้เห็นว่าประชากรไทยนิยมนำบริโภคผลิตภัณฑ์จากแกล้วยกันมาก

ดังนั้นการแปรรูปเห็ดหูหนูให้เป็นผลิตภัณฑ์แกล้วยเห็ดหูหนูน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่แกล้วยและเห็ดหูหนูได้ สามารถช่วยลดปัญหาหนี้สินค้าล้นตลาดและมีราคาตกต่ำ นอกจากนี้ยังส่งผลให้ผู้บริโภคที่รับประทานแกล้วยเห็ดหูหนูเป็นประจำมีสุขภาพที่ดี ช่วยลดปัญหาการเจ็บป่วยของประชากรในประเทศได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการผลิตเงาถ้วยเห็ดหูหนู

1.2.2 พัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์น้ำเงาถ้วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 เฉาก๊วย (Grass Jelly)

เฉาก๊วย เป็นขนมที่ได้จากการนำน้ำของต้นเฉาก๊วยที่ต้มจนมีสีน้ำตาลถึงดำ มาตั้งทิ้งให้เย็นจะได้ลักษณะเป็นวุ้นคล้ายเยลลี่ นิยมรับประทานกับน้ำเชื่อมหรือน้ำตาล เฉาก๊วยความหมายตามชื่อคือ เฉาก แปลว่า หญ้า และ ก๊วย แปลว่า ขนม ซึ่งอาจเรียกรวมกันได้ว่า ขนมจากหญ้าสรรพคุณของเฉาก๊วยคือ ช่วยแก้ร้อนในกระหายน้ำ ลดความร้อนในร่างกาย เฉาก๊วยเป็นอาหารหวานชนิดหนึ่ง ซึ่งแพร่หลายในประเทศจีนจนถึงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นที่รู้จักในฐานะที่เป็นทั้งในอาหารหวานและเครื่องคั้นเพื่อสุขภาพ สำหรับในประเทศไทยนั้นถือได้ว่าเป็นอาหารหวานพื้นบ้าน เนื่องจากมีการจำหน่ายทั่วไปในชุมชนเมืองทั่วประเทศ

เฉาก๊วยที่รับประทานเป็นขนมหวานมี 2 ชนิด คือ ชนิดอ่อนที่มีลักษณะนุ่มคล้ายเยลลี่ มักพบขายคู่กับเต้าฮวยโดยดักเป็นแผ่น ๆ ใส่ถ้วยโรยน้ำตาลทรายรับประทานได้ทันที ซึ่งจะนิยมนับรับประทานเฉพาะในหมู่ชาวจีนสูงอายุเท่านั้น และชนิดแข็งซึ่งมีความแข็งและความกรอบมากกว่า เวลารับประทานจะซุดเป็นเส้น ๆ หรือหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ น้ำเชื่อมและน้ำแข็ง นิยมรับประทานกันแพร่หลาย โดยเฉพาะเวลาอากาศร้อนหรือเมื่อกระหายน้ำ

2.1.1 ชื่อวิทยาศาสตร์ของต้นเฉาก๊วยหรือหญ้าเฉาก๊วย

ชื่อสามัญ Grass Jelly

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Mesona chinensis*

เป็นพืชตระกูล Mesona อยู่ในวงศ์ Mint ซึ่งเป็นวงศ์เดียวกับ Basilicum (กะเพราแมงลัก โหระพา) และ Mentha (ตระกูลสะระแหน่)

2.1.2 ลักษณะของต้นเฉาก๊วย

ต้นเฉาก๊วย เป็นไม้พุ่มกึ่งเลื้อยขนาดเล็ก ลำต้นกลม เปราะและหักง่ายคล้ายสะระแหน่ กิ่งก้านแผ่กว้างคลุมดิน ยาวได้ 2–3 ฟุต

ใบเป็นใบเดี่ยว ออกตรงกันข้าม เป็นรูปรีแกมรูปใบหอก ปลายใบแหลม โคนใบสอบ ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อย ก้านใบสีเขียว ยาวประมาณ 1 – 1.5 เซนติเมตร ใบเป็นสีเขียวสด เวลาใบดกจะหนาแน่น เมื่อจับดูจะรู้สึกสากมือ เมื่อนำใบมาขยี้จะมีเมือกสั้น ๆ ใส ๆ ติดมือ เนื่องจากสารเกิดเจลส่วนใหญ่จะอยู่ที่ใบ

ดอก เป็นสีขาว ออกเป็นช่อแบบเชิงลด คล้ายดอก กระเพรา ตามซอกใบและปลายยอด แต่ละช่อประกอบด้วยดอกย่อยจำนวนมาก เวลาที่มีดอกคกและบานพร้อม ๆ กัน จะแปลกตามาก ดอกจะออกได้เรื่อย ๆ เกือบทั้งปี สามารถเก็บเกี่ยวมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งต้น โดยนำมาต้มกับน้ำ จนนํามีสีออกดำซึ่งจะมีรสจืดและเย็นชุ่มคอ ขยายพันธุ์ด้วยวิธีปักชำกิ่ง

การปลูก ขึ้นได้ในดินทั่วไป เป็นไม้ชอบแดดและความชุ่มชื้น ดังนั้น ก่อนปลูกจึงควร ผสมกาบมะพร้าวแห้งหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ พร้อมใส่เกลบคาลงไปอย่างละ 1 ส่วน เพื่อให้อุ้มน้ำ ชุ่มชื้นตลอดเวลา เหมาะจะปลูกทั้งแบบลงดินกลางแจ้งและลงกระถางปากกว้างตั้งไว้ตามหัวเสา รั้ว หน้าบ้าน หลังปลูกบำรุงด้วยปุ๋ยมูลสัตว์หรือปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก จะทำให้ต้นเล้าก้วยเจริญเติบโตเร็ว และสามารถเก็บใบใช้ประโยชน์ได้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.1 ต้นเล้าก้วย (ก) สด (ข) เล้าก้วยตากแห้ง

ที่มา : www.oknation.net/.../images/chaokuay

2.1.3 สรรพคุณของต้นเล้าก้วย

ต้นเล้าก้วย เมื่อนำมาต้มและกรองเอาน้ำไปดื่ม สามารถช่วยแก้การกระหายน้ำ ร้อนใน ไข้หวัด ความดันโลหิตสูง กล้ามเนื้อและข้อพับอักเสบ เบาหวาน และตับอักเสบทุกชนิด ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการแพทย์จีนทั่วไป

2.2 เห็ดหูหนู

เห็ดหูหนู เป็นเห็ดชนิดหนึ่งในเห็ดหลายชนิด แต่เห็ดหูหนูมีลักษณะของดอกเห็ดแตกต่างจากดอกเห็ดชนิดอื่น ๆ โดยทั่วไปอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ เห็ดหูหนูมีลักษณะเป็นแผ่นวุ้นคล้ายหูของหนูแต่อาจจะใหญ่กว่าหูของหนู ไม่มีก้าน ไม่มีโคน เมื่อเล็กลักษณะดอกคล้ายถ้วยชามว่าสร้างสปอร์ด้านตรงข้ามกับก้าน เห็ดหูหนูที่เกิดตามธรรมชาติ ในเขตร้อนมักบางและไม่มีโคน แต่ถ้าเกิดในอากาศที่ค่อนข้างหนาวเย็น มักมีโคนด้านเดียวกับฐานก้าน เมื่อแก่เต็มที่ปลายขอบดอกจะบางเป็นหยัก มีสปอร์สีขาวนวลเป็นล้น ๆ สปอร์ตกหล่นลงกับพื้นหรือปลิวไปตามลม ถ้าตกลงในที่ที่มีความชื้น อุณหภูมิและอาหารดีก็จะงอกออกเป็นเส้นใยและสร้างดอกเห็ดขึ้นใหม่อีก ความสามารถพิเศษของเห็ดหูหนูคือ สามารถย่อยเซลลูโลสและลิกนินได้ ดังนั้นในการเพาะเห็ดหูหนูจึงสามารถเพาะได้ในไม้หรือวัสดุที่มีจุลินทรีย์ที่ย่อยซากได้ เช่น ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ดิน ขี้วัวโพด ช้างวัวโพด เห็ดหูหนูมีหลายชนิด แตกต่างกันด้วยการจัดเรียงลำดับ ลักษณะเนื้อเยื่อและขนาดความกว้างของแต่ละลำดับชั้นเป็นสำคัญ นอกจากนี้ลักษณะอื่น ๆ เช่น สี ขนาด และความหนาบางของดอกเห็ด ก็นำมาใช้ประกอบการพิจารณาด้วย ลักษณะดังกล่าวนี้ อาจจะผันแปรไปได้ตามสภาพแวดล้อม เช่น แสงสว่าง ความชื้น ชนิดของอาหาร เป็นต้น

เห็ดหูหนูเป็นเห็ดที่ชาวจีนรู้จักเพาะและบริโภคมานานเป็นศตวรรษแล้ว ทั้งนี้เนื่องจากชาวจีนถือว่าเห็ดชนิดนี้เป็นยาอายุวัฒนะ เพราะมีความเชื่อว่าถ้าบริโภคเห็ดหูหนูเป็นประจำแล้วจะสามารถลดโรคคอเจ็บ โลหิตจางและแก้ร้อนในได้ นอกจากนี้เห็ดหูหนูยังมีคุณภาพพิเศษคือเมื่อนำไปปรุงอาหารเห็ดหูหนูจะยังคงความกรอบ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวได้ตลอดโดยธรรมชาติแล้วเห็ดหูหนูชอบขึ้นในภูมิอากาศร้อนชื้น ดังนั้นสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย จึงเหมาะสำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดหูหนูเป็นอย่างมาก ในปัจจุบันการเพาะเห็ดหูหนูเป็นอาชีพสำคัญของประชากรในหลายประเทศ ทั้งใช้ในการบริโภคภายในประเทศ และจำหน่ายเป็นสินค้าออกเช่น ประเทศจีน ไต้หวัน เกาหลี และญี่ปุ่น

2.2.1 ชีวิตวิทยาของเห็ดหูหนู

อนุกรมวิธานและการจัดหมวดหมู่ เห็ดหูหนูถูกจัดไว้ใน

Class Basidiomycetes

Order Auriculariales

Family Auriculariaceae

Genus Auricularia

ในการจำแนกชนิดเห็ดหูหนูเป็นชนิดต่างๆ อาศัยลักษณะของดอกเห็ด โดยดูจากการจัดเรียงของเนื้อเยื่อภายในดอกเห็ด ความหนาของดอกและความยาวของโคนเป็นต้น

2.2.2 ศัญฐานวิทยา

ลักษณะดอกเห็ดเป็นแผ่นใสคล้ายแผ่นวุ้น ด้านหนึ่งของดอกเห็ด มีลักษณะเป็นมันเงา มีสีน้ำตาลปนดำ สีน้ำตาลปนแดง สีน้ำตาลอ่อน หรือสีขาวนวล แล้วแต่พันธุ์ของดอกเห็ด อีกด้านหนึ่ง มีลักษณะเป็นขนละเอียดอ่อน คล้ายกำมะหยี่หรือขนหยาบและมีสีอ่อนกว่าอีกด้านหนึ่ง ด้านบนของเห็ดหูหนูส่วนมากมีรอยจีบหรือหักเป็นคลื่น เห็ดหูหนูมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่เล็กจนกระทั่งใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางวัดได้ยาว 10 – 15 เซนติเมตรและมีความแตกต่างกันด้วย



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.2 เห็ดหูหนู (ก) เห็ดหูหนูดำพันธุ์หนา (ข) เห็ดหูหนูขาว

ที่มา: <http://202.142.219.4/uploads/126/126352.jpg>

การพัฒนาของดอกเห็ดหูหนูบนท่อนไม้สามารถแบ่งได้เป็น 5 ระยะคือ

ระยะที่ 1 primodial stage เป็นระยะที่เห็ดเริ่มสร้างดอกเห็ด จะเห็นจากใส่เชือกบนท่อนไม้ 18 วัน มีลักษณะกลม สีม่วงจนถึงสีน้ำตาล ต่อมาอีก 4 – 5 วัน จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร

ระยะที่ 2 Small or thick – cup stage ดอกเห็ดระยะนี้มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.7 เซนติเมตร จะมีการเรียงตัวของเนื้อเยื่อเหมือนกับดอกเห็ดที่โตเต็มที่แล้ว

ระยะที่ 3 Thim cup stage ขอบของดอกขยายออกและเริ่มบาง มีสีน้ำตาลอ่อน การเจริญของขอบไม่เท่ากัน มีด้านหนึ่งเจริญมาก เส้นผ่านศูนย์กลางของดอกประมาณ 2 – 3.5 เซนติเมตร ดอกหนาประมาณ 1.3 มิลลิเมตร อาจพบกลุ่มของสปอร์สีขาวบนดอกเห็ด

ระยะที่ 4 Expanded plain – edged stage ดอกเห็ดเจริญเติบโตเต็มที่ หลังจากระยะที่ 3 ประมาณ 1 อาทิตย์

ระยะที่ 5 Expanded, wavy – edged stage ระยะนี้ต่อจากระยะที่ 4 ต่างกันเฉพาะขอบของดอกเห็ดจะหยัก

ระยะเวลาจากระยะ 1 ถึง 3 เห็ดจะเจริญช้า

เห็ดหูหนูสามารถจำแนกได้ถึง 10 ชนิด สำหรับในประเทศไทยสำรวจพบ 2 ชนิดคือ เห็ดหูหนูพันธุ์บาง และเห็ดหูหนูพันธุ์หนา

1) เห็ดหูหนูพันธุ์บาง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Auricularia auricular Judae Schrot* เห็ดชนิดนี้เกิดขึ้นตามธรรมชาติทั่วไปทุกแห่งของประเทศไทย แต่หากเกิดขึ้นในที่สูง ๆ มักมีสีค่อนข้างคล้ำเช่นเดียวกับประเทศจีน ซึ่งบางแห่งเรียกว่าเห็ดหูหนูจีน ลักษณะของดอกบาง สีน้ำตาลอ่อนหรือสีดำนวลคล้ายเมล็ด ฝัวยาวไม่มีขนทั้ง 2 ด้าน เนื้อดอกบางชนิดหิวกิน บางชนิดดอกใหญ่มาก การออกดอกส่วนมากเกิดเป็นดอกเดี่ยว ๆ เมื่อแห้งแล้วจะแข็งกรอบและน้ำหนักลดลงมากประมาณเห็ดสด 10 – 13 กิโลกรัม ตากแห้งจะได้น้ำหนัก 1 กิโลกรัม จากการส่งตัวอย่างไปให้กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรมวิเคราะห์เห็ดแห้งพบว่าเห็ดหูหนูชนิดบางมีคุณค่าทางโภชนาการดังตารางที่ 2.1

2) เห็ดหูหนูชนิดหนา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc Monleh เห็ดชนิดนี้มีความหนากว่าชนิดแรกมาก เมื่อตัดขอบเห็ดออกก็สามารถลอกออกได้เป็น 2 ชั้นโดยง่าย ฝัวด้านตรงข้ามกับก้านหรือฝัวด้านที่มีลักษณะเรียบ ส่วนฝัวด้านหลังจะเป็นริ้วและมีขนละเอียด ลักษณะของขนพร้อมทั้งสีของขนจะขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ เห็ดเห็ดหูหนูพันธุ์หนามีสรรพคุณทางยาและคุณค่าทางอาหารสูงกว่าพันธุ์บาง เห็ดหูหนูช่วยแก้โรคร้อนใน เจ็บคอ บำรุงกระดูก ฟอกเลือด เมื่อนำไปปรุงอาหารไม่เป็นเมือก มีความกรอบมากกว่าพันธุ์บาง ก้านสั้นมากหรือไม่มีเลย ดอกเห็ดจะบานอยู่นานไม่เฉาง่าย มีน้ำหนักดี ดอกเห็ดสดประมาณ 6 – 8 กิโลกรัม เมื่อตากแห้งน้ำหนักได้ประมาณ 1 กิโลกรัม จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของกรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม พบว่าเห็ดหูหนูพันธุ์หนามีคุณค่าทางโภชนาการดังตารางที่ 2.1

นอกจากนี้ยังมีเห็ดอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่า เห็ดหูหนูขาว ชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Tremellaria fuciformis* เป็นเห็ดคนละชนิดกับเห็ดหูหนู มีลักษณะดอกเป็นสีขาวคล้ายปะการัง หรือ ดินกลิ้งปิ้งหาเห็ดชนิดนี้ราคาแพงมาก เนื่องจากชาวจีนถือว่า เป็นยาฟอกเลือด บำรุงปอด แก้อ่อนใน เห็ดหูหนูขาวดอกใหญ่ๆอย่างดี ตากแห้งราคาประมาณกิโลกรัมละ 2,000 – 3,000 บาท สูงกว่าเห็ดหูหนูธรรมดา ประมาณ 5 – 10 เท่า

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเห็ดหูหนูชนิดบางอบแห้ง และเห็ดหูหนูพันธุ์นาสด

คุณค่าทางโภชนาการ ต่อ 100 กรัม	เห็ดหูหนูชนิดบางอบแห้ง	เห็ดหูหนูพันธุ์นาสด
ความชื้น (%)	16.01	85.70
ไขมัน (%)	1.41	0.70
โปรตีน (%)	13.80	7.25
กาก (%)	3.50	18.70
เถ้า (%)	3.60	1.69
คาร์โบไฮเดรต (%)	61.68	71.50
จำนวนแคลอรี (แคลอรี)	314.61	321.50
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	32.90	332.60
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	318.00	122.10
เหล็ก (มิลลิกรัม)	4.10	14.30
วิตามิน บี1 (มิลลิกรัม)	0.12	0.008
วิตามิน บี 2 (มิลลิกรัม)	0.64	1.173
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	5.00	0.38
ไนอาซีน (มิลลิกรัม)	7.80	0.43

ที่มา: บรรณ บุรณะชนบท, 2547

2.2.3 วงจรชีวิตของเห็ดหูหนู

เมื่อดอกเห็ดหูหนูเจริญเต็มที่ จะสร้างสปอร์หรือเมล็ดมีสีขาว หล่นลงพื้นตามแรงดึงดูดของโลกหรือตามกระแสลม เมื่อสปอร์ตกลงในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมทั้งความชื้น อุณหภูมิ อาหาร อากาศ และความเป็นกรด – ด่าง สปอร์ก็จะงอกออกเป็นเส้นใยชั้นที่ 1 ซึ่งถือว่าเป็นอวัยวะสืบพันธุ์ มีนิวเคลียส 1 อัน เส้นใยจะเจริญเติบโตตามความยาวและแตกกิ่งก้านสาขา เส้นใยเห็ดที่งอกออกจากสปอร์ ไม่สามารถพัฒนาหรือรวมตัวเป็นดอกเห็ดได้ ต่างจากเห็ดฟางและเห็ดแชมปิญองที่สามารถพัฒนาเส้นใยชั้นที่ 1 เป็นดอกได้เลย ส่วนเห็ดหูหนูนั้นจำเป็นต้องมีการผสมกันกับเส้นใยที่งอกจากสปอร์อีกอันหนึ่งที่สามารถเข้ากันได้ (Compatible) ก่อน แล้วจึงเกิดเป็นเส้นใยชั้นที่ 2 ต่อจากนั้นจะแตกกิ่งก้านสาขาขึ้นแทนเป็นจำนวนมาก เส้นใยชั้นที่ 2 นี้ จะมีขนาดเล็กกว่าเส้นใยชั้นที่ 1 เล็กน้อย มีนิวเคลียส 2 นิวเคลียสอยู่ในเซลล์เดียวกันแต่ไม่รวมกัน ถ้าสองดู

ด้วยกลไกจุลทรรศน์จะเห็นมีปมหรือสะพานอยู่ระหว่างข้อต่อ (Clamp connection) เมื่อเส้นใยชั้นที่ 2 มีจำนวนมากและสะสมอาหารไว้เพียงพอแล้ว ก็จะรวมตัวเพื่อพัฒนาให้เป็นดอกเห็ดขึ้นใหม่ต่อไป วงจรชีวิตของเห็ดหูหนูแบบ Heterothallic มีดังนี้

1) เห็ดหูหนูเจริญเติบโตเต็มที่ จะมีการสร้างสปอร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นผงสีขาวหล่นบนพื้น หรือปลิวไปตามสายลม

2) เมื่อสปอร์ของดอกเห็ดปลิวไปตกในบริเวณที่เหมาะสม เช่น ความชื้น อุณหภูมิ และอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดหูหนู สปอร์ก็จะงอกเส้นใยชั้นแรก (primary mycelium) ออกมา เส้นใยของเห็ดหูหนูจะมีผนังกัน (Septate hypha) และภายในแต่ละช่องจะมีนิวเคลียส 1 อัน เส้นใยของเห็ดหูหนูจะมีการแตกกิ่งก้านมากมาย แต่ไม่สามารถจะมารวมและพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้

3) เส้นใยของเห็ดหูหนูพวก primary mycelium จะต้องมีการผสมกัน หรือรวมกันระหว่างเส้นใยที่เกิดจากต่างสปอร์กัน แต่สามารถเข้ากันได้ (Compatible) หลังจากเกิดการรวมตัวกัน จะได้เส้นใยชั้นที่ 2 (Secondary mycelium) เส้นใยชั้นที่ 2 จะมีขนาดเล็กกว่าเส้นใยชั้นแรกเล็กน้อย และภายในเส้นใยแต่ละช่อง (Septum) จะมี 2 นิวเคลียส เส้นใยชั้นที่ 2 นี้ ระหว่างเซลล์จะมีข้อยึด เรียกว่า Clamp connection เส้นใยชั้นที่ 2 จะเจริญและมีการสะสมของอาหารไว้ในเส้นใย สามารถจะพัฒนาเป็นดอกเห็ดต่อไป

2.2.4 สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดหูหนู

การเจริญของเห็ดหูหนูจะเจริญดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญ อาจจำแนกได้ดังนี้

1) อุณหภูมิ (Temperature) เห็ดหูหนูเป็นเห็ดที่เจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมาก ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส เส้นใยของเห็ดจะไม่ค่อยเติบโต อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเติบโตของเห็ด คือ 28 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิควรอยู่ระหว่าง 20 – 30 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จะชะงักการงอกของสปอร์ การงอกของสปอร์เห็ดหูหนูขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญ นอกจากนี้ในสภาพอุณหภูมิต่ำ เห็ดหูหนูจะมีครีบดอกติดปกติและมีขนยาว เจริญเติบโตช้าและผลผลิตต่ำ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงดอกเห็ดหูหนูที่ได้จะมีขนาดเล็กเส้นใยโตช้าแห้งง่าย และผลผลิตต่ำ

2) ความชื้น (Humidity) เห็ดหูหนูจัดเป็นเห็ดที่ชอบความชื้นของอากาศสูง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative humidity) ไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 80 โดยเฉพาะในระยะเวลาที่เห็ดหูหนูใกล้ออกดอก ควรมีความชื้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ส่วนความชื้นในวัสดุเพาะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดหูหนู ควรมีความชื้นประมาณร้อยละ 60 ทั้งความชื้นในอากาศและความชื้นในวัสดุที่ใช้เพาะ นับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ควบคุมการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ดหูหนู

1) เห็ดหูหนูขาว ได้ถูกยกย่องให้เป็นสุดยอดของเห็ด จากการศึกษาวิจัยพบว่าเห็ดหูหนูขาวมีส่วนประกอบของโปรตีน ไขมัน น้ำตาล ไฟเบอร์ กรดอะมิโน วิตามิน และสารจำเป็นต่าง ๆ รวมทั้งน้ำมันยางอย่างอุดมสมบูรณ์

สรรพคุณที่สำคัญคือ ชะลอความเสื่อมของเซลล์ เสริมภูมิคุ้มกัน ทำให้ระบบไหลเวียนเลือดของหัวใจดีขึ้น (ลดอาการหลอดเลือดหัวใจขาดหรือตีบ) มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง ลดอาการแทรกซ้อนภายหลังการฉายแสงรักษาโรคมะเร็ง

สรรพคุณทางยาจีน เสริมบำรุงสารน้ำของปอด บำรุงไต ทำให้เกิดสารน้ำ หุดโถ (โถที่เกิดจากปอดแห้ง ๆ มีเลือดปน) บำรุงพลัง บำรุงหัวใจ บำรุงสมอง มีฤทธิ์สงบประสาทช่วยให้นอนหลับ และเนื่องจากสรรพคุณดังกล่าวของเห็ดหูหนูขาวซึ่งเป็นคุณสมบัติทางยา ไม้ร้อน ไม้เย็น มีรสหวาน จึงทำให้เห็ดหูหนูขาวมีคุณสมบัติในการเสริมธาตุน้ำ และวังลมปราณปอด (สีขาวเป็นสีของปอด) มักใช้บำรุงร่างกายคนสูงอายุที่มีอาการปวดยใจเรื้อรัง ทำให้พลัง ใจสัน นอนไม่หลับ ผู้ที่เป็นวัณโรค ไอแห้ง ไอมีเสมหะปนเลือด ผู้ที่มีความดันเลือดสูง ไขมันในเลือดสูงหรือมีภาวะการแข็งตัวของหลอดเลือดแดง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของโรคหลอดเลือดสมองแตกหรือโรคหลอดเลือดหัวใจตีบได้

2) เห็ดหูหนูดำ ได้ชื่อว่าเป็นอาหารคาวของอาหารเจ ในทางแพทย์จีนถือว่าเป็นยาบำรุงเลือด มีส่วนประกอบคล้ายกับเห็ดหูหนูขาว คุณสมบัติทางยา ไม้ร้อน ไม้เย็น รสหวาน วังเส้นลมปราณไต (สีดำเป็นสีของไต) เป็นเห็ดที่ได้รับพลังยินสะสม ทำให้ลดความร้อนหรือทำให้เกิดความเย็นแก่กระเพาะอาหารได้

เห็ดหูหนูดำมักถูกนำมาเป็นอาหารสำหรับคนที่มีความดันเลือดสูง ไขมันในเลือดสูง หลอดเลือดแข็งตัว นิ้วในอุ้งน้ำดี นิ้วในไต ไอแห้ง ๆ อุจจาระเป็นเลือด ป้องกันมะเร็ง ลดอาการแทรกซ้อนภายหลังการฉายรังสี จากการศึกษางานวิจัยพบว่าเห็ดหูหนูดำมีน้ำมันยางธรรมชาติ และสารไฟไฟเบอร์ ช่วยในการระบายขับของเสียในลำไส้ มีฤทธิ์ด้านการเกาะตัวของเกล็ดเลือด และคุณสมบัติการลดไขมันในเลือด ซึ่งเป็นอาหารที่เหมาะสมกับคนสูงอายุหรือผู้ที่มีโรคหัวใจ

เนื่องจากเห็ดหูหนูดำมีคุณสมบัติที่เย็นกว่าเห็ดหูหนูขาว มีฤทธิ์ในการลดความร้อนของเลือด หุดเลือด เช่น ประจำเดือนมากผิดปกติ ริดสีดวงทวาร อุจจาระเป็นเลือด (ซึ่งเกิดจากความร้อนของระบบเลือด) คนที่ภาวะร่างกายเย็นเกินไป หรือมีอาการดังกล่าวต้องพิจารณาเสริมด้านอื่นประกอบ และไม่ควรแนะนำให้กินเห็ดหูหนูในช่วงกลางคืน

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างเห็ดหูหนูขาวและเห็ดหูหนูดำ

ข้อเหมือนกัน	ข้อแตกต่าง
	เห็ดหูหนูขาว
1.คุณสมบัติไม่ร้อน-ไม่เย็น	1. รังเส้นลมปราณปอด
2.รสหวาน	2. บำรุงพลัง-ยินของปอด
3. ส่วนประกอบ	3. จุดเด่นที่วัน โรคปอด ไอแห้ง ๆ ไอมีเลือดปน (เนื่องจากปอดแห้งขาดสารอินหล่อเลี้ยง) เลือดกำเดา ออก คอแห้ง เบื่ออาหารเนื่องจากกระเพาะอาหารแห้ง
4. ด้านมะเร็ง ลดไขมันในเลือด ลดความดันเลือดสูง หลอดเลือดตีบ	เห็ดหูหนูดำ 1. รังเส้นลมปราณไต 2. บำรุงพลัง-เลือดยินของไต (บำรุงสมอง) 3. จุดเด่น เลือดออกเนื่องจากเลือดร้อน โดยเฉพาะ อุจจาระหรือปัสสาวะเป็นเลือด ประจำเดือนมาก ผิดปกติ ริดสีดวงทวาร โรคบิด

ที่มา: ภาสกิจ วัฒนาวินูล, 2547

หมายเหตุ : คุณสมบัติของเห็ดหูหนูทั้งสองชนิดคล้ายกัน แต่การออกฤทธิ์ของเห็ดหูหนูขาวจะออกฤทธิ์ที่ปอดและกระเพาะอาหาร ส่วนเห็ดหูหนูดำจะออกฤทธิ์ที่ไตและตับ

2.3 แป้ง

แป้ง เป็นพอลิแซคคาไรด์ที่เกิดจากกลูโคสจำนวนหลายพัน โมเลกุลมาต่อกัน มีโครงสร้างเป็นทั้งแบบสายยาวและกึ่งก้านสาขา แป้งมีมากในพืชประเภทเมล็ดและหัว ข้าวโพดมีแป้งร้อยละ 50 ข้าวเจ้ามีแป้งร้อยละ 75 และมันฝรั่งมีแป้งร้อยละ 20 เป็นต้น เมื่อแป้งถูกความร้อนจะกลายเป็นเด็คซ์ทริน ซึ่งเป็นสารที่มีรสหวานเล็กน้อยและมีสมบัติเหนียวแบบกาว

2.3.1 ชนิดของแป้ง

1) แป้งข้าวเจ้า เมื่อเนื้อแป้งสุกจะมีสีขาวขุ่น ไม่ถึงกับเหนียวหนึบและไม่ถึงกับร่วนฟูเป็นเนื้อทราย มีกลิ่นหอมของข้าวที่หุงสุกใหม่ๆ เหมาะสำหรับทำขนมตาล ขนมถ้วยฟู ขนมข้าวเหนียวหรือขนมทราย

2) แป้งข้าวเหนียว เป็นแป้งเมื่อสุกแล้วมีความเหนียวเหนียว มีสีขาวขุ่น เนียนเป็นเนื้อเดียวกัน สัมผัสได้จากขนมกล้วยแปบ ขนมเหนียว ขนมบัวลอย และขนมบ้าบิ่น

3) แป้งสาลี เนื้อแป้งมีความเบานุ่ม ทำให้ขึ้นฟูได้มาก จึงเหมาะสำหรับทำขนมปุยฝ้าย ขนมสาลี่หรือขนมอบกรอบแบบไทย เช่น ขนมหน้าฉนวนและขนมกลีบบัว

4) แป้งถั่วเขียว แป้งนี้เมื่อถูกปรุงให้สุกจะมีลักษณะเด่นที่ความใสเงางามเหมือนวุ้น แต่เหนียวแข็ง นิยมนำมาทำเป็นเส้น ๆ ฝอย ๆ แบบเส้นหมี่ นำมาทำเป็นขนมซ่าหริ่ม หรือขนมเรไรได้

5) แป้งท้าว เป็นแป้งที่ช่วยทำให้ขนมนุ่ม ใส เงางาม มักใช้ผสมกับแป้งชนิดอื่น ๆ เช่น ผสมกับแป้งมันและแป้งข้าวเจ้าในขนมชั้น ใช้ผสมกับแป้งข้าวเจ้าในขนมเปียกปูน หรือขนม น้ำดอกไม้

6) แป้งมันสำปะหลัง เมื่อถูกนำมาปรุงให้สุกแป้ง จะมีลักษณะขุ่นเหนียว เนื้อค่อนข้างใส ส่วนใหญ่มักใช้ผสมร่วมกับแป้งอื่น เพื่อให้เนื้อแป้งเกิดความเหนียวใสและดูขึ้นเงา เช่น ขนมปลากริมไข่เต่า หรือขนมด้วง หรือผสมแป้งนี้ร่วมกับแป้งข้าวเหนียว นอกจากนี้ในขนมเคี้ยวส่วนยังมีการละลายแป้งมันกับน้ำใส่ลงไปด้วยเช่นกัน เพื่อทำให้น้ำเคี้ยวมีความข้นเหนียว

2.3.2 แป้งที่ใช้ในการทดลอง

1) แป้งท้าว (Arrowroot starch) คือ แป้งที่ได้จากหัวท้าวขायม่อม ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ชนิดหนึ่ง มีลักษณะคล้ายมันฝรั่ง เนื้อในเป็นสีขาวนวล เมื่อนำมาทำแป้ง ต้องปอกหัวท้าวขायม่อมให้หมดทั้งตาและเปลือก ล้างน้ำให้สะอาด นำไปชูดหรือฝนที่ละหัว เมื่อฝนแล้วจะมีลักษณะคล้ายมะพร้าวขูด แต่เปียกกว่า นำหัวท้าวขायม่อมที่ฝนแล้ว ผสมน้ำ คนให้เข้ากัน กรองด้วยผ้าขาวบาง จะได้เนื้อแป้งสีขาวขุ่น ปล่อยให้แป้งที่ได้นั่งตกตะกอน แล้วค่อย ๆ รินน้ำใส ๆ ทิ้ง เปลี่ยนน้ำ 3 - 4 ครั้ง จะทำให้แป้งไม่ขม รินน้ำใส ๆ ด้านบนทิ้ง ใส่น้ำแป้งลงในถุงแป้ง ทับแป้งพอหมาด นำแป้งไปตากแดดให้แห้ง แล้วบดให้ละเอียดอีกครั้ง

ลักษณะของแป้งท้าว เป็นละอองแป้ง ก้อนขนาดเล็ก สีขาวเป็นเงา เนียน มัน ลื่น ก่อนนำไปใช้ต้องบดให้ละเอียดเป็นผง เมื่อนำแป้งท้าวไปหุงต้มสุก จะมีความข้นเหนียวเหนียวและใส เมื่อทิ้งให้เย็น จะมีความเหนียวมากกว่ากว่าแป้งมันสำปะหลัง นิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมร่วมกับแป้งชนิดอื่น เพื่อให้ขนมมีความข้นเหนียว เป็นมันวาว ใส นำรับประทาน เช่น การทำขนมชั้น หรือนำไปทำขนมไทย ประเภทเปียกที่ใช้แป้ง จะทำให้น้ำใส ไม่ขุ่นขาวและขึ้นเกินไป เช่น การทำเคี้ยวส่วน ดั้นท้าวขायม่อม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tacca leontopetaloides* Ktze มีชื่อสามัญ อาทิ พญารากเดียว ไม้เท้าฤๅษี กาสะลอง จรดพระธรณี เป็นไม้พุ่มขนาดเล็กสูงประมาณ 1 - 2 เมตร จากหนังสือสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ องค์การสวนพฤกษศาสตร์กล่าวว่า ทั้งต้นเป็นสมุนไพรแก้ปวดเมื่อย ราก เป็นยาขับเสมหะ ขับพิษไข้ แก้อ่อนใน



ภาพที่ 2.3 ส่วนหัวของท้าวายม่อม

ที่มา: <http://cherdpr1.wordpress.com/2007/12/26/187/>

การสกัดแป้งจากหัวท้าวายม่อม ทำได้โดยล้างหัวให้สะอาดปอกเปลือก นำมาย่อยสลายให้ได้แป้งโดยน้ำสะอาดโดยวิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้ วิธีที่ 1 เอาหัวฝนบนแผ่นสังกะสีที่เจาะรูด้วยตะปูใช้ภาชนะเช่นโอ่งหรือถังพลาสติกใส่น้ำรอรับส่วนที่ฝนได้ไว้ วิธีที่ 2 นำหัวสับย่อยให้เป็นชิ้นเล็กแล้วใส่ในเครื่องปั่นผลไม้ เติมน้ำเล็กน้อยแล้วปั่นเอาส่วนที่ได้มาเติมน้ำคนให้เข้ากันแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง เอาส่วนที่เป็นกากทิ้งไป แช่ส่วนที่กรองได้ในภาชนะนาน 3 ชั่วโมง แป้งจะตกตะกอนอยู่ก้นภาชนะเมื่อครบ 3 ชั่วโมง เทน้ำทิ้ง เติมน้ำลงในแป้งที่ตกตะกอน คนให้เข้ากันแล้วกรองอีกครั้ง แช่ส่วนที่กรองได้ครั้งที่ 2 นี้อีกจนครบ 3 ชั่วโมง แล้วดำเนินการเหมือนกับเมื่อครบ 3 ชั่วโมงแรก จากนั้นแช่ส่วนที่กรองได้เป็นครั้งที่ 3 เมื่อครบ 3 ชั่วโมงแล้ว จึงเทน้ำทิ้ง นำแป้งที่ตกตะกอนอยู่ก้นภาชนะออกมาตากแดดให้แห้ง จะได้แป้งขาวสะอาด โดยได้น้ำหนักกว่า 1 กิโลกรัมจากหัวสดประมาณ 5 กิโลกรัม

2) แป้งมันสำปะหลัง (Cassave starch) หรือแป้งสิงคโปร์ คือ แป้งที่ทำจากหัวมันสำปะหลัง โดยปอกเปลือกมันสำปะหลังขูดด้วยกระต่ายเงินให้ละเอียด ใส่น้ำกรองเอากากทิ้งปล่อยให้แป้งตกตะกอนรินน้ำใส ๆ ตอนบนทิ้ง ใส่แป้งลงในถุงผ้า ทับแป้งพอหมาด จึงนำแป้งไปตากแดดให้แห้ง ลักษณะของแป้งมัน เป็นละอองแป้งขาว ละเอียด เป็นมัน เมื่อสัมผัสจะลื่นมือหรือบีดูไม่เป็นเม็ด คุณสมบัติของแป้งมัน เมื่อนำแป้งไปหุงต้มสุกจะเหนียวเหนียวใส แล้วทิ้งไว้ให้เย็น จะเป็นน้ำเหลวข้นแต่ใสมีความเหนียวเหนอะหนะ แต่ไม่เป็นวุ้น นิยมนำมาทำขนมไทยที่ต้องการเหนียวเหนียวและใส เช่น ทับทิมกรอบ เต้าส่วนและผสมกับแป้งชนิดอื่น เพื่อให้ขนมมีความเหนียวนุ่มกว่าใช้แป้งชนิดเดียว เช่น ขนมชั้น ขนมกล้วย มันสำปะหลัง มีชื่อเรียกทั่วไปในภาษาอังกฤษว่า แคสซาวา (Cassava) หรือทาปิโอกา (Tapioca) ประเทศแถบทวีปอเมริกา-

ได้ใช้ภาษาสเปนเรียกว่า ยูคา (Yuca) ภาษาโปรตุเกสในประเทศบราซิลเรียกว่า แมนดิโอกา (Mandioca) แถบประเทศในทวีปแอฟริกาที่พูดภาษาฝรั่งเศส เรียกว่า แมนนิค (Manioc) และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า แมนนิฮอต เอสคูเลินตา แครนทซ์ (Manihot esculenta Crantz) การจัดลำดับทางพฤกษศาสตร์ของมันสำปะหลัง มีดังนี้ วงศ์ (Family) Euphorbiaceae (ซึ่งรวมถึงยางพาราและตะรุ้ง) สกุล (Genus) Manihot ชนิด (Species) esculenta



ภาพที่ 2.4 หัวมันสำปะหลัง

ที่มา: http://www.ibnuaffan.com/images/ECONews_img/080909.jpg

ลำต้นมีลักษณะคล้ายข้อ เนื่องจากก้านใบซึ่งแก่ร่วงหล่นไป สีของลำต้นบริเวณใกล้ข้อจะมีสีเขียว ส่วนที่ต่ำลงมามีสีแตกต่างกันไปตามลักษณะพันธุ์ เช่น สีเงิน สีเหลือง สีน้ำตาล ใบมีก้านใบยาวติดกับลำต้น แผ่นใบเว้าเป็นแฉกมี 3 – 9 แฉก มันสำปะหลังมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อเดียวกัน แต่อยู่แยกคนละดอก ดอกตัวผู้มีขนาดเล็กอยู่บริเวณส่วนปลายของช่อดอก ส่วนดอกตัวเมียมีขนาดใหญ่กว่าอยู่บริเวณส่วนโคนของช่อดอก ดอกตัวเมียจะบานก่อนดอกตัวผู้ประมาณ 1 อาทิตย์ การผสมเกสรจึงเป็นการผสมข้ามระหว่างต้น หลังจากปลูกแล้วประมาณ 2 เดือนรากจะเริ่มสะสมแป้งและมีขนาดใหญ่ขึ้นตามอายุ เรียกว่า หัว จำนวนหัว รูปร่างขนาด และน้ำหนัก แตกต่างกันไปตามพันธุ์ พันธุ์พื้นเมืองที่ใช้ปลูกในประเทศไทย เมื่ออายุประมาณ 1 ปี ยาวประมาณ 27.7 – 43.3 เซนติเมตร และกว้างประมาณ 4.6 – 7.8 เซนติเมตร ได้คืนมีความอุดมสมบูรณ์ดี และมันสำปะหลังมีอายุมากกว่า 1 ปี บางพันธุ์อาจให้หัวหนักหลายสิบกิโลกรัม ส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลังมีกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) ซึ่งเป็นสารที่เป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์ประกอบอยู่ด้วย ใบและเปลือกมีสารนี้มากกว่าเนื้อสด และพันธุ์ต่างๆ ก็มีปริมาณ

สารนี้แตกต่างกันออกไป ดังนั้นเวลาจะใช้เป็นอาหาร ควรใช้พันธุ์ห่านที่เพราะมีกรดไฮโดรโซ-
ยานิกต่ำกว่า และก่อนจะบริโภคควรนำมันสำหรับมาปอกเปลือก หั่น เลี้ยว ย่าง ปิ้ง คั่ว
ปริมาณกรดไฮโดรโซยานิกจะลดลงจนถึงปริมาณซึ่งร่างกายมนุษย์สามารถเปลี่ยนกรดไฮโดรโซยานิก
นี้เป็นสารอื่นที่ไม่เป็นอันตรายได้ ห้วนสำหรับหลังสดส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำร้อยละ 60–80 แป้ง
ร้อยละ 20–40 และมีโปรตีนไม่ถึงร้อยละ 2 ดังนั้นห้วนสำหรับหลังจึงเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต
ให้พลังงานต่อร่างกายมนุษย์และสัตว์ที่ดี

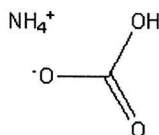
2.4 โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate)

โซเดียมไบคาร์บอเนต หรือ โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต รู้จักทั่วไปในชื่อ เบคกิงโซดา
และไบคาร์บอเนตออฟโซดา สูตรโมเลกุลคือ NaHCO_3 มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ละลายน้ำได้ดีมี
ความเป็นด่างเล็กน้อย ช่วยในการสกัดเฮมิเซลลูโลสและลิกนินออกจากใบและก้านเฉาก๊วย

2.5 แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต (Ammonium bicarbonate)

แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต หรือ ไบคาร์บอเนตออฟแอมโมเนีย, แอมโมเนียมไฮโดรเจน
คาร์บอเนต, ฮาร์ตสฮอร์น (hartshorn) หรือ ผงเบกกิงแอมโมเนีย เป็นเกลือไบคาร์บอเนตของ
แอมโมเนีย สูตรโมเลกุล NH_4HCO_3 น้ำหนักโมเลกุล 79.06 กรัม/โมล

แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต เกิดจากการให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในสารละลาย
แอมโมเนีย มีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย สารละลายของ
แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต เมื่อสัมผัสกับอากาศหรือโดนความร้อนจะปล่อยแก๊ส
คาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำให้กลายเป็นด่างในปฏิกิริยา สารละลายทั้งหมดของคาร์บอเนต
เมื่อถูกคั่วจะสลายตัวเกิดเป็น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแอมโมเนีย ดังสมการ:



Ammonium bicarbonate

ภาพที่ 2.5 สูตรโครงสร้างของแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต

ที่มา: <http://th.wikipedia.org/wiki/แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต>

2.6 วิธีการสกัดสาร (Extraction)

การสกัด เป็นวิธีการแยกสารที่ต้องการออกมา โดยใช้ตัวพา (carrier) และวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการสกัดน้ำจากกากพืชแห้ง เป็นการสกัดด้วยระบบของแข็ง (liquid – solid system) ซึ่งเรียกว่า การล้างออก (leaching) ประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ กระบวนการแรกเป็นการเปลี่ยนสถานะของตัวถูกละลาย ขณะที่ละลายในตัวทำละลาย โดยปกติแล้วกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงไม่ค่อยมีผลต่ออัตราเร็วในการสกัด กระบวนการที่สองเป็นการแพร่กระจาย (diffusion) ของตัวถูกละลายภายในตัวทำละลายที่อยู่ในช่องว่างของพืช เป็นกระบวนการควบคุมอัตราการสกัด ดังนั้นถ้ามีการบดให้กากพืชแห้งมีขนาดเล็กลง จะทำให้ระยะทางที่ตัวถูกละลายต้องผ่านสั้นลง การเพิ่มอุณหภูมิในการสกัดทำให้อัตราการแพร่กระจายสูงขึ้น และระยะเวลาในการสกัดก็มีผลต่อปริมาณที่สกัดได้เช่นกัน และกระบวนการที่สามเป็นกระบวนการถ่ายเทมวลสารของตัวถูกละลาย จากสารละลายที่อยู่ภายในพืชออกสู่สารละลายภายนอก ซึ่งการกวนหรือการคนขณะทำการสกัดจะช่วยให้การถ่ายเทมวลสารเกิดได้เร็วขึ้น การใช้ด่างสกัดกากพืชจะมีผลทั้งการเปลี่ยนสถานะของตัวถูกละลายและการแพร่กระจาย โดยด่างจะมีผลให้สารบางชนิดที่เกาะตัวอยู่กับคาร์โบไฮเดรตหลุดออกไป หรือทำให้คาร์โบไฮเดรตมีประจุเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้การละลายดีขึ้น ในส่วนที่มีผลต่อการแพร่กระจายของตัวถูกละลายนั้น ด่างจะมีผลทำให้เซลล์โลสของตัวออก ทำให้น้ำเข้าไปสัมผัสกับเอมิเซลล์โลสได้เร็วขึ้น จึงทำให้การแพร่กระจายของเอมิเซลล์โลสเป็นไปอย่างรวดเร็ว ถ้าด่างที่ใช้มีความเข้มข้นมากขึ้น การพองตัวของเซลล์โลสจะมากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อการแพร่กระจายของเอมิเซลล์โลสมากขึ้น (Whistler and Smart, 1953) อย่างไรก็ตามการใช้ด่างในการสกัดก็อาจมีผลต่ออาหารที่ใช้ จึงควรใช้ภาชนะที่เป็นแก้วทนไฟ ภาชนะเคลือบ หรือภาชนะที่ทำด้วยสแตนเลส

การสกัดทำได้ 3 วิธีคือ แบบไม่ต่อเนื่อง แบบกึ่งต่อเนื่อง และแบบต่อเนื่องไหลสวนทางกัน แบบไม่ต่อเนื่อง (batch or single stage) เป็นวิธีการสกัดที่ของแข็งและของเหลวสัมผัสกันเพียงชุดเดียว ได้ผลิตภัณฑ์ชุดเดียว ซึ่งถ้าของแข็งถูกสกัดด้วยตัวทำละลายที่มากพอที่จะละลายตัวถูกละลายได้หมดโดยไม่มีการดูดซับตัวทำละลายไว้ และให้เวลาในการสกัดนานพอ ตัวถูกละลายทั้งหมดจะละลายอยู่ในตัวทำละลาย เรียกว่า การทำงานในภาวะสมดุล (equilibrium stage) กากและของเหลวในสัปดาห์จะถูกแยกจากกันด้วยการตกตะกอน (setting) การกรอง (filtration) หรือการบีบน้ำออก ซึ่งทั้งหมดนี้จะเกิดขึ้นในขั้นตอนเดียว ประสิทธิภาพการทำงานขึ้นอยู่กับระยะเวลาการสกัด ต้องใช้เวลามากพอที่จะให้ตัวถูกละลายละลายออกมาจนหมด และประสิทธิภาพในการแยกสารสกัดออกจากกากพืช โดยพืชไม่มีการดูดซับตัวถูกละลายและตัวทำละลายเอาไว้ แบบกึ่งต่อเนื่อง (semibatch or crosscurrent extraction) เป็นวิธีการสกัดที่ของแข็งชุด

เคียวถูกสกัดโดยของเหลวที่ไหลผ่านเข้ามาหลายชุด ได้ผลิตภัณฑ์ออกมามากหลายชุดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนการสกัดเป็นการสกัดในภาวะสมดุล มีข้อดีคือการสกัดสารได้มาก แต่ข้อเสียคือต้องตัวทำลายมาก และแบบต่อเนื่องไหลสวนทางกัน (countercurrent extraction) เป็นวิธีการสกัดที่ทั้งของแข็งและของเหลวได้สัมผัสกันอย่างต่อเนื่อง ให้ผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ เป็นวิธีการสกัดที่ดีที่สุด ได้สารสกัดที่มีความเข้มข้นสูงสุด และประหยัดมากที่สุด นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรม แต่การสกัดมีหลายขั้นตอนซึ่งต้องเครื่องมือในการสกัดมาก (สุริยภา สินขวรงค์. 2527; ศถาพร ชุตินาสกุล. 2529)

2.7 การทำให้เกิดเจลจากแป้ง

การทำให้เกิดเจล คือ การที่เม็ดแป้งดูดซับน้ำเข้าไป มีการพองตัวและไม่มีน้ำแยกตัวออกมาแม้ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลานาน ทำให้โมเลกุลของเม็ดแป้งจับตัวกันใน 3 ทิศทาง (ณรงค์ นิยมวิทย์ และ อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2528) ในการทำให้เกิดเจลนี้สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ความเข้มข้นของแป้งที่ใช้ ซึ่งจะมีผลต่อการพองตัวของแป้งมาก ทำให้ได้ก้อนเจลก๊วยแข็งที่มีลักษณะนุ่มหยุ่น แข็งและกรอบเล็กน้อย ความเข้มข้นของสารละลายน้ำเจลก๊วยที่สกัดได้ก็เป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเช่นกัน เพราะจากการทดลองเบื้องต้นพบว่า หากเติวน้ำเจลก๊วยอย่างเดียวยังจะไม่เกิดเจล หรือหากกวนแป้งมันสำปะหลังกับน้ำเจลก๊วยที่ได้จะมีลักษณะของแป้งเปียกใส มีความเหนียวไหลได้เล็กน้อย แต่ไม่จับตัวกันเป็นก้อนที่อยู่ตัวและไม่กรอบ (ณรงค์ นิยมวิทย์ และอัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2528) และถ้าใช้สารละลายน้ำเจลก๊วยที่มีความเข้มข้นสูงมากกวนกับแป้งมันสำปะหลัง เจลที่ได้จะมีความคงตัวดีกว่าการสารละลายน้ำเจลก๊วยที่มีความเข้มข้นต่ำมากกวนกับแป้งในปริมาณเท่ากัน นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำเจลก๊วยที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.53 (ใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 0.25 ในปริมาณ 36 เท่าของดินเจลก๊วยบด ใช้เวลาสกัด 1 ชั่วโมง) เพียงพอที่จะทำให้เจลก๊วยมีลักษณะนิ่มและหยุ่นเล็กน้อย กล่าวได้ว่า ถ้าสารละลายน้ำเจลก๊วยความเข้มข้นต่ำจะได้เจลก๊วยอ่อนไม่คงตัว และถ้าใช้สารละลายน้ำเจลก๊วยความเข้มข้นสูงจะได้เจลก๊วยแข็งและมีความคงตัวมาก แต่จะเกิดเจลได้อย่างไรยังไม่พบว่ามีผู้ใดศึกษาไว้

ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเกิดเจล ได้แก่ อุณหภูมิการเกิดเจล ถ้าอุณหภูมิสูงจะเกิดเจลได้เร็ว ระยะเวลาการให้ความร้อน ถ้าให้ความร้อนนานเกินไปความเหนียวจะลดลง การคนเพื่อให้ความร้อนแพร่เข้าสู่เม็ดแป้งทั่วถึงจะทำให้เกิดเจลได้เร็วขึ้น แต่ถ้าคนนานเกินไปจนกระทั่งเย็น เจลที่ได้จะมีความคงตัวต่ำ และอัตราเร็วของการทำให้เย็นก็มีผลมาก การทำให้เจลก๊วยเย็นอย่างช้า ๆ จะได้เจลที่แข็งแรงและมีความคงตัวมากกว่าการทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว (ศิวาพร ศิวเวช. 2529)

สุวรรณี สนโสภา (2534) รายงานว่า วิธีการสกัดเจลจากดินเถ้าถ่านด้วยค่าที่เหมาะสม คือ ใช้ดินเถ้าถ่านในการสกัด โดยสารละลายต่าง (โซเดียมไบคาร์บอเนต) เข้มข้นร้อยละ 0.45 ปริมาณ 200 เท่าของดินเถ้าถ่าน คั้นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำให้ได้สารละลายเถ้าถ่านเข้มข้นร้อยละ 21.63 จากนั้นเติมแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 3 ของน้ำเถ้าถ่าน คนจนแป้งละลายหมดและนำไปตั้งทิ้งไว้ให้เกิดเจล จะได้เจลที่อยู่ตัวดี มีความหยุ่น กรอบ มีรสจืดไม่ฝื่อน

ACM 641 ๑213ก 2553 ๑.1

อภิชล เรืองเดช

การพัฒนาระบบจัดการข้อมูล

คัดลอกพร้อมด้วย : ฐานข้อมูล

32000001006305

1232

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

- 1) ใบเจาก้วยแห้ง (ตรา 5 ดาว, ประเทศจีน)
- 2) ก้านเจาก้วยแห้ง (ตราไถ่, บริษัท Kam Loom Hong, ประเทศจีน)
- 3) เชือกคอกคอก (ยี่ห้อฝักคอกคอก, บริษัท ฝักคอกคอก จำกัด, ประเทศไทย)
- 4) แป้งมันสำปะหลัง (ตราปลามังกร, บริษัท Trade Mark, ประเทศไทย)
- 5) แป้งข้าว (ตราปลามังกร, บริษัท Trade Mark, ประเทศไทย)

3.1.2 สารเคมี

- 1) โซเดียมไบคาร์บอเนต (ตรา Red TriangleE, บริษัท Tianjin Soda Plant, ประเทศไทย)
- 2) แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต (ตรา TAI LIANG, บริษัท TAI LIANG, ประเทศไทย)
- 3) ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Ajax Finechem Pty Ltd., Australia)
- 4) กรดซัลฟิวริก (Ajax Finechem Pty Ltd., Australia)
- 5) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Ajax Finechem Pty Ltd., Australia)
- 6) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Brightchem SDN BHD, New Zealand)
- 7) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Ajax Finechem Pty Ltd., Australia)
- 8) โซเดียมซัลเฟต (Brightchem SDN BHD, New Zealand)
- 9) คอปเปอร์ซัลเฟต (Ajax Finechem Pty Ltd., Australia)
- 10) กรดบอริก (Brightchem SDN BHD, New Zealand)
- 11) สารละลายเมทิลเรด (Brightchem SDN BHD, New Zealand)
- 12) สารละลายโบรโมคริสซอลกรีน (Ajax Finechem Pty Ltd., Australia)
- 13) ฟีนอล์ฟทาลิน (The East Asiatic (Thailand) Ltd., Thailand)
- 14) โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต (The East Asiatic (Thailand) Ltd., Thailand)

3.1.3 อุปกรณ์

- 1) เครื่องชั่ง Electrical Balance (รุ่น BX-62005, บริษัท Shimadzu, ประเทศญี่ปุ่น)
- 2) เครื่อง Texture Analyzer (รุ่น TA.XT Plus, ประเทศอังกฤษ)
- 3) เครื่อง Hunter Colour Lab (รุ่น Colour Flex, บริษัท LEONICS, ประเทศไทย)
- 4) คู่มือไฟฟ้า (รุ่น XF065, ประเทศอิตาลี)
- 5) ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (Moisture can)
- 6) เครื่อง Hunter Colour Lab (รุ่น Color Flex)
- 7) เครื่องวัดค่า Water activity (A_w) รุ่น A_w CX3 TE 04058999B
- 8) เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (รุ่น TA.XT Plus)
- 9) เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Extraction Unit E-812 SOX, Version B)
- 10) เครื่องวิเคราะห์ใยอาหาร
- 11) ชุดย่อยและกลั่นไนโตรเจน (Digestion Unit K-424, Version A)
- 12) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง รุ่น ED224S (บริษัท ไซแอนติฟิค โปรโมชัน จำกัด, เยอรมัน)
- 13) เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น บีกเกอร์ กระบอกตวง ฟลาส

3.2 การเตรียมน้ำเจลาตีย

นำใบและก้านเจลาตียอัตราส่วน 2 ต่อ 1 แช่ในน้ำสะอาดเป็นเวลา 5 นาที เพื่อดึงดินและสิ่งเจือปนออก จากนั้นนำก้านและใบเจลาตียที่ล้างสะอาดแล้วใส่ลงในหม้อสเตนเลสปริมาณร้อยละ 4.5 เติมน้ำสะอาดลงในหม้อร้อยละ 95 เติมน้ำโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.25 และแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.25 ปิดฝาและนำไปให้ความร้อนควบคุมอุณหภูมิที่ 95 ± 1 องศาเซลเซียส ใช้ไม้พายคนทุก ๆ 15 นาที เมื่อครบเวลา 3 ชั่วโมง ปิดไฟ และทิ้งให้ส่วนผสมเย็น กรองผ่านผ้าขาวบางพับซ้อนกัน 3 ชั้น คั้นเอาแต่น้ำ กรองซ้ำ 3 ครั้ง จนได้น้ำเจลาตียสีดำ ใส และมีความหนืดเล็กน้อย นำน้ำเจลาตียที่สกัดได้ไปหาปริมาณของแข็งทั้งหมด

3.3 การศึกษาปริมาณการใช้แป้งมันและแป้งท้าวในสูตรเจลาตียเพื่อกำหนดสูตรมาตรฐาน

นำน้ำเจลาตียที่เตรียมในข้อ 3.2 ใส่ลงในหม้อในปริมาณร้อยละ 90 ของส่วนผสมทั้งหมด ปิดฝาให้สนิท ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 ± 1 องศาเซลเซียส เตรียมแป้งโดยผสมแป้งมันและแป้งท้าวในอัตราส่วน 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, และ 7:3 เติมน้ำสะอาดปริมาณ 3 เท่าโดยน้ำหนักของแป้ง คนให้ละลายเข้ากัน จากนั้นค่อยๆ เติมน้ำแป้งลงในหม้อคั้นน้ำเจลาตีย ปริมาณร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด ใช้ไม้พายคนไปในทิศทางเดียวกัน ควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ได้ยว 85 ± 1 องศาเซลเซียส

เกี่ยวข้องกับเนื้อเดียวกัน สัมผัสจากน้ำเฉกด้วยมีลักษณะใส ชื่นหนืด และไม่หยดจากไม้พาย จึงเทใส่ภาชนะสเตนเลส หากมีฟองเกิดขึ้นให้ตักฟองออก เพื่อให้ผิวหน้าเฉกด้วยเรียบเนียน วางไว้ที่อุณหภูมิห้องจนเฉกด้วยที่ได้เกิดเจลที่มีลักษณะคงตัวและเหนียวนุ่ม

ทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเฉกด้วยทั้ง 5 สูตร โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน ชิมและให้คะแนนตามระดับความชอบ (hedonic scale) 9 จุด คือ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด เพื่อคัดเลือกสูตรมาตรฐานที่มีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด จากนั้นนำเฉกด้วยไปวิเคราะห์การจับน้ำออกจากเจล (Syneresis) และวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเฉกด้วย

3.4 การศึกษาปริมาณเห็ดหูหนูที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของเฉกด้วย

ผลิตเฉกด้วยตามสูตรมาตรฐาน ที่ได้จากการทดลองให้ข้อ 3.3 (อัตราส่วนของแป้งมันและแป้งข้าวเจ้า 4:6 โดยน้ำหนัก) เมื่อเติมน้ำเฉกด้วยกับน้ำแป้งจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว เทเห็ดหูหนูคั้นเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสประมาณ 1x1 มิลลิเมตร ลงในส่วนผสมของเฉกด้วยในปริมาณร้อยละ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 ของเฉกด้วย จากนั้นเคี่ยวต่อไปจนน้ำเฉกด้วยเหนียว ชื่น ใส และไม่หยดจากไม้พาย เทส่วนผสมของเฉกด้วยเห็ดหูหนูที่ได้ใส่ภาชนะสเตนเลส หากมีฟองเกิดขึ้นให้ตักฟองออก เพื่อให้ผิวหน้าเฉกด้วยเรียบเนียน ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนเฉกด้วยที่ได้มีลักษณะคงตัว นำเฉกด้วยเห็ดหูหนูค่าไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน ให้คะแนนตามระดับความชอบ (hedonic scale) 9 จุด เพื่อคัดเลือกสูตรที่มีปริมาณเห็ดเหมาะสมและมีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด จากนั้นนำเฉกด้วยไปวิเคราะห์ค่าสี การจับน้ำออกจากเจล และวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

การเปรียบเทียบเฉกด้วยสูตรมาตรฐานกับเฉกด้วยเห็ดหูหนูค่าสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ทำได้โดยนำเฉกด้วยทั้ง 2 สูตรไปทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค และใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ให้คะแนนตามระดับความชอบ (hedonic scale) 9 จุด และเปรียบเทียบการจับน้ำออกจากเจล

3.5 การศึกษาปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำเฉกด้วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม

นำน้ำเฉกด้วยมาเจือจางกับน้ำดื่มสะอาดในอัตราส่วน 1:9 ให้ได้น้ำเฉกด้วยเจือจางปริมาณ 2,000 กรัม ใส่ใบเตย 5 กรัม นำน้ำเฉกด้วยไปตั้งไฟให้เดือด ที่อุณหภูมิ 95 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที เติมน้ำตาลทรายปริมาณร้อยละ 11, 13, 15, 17 และ 19 ของส่วนผสม คนจน

น้ำตาลละลาย เติมน้ำเจือก้วยเห็ดหูหนูแห้งเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า กว้างxยาวประมาณ 1.3x1.3 เซนติเมตร ต้มต่ออีก 3 นาที จากนั้นยกลงจากเตา ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนเย็น แล้วนำไปกรองใส่ภาชนะบรรจุปิดฝาให้สนิท นำน้ำเจือก้วยไปวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้

ทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำเจือก้วยเห็ดหูหนูดำพร้อมดื่มทั้ง 5 สูตร โดยเสิร์ฟน้ำเจือก้วยพร้อมดื่มผสมเจือก้วยเห็ดหูหนู ให้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน ให้คะแนนตามระดับความชอบ (hedonic scale) 9 จุด ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

3.6 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ของผลิตภัณฑ์น้ำเจือก้วยเห็ดหูหนู พร้อมดื่ม

- การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC Method 920.87, 1990)
- การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC Method 922.06, 1990)
- การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC Method 923.03, 1990)
- การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย (AOAC Method 962.09, 1990)

3.7 การทดสอบอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเจือก้วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเจือก้วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่มที่อุณหภูมิห้อง (29-32 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ การตรวจนับจำนวนเชื้อ *Escherichia coli* (*E. coli*) และการตรวจนับเชื้อราและยีสต์ โดยตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสุ่มตรวจทุก 24 ชั่วโมง ตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สุ่มตรวจทุก 2 วันจนครบ 10 วัน หลังจากนั้นสุ่มตรวจทุกวันจนกระทั่งผลิตภัณฑ์น้ำเจือก้วยเห็ดหูหนูพร้อมดื่มมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ เกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพตัวอย่างทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง

3.8 การวิเคราะห์

3.8.1 การหาปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำเจือก้วย (Total Solid Content)

การหาปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำเจือก้วยทำตามวิธีของ AOAC (1990) โดยชั่งและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างประมาณ 2 – 5 กรัม ใส่ลงในภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (moisture can) ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 103±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น 20 นาที นำออกมาชั่งและบันทึกน้ำหนัก จนกระทั่งน้ำหนักตัวอย่างคงที่ คำนวณปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำเจือก้วยได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

3.8.2 การวิเคราะห์ค่าสีของเจลก๊วยโดยใช้เครื่อง Hunter Colour Lab

ตัดเจลก๊วยให้มีขนาดเล็ก ใส่ลงในภาชนะสำหรับวัดค่าสีของเครื่อง Hunter Colour Lab รุ่น Colour Flex จนเต็ม และใส่ยางเส้นสีดำ เพื่อป้องกันแสงทางด้านข้าง จากนั้นปิดทับด้านบนด้วยแผ่นโลหะสีเงินและครอบด้วยฝาครอบสีดำเพื่อป้องกันแสงอีกครั้ง กดปุ่มเพื่อให้เครื่องอ่านค่า และบันทึกค่าสีที่ได้ แสดงเป็นค่า L^* , a^* และ b^* ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.8.3 การวิเคราะห์การขับน้ำออกจากเจลของเจลก๊วย

การวิเคราะห์การขับน้ำออกจากเจลของเจลก๊วย ทำตามวิธีของอดิศักดิ์ เอกโสวรรณ, 2543 โดยชั่งและบันทึกน้ำหนักของเจลก๊วยที่ผลิตได้ นำเจลก๊วยไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส เมื่อผ่านการเก็บรักษาทุก ๆ 24 ชั่วโมง ให้รินน้ำเจลก๊วยที่ถูกขับออกจากเจลของเจลก๊วยทิ้งให้หมด ชั่งและบันทึกน้ำหนักของก้อนเจลก๊วย เมื่อเก็บรักษาที่เวลา 24, 48, และ 72 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ คำนวณเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่ถูกขับออกจากเจลได้จากสูตร

$$\text{ปริมาณน้ำที่ถูกขับออกจากเจล (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

เมื่อ A คือ น้ำหนักของเจลก๊วยที่ผลิตได้ (กรัม)

B คือ น้ำหนักของเจลก๊วยหลังการเก็บรักษา (กรัม)

3.8.4 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเจลก๊วยโดยใช้เครื่อง Texture Analyzer

ตัดตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสกว้างด้านละ 3 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร วางลงบนพื้นที่วัดของเครื่อง Texture Analyzer (รุ่น TA.XT Plus) ใช้หัววัด blade set (HDP/BSK) แล้วบันทึกค่าแรงที่ใช้ตัดตัวอย่างจนขาดจากกัน ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

สภาวะที่ใช้ทดสอบ : Pre-Test Speed :	2.0	mm/s
Test Speed :	2.0	mm/s
Post-Test Speed :	10.0	mm/s
Distance :	20	mm
Trigger Type :	5	g
Data Acquisition Rate :	200	pps

3.8.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำเถ้าถ่าน การวิเคราะห์ค่าสี การขับน้ำออกจากเจล ค่าสีและเนื้อสัมผัส วางแผนการทดลองแบบการทดลองแบบจำแนกทางเดียว (Complete Randomized Design, CRD)

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเถ้าถ่านสูตรมาตรฐานและเถ้าถ่านหัดหนู วางแผนการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีของ Duncan และการเปรียบเทียบเถ้าถ่านสูตรมาตรฐานกับเถ้าถ่านหัดหนูค่าสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ใช้ตาราง t-test ในการประมวลผลทางสถิติ

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำดื่มในและก้านฉาแก้ว

การผลิตฉาแก้วเพื่อให้ได้ก้อนฉาแก้วที่มีคุณภาพดีมีลักษณะเหนียวนุ่ม คงรูปร่างได้ดี ปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องคือ ความเข้มข้นหรือปริมาณของแข็งทั้งหมดของสารละลายน้ำฉาแก้วที่สกัดได้ เพราะจากการทดลองเบื้องต้นพบว่าหากเติมน้ำฉาแก้วอย่างเดียวยังจะไม่เกิดเจล หรือการเติมน้ำแป้งมันสำปะหลังที่มีความเข้มข้นต่ำเจลที่ได้จะมีลักษณะของแป้งเปียกใส มีความเหนียวไหลได้เล็กน้อย แต่ไม่จับตัวกันเป็นก้อนที่อยู่ตัวและไม่กรอบ (ณรงค์ นิยมวิทย์ และอัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ, 2528) ถ้าใช้สารละลายน้ำฉาแก้วที่มีความเข้มข้นสูงมากวนกับแป้งมันสำปะหลัง เจลที่ได้จะมีความคงตัวดีกว่าการสารละลายน้ำฉาแก้วที่มีความเข้มข้นต่ำมากวนกับแป้งในปริมาณเท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำฉาแก้วที่สกัดได้นั้นประกอบไปด้วยสารประกอบเฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเพคติน ซึ่งจะละลายออกมาจากก้านและใบฉาแก้วในขั้นตอนการต้มเกี่ยว สารประกอบทั้ง 3 ชนิด มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดทั้งทางกายภาพและทางเคมี มีพันธะกันแบบแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals forces) และแบบไฮโดรเจน (Hydrogen bonds) ในระยะแรกของการเจริญเติบโต สารประกอบทั้ง 3 ชนิดนี้จะมีปริมาณใกล้เคียงกันและเป็นส่วนประกอบหลักของเซลล์ แต่เมื่อเซลล์มีอายุมากขึ้นปริมาณสารเหล่านี้จะแตกต่างกันไป เนื่องจากมีอัตราการเร็วในการสร้างไม่เท่ากัน (Klein, 1987) สารที่สำคัญที่สุดในกลุ่มนี้คือ ลิกนินและเฮมิเซลลูโลส ลิกนินทำให้เกิดสีน้ำตาลซึ่งเป็นลักษณะของฉาแก้ว ส่วนเฮมิเซลลูโลสทำให้เกิดเจล (Whistler, 1987) ดังนั้นในการทดลองเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตฉาแก้วให้เหตุผลซึ่งมีการทดลอง 3 ข้าง จึงต้องมั่นใจว่าน้ำฉาแก้วที่เตรียมได้ในแต่ละครั้งมีประมาณความเข้มข้นของแข็งที่สกัดออกมานั้นมีปริมาณที่สม่ำเสมอ ไม่แตกต่างกัน ไม่เช่นนั้นอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การทดลองคลาดเคลื่อนได้ การวิเคราะห์สารที่สกัดได้จากต้นและใบฉาแก้วในรูปของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำฉาแก้วที่ได้จากการต้มเกี่ยวน้ำฉาแก้วเพื่อผลิตฉาแก้ว พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำฉาแก้วทั้ง 3 ข้าง มีค่าร้อยละ 1.04 ± 0.005 , 1.04 ± 0.012 และ 1.03 ± 0.006 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าน้ำฉาแก้วที่ใช้การใช้ในการทดลองผลิตฉาแก้วในขั้นตอนต่อไปมีความเป็นสม่ำเสมอ สามารถนำไปใช้ในการทดลองในขั้นตอนต่อไปได้โดยไม่ก่อความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง ดังนั้นจึงสามารถใช้การหาปริมาณของแข็งในน้ำฉาแก้วเป็นตัวกำหนดความสม่ำเสมอของการผลิตฉาแก้วให้เหตุผลได้

ตารางที่ 4.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมด(Total Solid Content) ในน้ำเถ้ากัญที่เตรียมสำหรับใช้ผลิต
เถ้ากัญสูตรมาตรฐาน

การผลิตครั้งที่	ร้อยละของปริมาณของแข็งทั้งหมด ^{ns}
1	1.04±0.005
2	1.04±0.012
3	1.03±0.006

^{ns} คือ สัญลักษณ์แสดงความไม่แตกต่างกัน

4.2 การศึกษาปริมาณการใช้แ่งมันและแ่งท้าวในเถ้ากัญ เพื่อกำหนดสูตรมาตรฐาน

เนื่องจากการสกัดสารเคมีเซลลูโลสด้วยค่าต่าง ใช้ น้ำปริมาณมาก สารละลายที่ได้จึงมีความเข้มข้นต่ำมาก ประมาณร้อยละ 0.3-0.9 (สุวรรณี สิ้นไสวงค์. 2534) ประกอบกับสารที่สกัดได้มีโมเลกุลขนาดเล็ก จึงไม่สามารถเกิดเจลได้ แม้จะเป็นสารที่ดูดน้ำได้มากก็ตาม การใส่สารบางชนิดลงไปเพื่อเป็นโครงสร้างของเจลจึงมีความสำคัญมาก สารที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น แป้งและวุ้น เป็นต้น ปริมาณที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามความแข็งของเจลที่ต้องการ อย่างไรก็ตามปริมาณที่ใช้อยู่ระหว่างร้อยละ 1.0-6.7 ของปริมาณน้ำเถ้ากัญ การเติมสารชนิดนั้นออกจากจะทำหน้าที่เป็น โครงสร้างของเจลแล้วยังมีส่วนช่วยในการอุ้มน้ำอีกด้วย จากการศึกษาปริมาณส่วนผสมของแป้งมันและแป้งท้าวเพื่อใช้ในการกำหนดสูตรมาตรฐาน โดยแบ่งเถ้ากัญเป็น 5 สูตร ซึ่งทดลองเติมแป้งมันและแป้งท้าวลงในเถ้ากัญในอัตราส่วนของแป้งมัน : แป้งท้าว เท่ากับ 3:7, 4:6, 5:5, 6:4 และ 7:3 ในสูตรที่ 1-5 ตามลำดับ แล้ววิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสและการคายน้ำออกจากเจลของเถ้ากัญ พบว่าค่าของแรงที่ใช้ในการตัด (cutting force) เนื้อเถ้ากัญอยู่ในช่วง 4.21-6.07 นิวตัน ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ผลของการทดสอบการคายน้ำออกจากเจลเถ้ากัญเมื่อนำเถ้ากัญไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าเถ้ากัญสูตรที่ 1, 2 และ 3 มีการคายน้ำออกจากเจลเถ้ากัญน้อยกว่าสูตรที่ 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แสดงให้เห็นว่าการชนิดและปริมาณของแป้งมีผลต่อการคายน้ำของเจลเถ้ากัญ คือ การเติมแป้งมันในปริมาณที่มากขึ้น หรือการลดปริมาณแป้งท้าวให้น้อยลงส่งผลให้การคายน้ำของเจลเถ้ากัญเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของสุวรรณี สิ้นไสวงค์ (2534) ซึ่งรายงานว่า การใช้แป้งมันสำหรับใช้ในการผลิตเถ้ากัญแข็งนั้นมีข้อจำกัด กล่าวคือ ควรใช้ให้อยู่ในเกณฑ์พอดี ไม่ต่ำหรือสูงเกินไป มิฉะนั้นจะไม่เกิดเจลตามที่ต้องการ และปริมาณที่ใช้

ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำเถ้าก้วยผง (ปริมาณของแข็งที่อยู่ในน้ำเถ้าก้วย) ถ้าใช้ความเข้มข้นของเถ้าก้วยผงมากก็ต้องใช้แป้งมันสำปะหลังเข้มข้นมากด้วย ทั้งนี้เพราะแป้งมันสำปะหลังและสารที่ทำให้เกิดเจลที่อยู่ในเถ้าก้วยผงต่างก็มีคุณสมบัติเป็น ไฮโดรฟิลิก (hydrophilic) เมื่ออยู่ในสารละลายเดียวกันต่างก็แย่งกันเกาะน้ำไว้ ในตัวอย่างที่มีสารที่ทำให้เกิดเจลดน้อยแต่มีแป้งมันสำปะหลังมาก แป้งมันสำปะหลังจะดูดน้ำส่วนใหญ่ไว้จนกระทั่งเม็ดแป้งแตกออก และขัดขวางการเกิดเจลของสารทำให้เจล ประกอบกับแป้งมันสำปะหลังเองก็เกิดเจลได้น้อย เถ้าก้วยที่ได้จึงมีลักษณะนุ่มและ อีกทั้งยังเกิดการคายน้ำออกจากเจลได้มาก แต่การใช้แป้งท้าวจะช่วยเสริมการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น และทำให้เนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม ยืดหยุ่นได้ดี แต่ถ้าใช้แป้งท้าวมากเกินไปจะทำให้เถ้าก้วยมีสีขุ่น และเหนียวจนเกินไป

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและการคายน้ำออกจากเจลของเถ้าก้วยที่มีอัตราส่วนของแป้งมันและแป้งท้าวต่างกัน

อัตราส่วน แป้งมัน : แป้งท้าว	เนื้อสัมผัส (cutting force) ^{ns} (นิวตัน)	ร้อยละของการคายน้ำออกจาก เจลเถ้าก้วย (syneresis)
3:7	5.93±0.80	2.40±0.07 ^c
4:6	4.68±0.15	2.44±0.15 ^c
5:5	4.58±0.72	2.59±0.04 ^c
6:4	6.07±2.13	2.94±0.04 ^a
7:3	4.21±0.97	2.87±0.10 ^{ab}

^{ns} คือ สัญลักษณ์แสดงความไม่แตกต่างกัน

^{a-c} คือ สัญลักษณ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของเจาก๊วยสำหรับผลิตสูตรมาตรฐาน

อัตราส่วน ระหว่าง แป้งมัน:แป้งท้าว	ลักษณะทางประสาทสัมผัส (คะแนน)				
	สี ^{ns}	กลิ่น	เนื้อสัมผัส ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	การยอมรับ โดยรวม
3:7	7.53±1.11	6.40±1.51 ^b	6.80±1.36	6.18±1.91	6.60±1.50 ^{ab}
4:6	7.44±1.21	7.03±1.41 ^a	6.81±1.22	6.36±1.49	6.95±1.42 ^a
5:5	7.48±1.20	6.51±1.50 ^b	6.81±1.29	6.26±1.81	6.75±1.39 ^{ab}
6:4	7.48±1.15	6.65±1.51 ^b	6.45±1.29	6.16±1.46	6.54±1.22 ^b
7:3	7.50±1.07	6.59±1.41 ^b	6.85±1.04	6.21±1.34	6.71±1.09 ^{ab}

^{ns} คือ สัญลักษณ์แสดงความไม่แตกต่างกัน

^{a-b} คือ สัญลักษณ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของเจาก๊วยทำหลังจากที่เก็บเจาก๊วยไว้ที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดเจลอย่างสมบูรณ์ พบว่าผู้บริโภครู้สึกว่าความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส และรสชาติของเจาก๊วยไม่แตกต่างกัน สำหรับคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เจาก๊วยอยู่ในช่วง 6.54 – 6.95 ซึ่งถือว่าผู้บริโภคให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์เจาก๊วยในระดับปานกลาง ซึ่งถ้าวิเคราะห์ตามหลักทางสถิติแล้วพบว่าค่าการยอมรับโดยรวมในแต่ละสูตรไม่แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาความชอบด้านกลิ่นของเจาก๊วย พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นอยู่ในช่วง 6.40 – 7.03 ซึ่งสูตรที่ 2 มีคะแนนด้านกลิ่นของเจาก๊วยมีค่ามากกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) คือ 7.03 ± 1.41 แสดงดังตารางที่ 4.3

สำหรับการพิจารณาเลือกสูตรสำหรับผลิตเจาก๊วยสูตรมาตรฐานนั้นจะใช้ข้อมูลด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการพิจารณาเป็นหลัก จากข้อมูลในตารางที่ 4.2 และ 4.3 พบว่าเจาก๊วยสูตรที่ 1 และ 2 มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ไม่แตกต่างกัน แต่สูตรที่ 2 คะแนนความชอบด้านกลิ่น และความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคมากกว่า จึงเลือกเจาก๊วยสูตรที่ 2 คือ ที่มีอัตราส่วนของแป้งมันและแป้งท้าวเป็น 4:6 มาผลิตเป็นเจาก๊วยสูตรมาตรฐานสำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อไป

4.3 การศึกษาปริมาณเห็ดหูหนูที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของเจาก๊วย

จากการศึกษาปริมาณเห็ดหูหนูค่าที่ใช้ในการผลิตเจาก๊วย โดยทดลองเติมเห็ดหูหนูสดในเจาก๊วยในอัตราส่วนร้อยละ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 ของเนื้อเจาก๊วย จากนั้นวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเจาก๊วยซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์ค่าสีและลักษณะเนื้อสัมผัสของของเจาก๊วย จากการวิเคราะห์ค่าสีโดยวัดค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) พบว่าการเติมเห็ดหูหนูในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นมีแนวโน้มจะทำให้ค่าความสว่างและค่าความเป็นสีเหลืองของเจาก๊วยมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเนื้อของเจาก๊วยนั้นมีสีดำ (ไม่สามารถวัดค่าความสีได้) แต่เห็ดหูหนูมีสีที่สว่างกว่าเนื้อเจาก๊วย ดังนั้นเมื่อเติมเห็ดหูหนูลงไปจึงทำให้ค่าความสว่างของเจาก๊วยเพิ่มขึ้น

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวัดค่าแรงตัดขาด (cutting force) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus, ประเทศอังกฤษ) พบว่าค่าแรงตัดขาดของเจาก๊วยอยู่ในช่วง 2.71 – 4.53 นิวตัน ซึ่งการเพิ่มปริมาณเห็ดหูหนูที่มากขึ้นส่งผลให้ค่าแรงตัดขาดน้อยลง โดยสูตรที่มีการเติมเห็ดหูหนูร้อยละ 12.5 และ 15 มีค่าแรงตัดขาดเท่ากับ 2.71 และ 2.81 นิวตัน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ทั้งนี้ขึ้นเห็ดหูหนูที่เติมลงไปจะไปขัดขวางการเกาะจับกันของสารที่ทำให้เกิดเจลทำให้เกิดเจลไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้เจลไม่แข็งแรง

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเจาก๊วยเห็ดหูหนู

ปริมาณเห็ดหู หนูค่า(ร้อยละ)	ค่าสี			เนื้อสัมผัส (นิวตัน)
	L*	a* ^{ns}	b*	
5	9.97±1.34 ^b	0.85±0.18	-0.38±0.23 ^b	4.53±0.16 ^a
7.5	10.37±0.53 ^b	0.45±0.06	-0.34±0.07 ^b	3.65±0.06 ^b
10	9.56±0.78 ^b	0.81±0.28	-0.50±0.05 ^b	4.52±0.22 ^a
12.5	9.54±1.09 ^b	0.65±0.39	-0.42±0.11 ^b	2.71±0.07 ^c
15	12.66±1.79 ^a	0.39±0.11	0.26±0.16 ^a	2.81±0.09 ^c

^{ns} คือ สัญลักษณ์แสดงความไม่แตกต่างกัน

^{a-c} คือ สัญลักษณ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเจาก๊วยเห็ดหูหนู โดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์เจาก๊วยเห็ดหูหนูจำนวน 40 คน โดยใช้แบบสอบถามความชอบแบบ 9-points hedonic scale พบว่าเจาก๊วยเห็ดหูหนูทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันทั้งทางด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และรสชาติ ซึ่งสูตรที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากที่สุดคือ สูตรที่มีการเติมเห็ดหูหนูร้อยละ 12.5 ของเนื้อเจาก๊วย ซึ่งมีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวม เท่ากับ 7.26, 5.98, 6.34, 6.01 และ 6.80 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของเจาก๊วยเห็ดหูหนู

ปริมาณ เห็ดหูหนู (ร้อยละ)	ลักษณะทางประสาทสัมผัส (คะแนน)					
	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ปริมาณ เห็ดหูหนูต่อ	รสชาติ	การยอมรับ โดยรวม
5	7.20±0.99 ^{ab}	5.98±1.22 ^a	5.76±1.03 ^{bc}	5.81±0.80 ^c	5.73±1.03 ^{bc}	5.75±0.93 ^{bc}
7.5	7.16±1.06 ^{ab}	5.71±1.14 ^b	5.84±1.10 ^b	5.65±1.10 ^{bc}	5.86±1.06 ^{ab}	5.95±1.02 ^b
10	7.09±1.05 ^b	6.09±1.06 ^a	5.60±0.95 ^{bc}	5.55±0.86 ^c	5.63±0.97 ^c	5.65±1.04 ^c
12.5	7.26±0.94 ^a	5.98±1.19 ^a	6.34±0.98 ^a	6.60±0.79 ^a	6.01±1.00 ^a	6.80±0.83 ^a
15	7.15±1.07 ^{ab}	5.90±1.25 ^{ab}	5.56±1.33 ^c	5.60±0.99 ^{bc}	5.69±1.13 ^{bc}	5.59±1.06 ^c

^{ac} คือ สัญลักษณ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ภาพที่ 4.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าการคายน้ำออกจากเจลเจาก๊วยเห็ดหูหนูทั้ง 5 สูตร ทุก ๆ 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่า ในเวลา 24 ชั่วโมง เจาก๊วยเห็ดหูหนูสูตรที่ 4 คือ มีอัตราส่วนของเห็ดหูหนูร้อยละ 12.5 ของเจาก๊วยมีการคายน้ำน้อยกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และเมื่อพิจารณาจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคแล้วพบว่าผู้บริโภคมีความชอบในผลิตภัณฑ์ในสูตรที่ 4 มากกว่าตัวอย่างอื่น ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกเจาก๊วยเห็ดหูหนูสูตรที่ 4 เป็นสูตรมาตรฐานสำหรับการผลิตน้ำเจาก๊วยต่อไป

เริ่มต้น ในขณะที่เจลาทีย์เห็ดหูหนูมีปริมาณของเห็ดหูหนูร้อยละ 12.5 จึงทำให้มีปริมาณเจลหรือ แป้งน้อยกว่าเจลาทีย์ธรรมชาติ จึงทำให้เกิดคายน้ำออกมาจากเจลแป้งน้อยกว่า และอาจมีสาเหตุมาจากน้ำภายในเจลาทีย์เกิดการออสโมซิสเข้าไปภายในชั้นเห็ด ทำให้เจลาทีย์เห็ดหูหนูสามารถอุ้มน้ำได้ดีกว่าเจลาทีย์สูตรมาตรฐาน

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์การคายน้ำออกจากเจลและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเจลาทีย์สูตรมาตรฐานและเจลาทีย์เห็ดหูหนู

เจลาทีย์เห็ดหูหนูดำที่มี ปริมาณเห็ดหูหนูดำ	การคายน้ำออกจากเจล ที่ 72 ชั่วโมง (ร้อยละ)	การยอมรับของผู้บริโภค (คน) ^{ns}
ร้อยละ 0	8.48±0.12 ^a	19
ร้อยละ 12.5	5.51±0.31 ^b	11

^{ns} คือ สัญลักษณ์แสดงความไม่แตกต่างกัน

^{ab} คือ สัญลักษณ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4.5 การศึกษาปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำเจลาทีย์เห็ดหูหนูพร้อมดื่ม

จากการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อน้ำเจลาทีย์เห็ดหูหนูพร้อมดื่มทั้ง 5 สูตร โดยเสิร์ฟน้ำเจลาทีย์พร้อมดื่มผสมเจลาทีย์เห็ดหูหนูดำ ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน ให้คะแนนตามระดับความชอบ (hedonic scale) 9 จุด ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ พบว่าน้ำเจลาทีย์เห็ดหูหนูสูตรที่ 5 คือมีปริมาณน้ำตาลทรายร้อยละ 19 มีคะแนนด้านสี ความหวาน และความชอบโดยรวมมากกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จากข้อมูลทำให้สังเกตได้ว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ชอบในน้ำเจลาทีย์ที่มีรสค่อนข้างหวาน มีค่าความหวานเท่ากับ 19.1°Brix ซึ่งอาจเป็นเพราะน้ำเจลาทีย์ต้องรับประทานขณะเย็น ซึ่งความเย็นจะลดความหวานของน้ำเจลาทีย์ลงจึงทำให้ผู้บริโภคไม่รู้สึกหวานมากเกินไป อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบของผู้บริโภคจากตารางที่ 4.7 จึงเลือกน้ำเจลาทีย์สูตรที่ 5 เป็นน้ำเจลาทีย์สูตรมาตรฐานสำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของน้ำเงี้ยวเห็ดหูหนู

ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็ง ที่ละลายได้ (°Brix)	ลักษณะทางประสาทสัมผัส			
		สี	กลิ่น	ความหวาน	การยอมรับ โดยรวม
11	11.1	6.67±1.52 ^c	5.83±1.59 ^b	4.92±1.64 ^d	5.39±1.46 ^d
13	13.2	6.80±1.29 ^{bc}	6.09±1.38 ^a	5.63±1.62 ^c	5.81±1.51 ^c
15	15.5	6.98±1.05 ^{ab}	6.69±1.17 ^a	6.73±1.37 ^b	6.81±1.20 ^b
17	17.1	6.89±1.11 ^{ab}	6.73±1.40 ^a	6.55±1.38 ^b	6.75±1.26 ^b
19	19.1	7.01±1.01 ^a	6.87±1.16 ^a	7.13±1.39 ^a	7.18±1.22 ^a

^{a-c} คือ สัญลักษณ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

4.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำเงี้ยวเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์น้ำเงี้ยวเห็ดหู-
หนูพร้อมดื่ม ตามวิธีการของ Association of Official Analytical Chemists (AOAC) พบว่า
ผลิตภัณฑ์น้ำเงี้ยวเห็ดหูหนูพร้อมดื่มที่ทำการวิจัย ประกอบด้วยไขมันทั้งหมด โปรตีน และ
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด จำนวน 0.22, 0.06 และ 17.75 กรัม/ 100 กรัมของน้ำเงี้ยวเห็ดหูหนู
ตามลำดับ และจากการคำนวณพลังงานที่ได้รับจากการบริโภคน้ำเงี้ยวเห็ดหูหนูจำนวน 100 กรัม
จะได้รับพลังงาน 77.5 กิโลแคลอรี ซึ่งนับว่าผลิตภัณฑ์น้ำเงี้ยวเห็ดหูหนูเป็นเครื่องดื่มที่ให้
พลังงานต่ำชนิดหนึ่ง ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้ที่ไม่ต้องการพลังงานมาก หรือกำลังควบคุมน้ำหนัก
แต่ยังต้องการรับประทานอาหารประเภทน้ำตาลก็สามารถรับประทานได้ โดยที่ไม่ต้องกังวลเรื่อง
พลังงานเกินแต่อย่างใด นอกจากนี้ยังได้รับประโยชน์จากเงี้ยวในด้านแก้กระหายน้ำ แก้ร้อนใน
ไข้หวัด ความดันโลหิตสูง ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการแพทย์จีนทั่วไป อีกทั้งยังได้รับคุณค่าจากเห็ดหู
หนูในด้านของสารอาหาร และสรรพคุณช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ เสริมภูมิคุ้มกันของ
ร่างกาย ทำให้ระบบไหลเวียนของเลือดดีขึ้น มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง เป็นต้น

ตารางที่ 4.8 องค์ประกอบทางเคมีและพลังงานที่ได้รับจากน้ำฉะก้วยเห็ดหูหนูพร้อมคัมในปริมาณ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ (กรัม/100 กรัม)
ไขมันทั้งหมด	0.27
โปรตีน ^a	0.06
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ^b	18.75
พลังงานทั้งหมด ^b	77.5 กิโลแคลอรี/100 กรัม

^a คำนวณ โปรตีน โดยใช้สูตร Nx6.25

^b ค่าที่ได้โดยการคำนวณ

4.7 การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำฉะก้วยเห็ดหูหนูพร้อมคัม

การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำฉะก้วยเห็ดหูหนูพร้อมคัม โดยทดลองเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำฉะก้วยที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วในขวดแก้วที่ปิดฝาสนิท เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (เก็บไว้ในตู้เย็น) และตรวจนับเชื้อ *E. coli* ตามวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) และนับจำนวนยีสต์และราทั้งหมด โดยทำการสุ่มทุกๆ 2 วัน จนครบ 10 วัน แล้วเพิ่มความถี่ในการตรวจเป็นทุกวัน จนกระทั่งพบว่าเชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานชุมชน (มพช. 281/2547)ว่าด้วยเรื่อง น้ำฉะก้วย โดยกำหนดมาตรฐานน้ำฉะก้วยในภาชนะปิดสนิทนั้นต้องตรวจพบเชื้อ *E. coli* โดยวิธีเอ็มพีเอ็น น้อยกว่า 2.2 ต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร และยีสต์และราต้องน้อยกว่า 100 โคโลนี (CFU) ต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร จากการทดลองพบว่าตรวจไม่พบเชื้อยีสต์และราในผลิตภัณฑ์น้ำฉะก้วยเห็ดหูหนูใน 10 วันแรกของการทดลอง และเมื่อเวลาผ่านไปวันที่ 11, 12, 13 และ 14 ของการเก็บรักษา พบเชื้อยีสต์และราจำนวน 2, 17, 84 และ 200 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 100 กรัม ตามลำดับ และตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์น้ำฉะก้วยเห็ดหูหนูตลอดการทดลอง 14 วัน จากการทดลองพบว่าเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำฉะก้วยไว้เป็นเวลา 14 วันจะพบเชื้อยีสต์และราเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าน้ำฉะก้วยเห็ดหูหนูพร้อมคัมสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 13 วัน

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *E. coli* และเชื้อยีสต์และราทั้งหมดในผลิตภัณฑ์น้ำเกลือยัดเห็ด
หูหนูพร้อมดื่ม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	จำนวนเชื้อ <i>E. coli</i> (MPN / 100 มิลลิลิตร)	จำนวนเชื้อยีสต์และราทั้งหมด (CFU/ 1 มิลลิลิตร)
0	NA	NA
2	NA	NA
4	NA	NA
6	NA	NA
8	NA	NA
10	NA	NA
11	NA	2
12	NA	17
13	NA	84
14	NA	200

NA (Not Available) หมายถึง ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำเงี้ยวเห็ดหูหนูพร้อมดื่มสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดคือ สูตรที่มีการเติมแป้งมันและแป้งข้าวในอัตราส่วนของแป้งมัน : แป้งข้าวเท่ากับ 4 : 6 มีส่วนประกอบของเห็ดหูหนูในระดับร้อยละ 12.5 ของเจลเงี้ยว และมีปริมาณน้ำตาลในสูตรร้อยละ 19 (19.1° Brix) จากการทดสอบอายุการเก็บรักษาพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำเงี้ยวเห็ดหูหนูพร้อมดื่มสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 13 วัน การยอมรับในผลิตภัณฑ์เงี้ยวเห็ดหูหนูและเงี้ยวตามท้องตลาดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์น้ำเงี้ยวเห็ดหูหนูพร้อมดื่ม พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำเงี้ยวเห็ดหูหนูพร้อมดื่มที่ทำการวิจัย ประกอบด้วยไขมันทั้งหมด โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด จำนวน 0.22, 0.06 และ 17.75 กรัม/ 100 กรัมของน้ำเงี้ยวเห็ดหูหนูตามลำดับ พลังงานที่ได้รับจากการบริโภคน้ำเงี้ยวเห็ดหูหนูพร้อมดื่มเท่ากับ 77.5 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม

บรรณานุกรม

- ณรงค์ นิยมวิทย์ และอัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2528. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยบุญกรณ ศิริเลิศ. 2550. “การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://sci.siam.edu/download/journal/f31.pdf>. (วันที่สืบค้น 26 ตุลาคม 2552)
- บรรณ บุรณะชนบท. 2547. คู่มือเพาะเห็ด Mushroom Handbook. กรุงเทพฯ: เพ็ท-แพลันพับลิชชิง.
- ปราณี อำนเปื่อง. 2551. หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยสารทลัมผัส. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทรสินี ภัทรโกศล. 2550. สถิติเพื่อการวิจัยทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภาสกิจ วัฒนวิบูล. 2547. “เห็ดหูหนู สุดยอดของเห็ด” หมอชาวบ้าน. 25, 300 (เมษายน): 42 – 43.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. มปป. “แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://th.wikipedia.org/wiki/แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต>
- ศิวพร ศิวเวช. 2529. วัตถุดิบอาหาร เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาพร ชูติมาสกุล. 2529. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท เรื่อง การศึกษาการสกัดและการทำแห้งสตีโอไซด์จากหญ้าหวาน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรัชฎา สินชูวงศ์. 2527. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท เรื่อง การสกัดและการทำแห้งเซนโนไซด์จากใบมะขามแขก (Cassia spp.). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวรรณิ สินแสวงศ์. 2534. การผลิตแกล้วผง. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2543. “เซลล์แป้งบุกผสมน้ำส้ม: การผลิตและการทดแทนน้ำตาลอะเซซัลเฟม-เค Konjac Jelly with Orange Juice: Production and Sugar Replacement with Acesulfame-K” วารสารสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 30, 4 (ตุลาคม – ธันวาคม): 274 – 282.

AACC. (1986). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist. Minnesota, USA.

AOAC. (1990). Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. Washington D.C.

Klein R.M. 1987. **Cell walls (plant)**, In **McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology**.

Vol. 3 6th ed. New York : McGraw-Hill Book Company.

Whistler, R.L. and C.L. Smart. 1953. **Polysaccharide Chemistry**. Newyork: Academic Press

Inc..

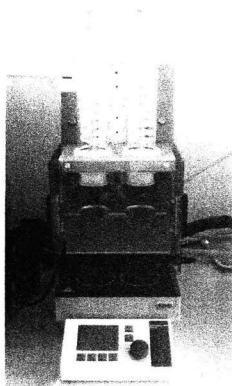
Whistler, R.L. and J.R. Daniel. 1987. **Pectin In McGraw-Hill Encyclopedia of Science &**

Technology. Vol. 13. 6th ed., New York : McGraw-Hill Book Company.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน



ภาพผนวกที่ 1 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน

1.1 วิธีการวิเคราะห์

1.1.1 อบบีกเกอร์ที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็น ใน โถดูดความชื้น และนำมาชั่งน้ำหนัก

1.1.2 นำตัวอย่างจากการหาความชื้น ห่อด้วยกระดาษกรองแล้ววางลงในทิมเบล

1.1.3 นำทิมเบลกระดาษใส่ในบีกเกอร์ที่สกัดไขมันประกอบเข้ากับเครื่อง

1.1.4 สกัดโดยใช้ตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ ในเครื่องสกัดไขมัน 1 ชั่วโมง

1.1.5 นำบีกเกอร์ที่สกัดไขมันไประเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ จนแห้งพอดี ในตู้ดูดควัน

1.1.6 อบบีกเกอร์ในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 - 105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักบดต่อครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่

1.2 วิธีการคำนวณ

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

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_1 = น้ำหนักบีกเกอร์ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน (กรัม)

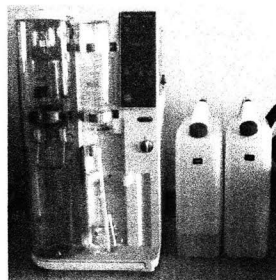
2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพผนวกที่ 2 อุปกรณ์การวิเคราะห์โปรตีน (ก) เครื่องย่อยโปรตีน (ข) เครื่องดักจับไอกรด
(ค) เครื่องกลั่นไนโตรเจน (Digestion Unit K-424)

2.1 วิธีการวิเคราะห์

2.1.1 การเตรียมและการย่อยตัวอย่าง

- 1) ชั่งตัวอย่าง 0.5000-1.0000 กรัม (น้ำหนักแน่นอน) ห่อด้วยกระดาษกรอง ใส่ในขวดย่อย
- 2) เติมหอปเปอร์ซัลเฟต 0.2000 กรัม และโพแทสเซียมซัลเฟต 0.5000 กรัม
- 3) เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆนำไปตั้งบนเครื่องย่อย เปิด heat shield และสวม Exhaust และเปิด Power
- 4) ย่อยเป็นเวลา 30 นาที ตั้งความร้อนให้สูงขึ้น และย่อยต่ออีก 30 นาที โดยเพิ่มความร้อน ย่อยจนสารละลายสีทั้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นหลอดละ 50 มิลลิลิตร

2.1.2 การกลั่น (Distillation)

- 1) วางขวดรูปชมพู่ที่พร้อมที่จะกลั่นเข้าไปที่ตำแหน่งและวางขวดรูปชมพู่รองรับที่มี บอริกแอซิดอยู่ในขวดรูปชมพู่ประมาณ 60 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ผสม 1 หยด
- 2) ปิดหน้าต่างป้องกัน เลื่อนขวดรูปชมพู่ให้ได้ตำแหน่งพอเหมาะที่แท่งแก้วจุ่มได้ บอริกแอซิดพอดี
- 3) กดปุ่ม Reagent ค้างไว้จนกระทั่งได้ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40% ลงมา 50 มิลลิลิตร (ปริมาตรค้างต้องมากเกินพอ) สังเกตสารละลายในหลอดย่อยกลายเป็นสีดำ
- 4) เปิดไอน้ำและตั้งเวลาในการกลั่น 4-5 นาที เมื่อกลั่นเสร็จปิดไอน้ำ

2.1.3 การไทเทรต

นำสารละลายที่กลั่นเสร็จแล้วมาไทเทรตด้วยสารกรดซัลฟิวริก 0.1 นอร์มัล ซึ่ง จูดยูติ จะเป็นสารละลายสีชมพู

2.2 การคำนวณ

$$\text{ร้อยละของไนโตรเจน} = \frac{[(V_{SD} \times M_{SD} \times 2) - (V_{NaOH} \times M_{NaOH} \times 1.4007)]}{W}$$

- โดยที่ V_{SD} = ปริมาตรกรดมาตรฐาน (มิลลิลิตร)
 M_{SD} = จำนวนโมลของกรดมาตรฐาน
 V_{NaOH} = ปริมาตร NaOH มาตรฐาน (มิลลิลิตร)
 M_{NaOH} = จำนวนโมลของ NaOH
 W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

หมายเหตุ

- 1 ช่วงการย่อยสารตัวอย่างต้องเติมกรดเข้มข้นมากเกินไป เครื่องดูดควันต้องทำน้ำที่สม่ำเสมอ
- 2 กรดที่ใช้ไทเทรตหาความเข้มข้นของโปรตีนต้องมีค่าความเข้มข้นที่ถูกต้อง
- 3 เมื่อจะคำนวณปริมาณโปรตีนต้องใช้ค่า Kjeldahl factor ให้ถูกต้องตามชนิดของอาหาร

3. ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

$$\text{ร้อยละของคาร์โบไฮเดรต} = 100 - (MC + \text{Prot} + \text{Lip} + \text{Ash})$$

- โดยที่ MC = ร้อยละของความชื้น
 Prot = ร้อยละของโปรตีน
 Lip = ร้อยละของไขมัน
 Ash = ร้อยละของเถ้า

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

วิธีการวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอาหารแบบรวดเร็ว

Petrifilm

เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อในรูป film plate ซึ่งอยู่ในรูปอาหารแห้ง ลักษณะเป็นแผ่นบางสามารถดูดซับน้ำได้ (Dry rehydrateable) ผลิตโดยบริษัท 3M ประกอบด้วยแผ่นฟิล์ม 2 แผ่นประกบเข้าหากัน ส่วนหนึ่งทำหน้าที่เป็นฝาปิด อีกส่วนหนึ่งมีอาหารเลี้ยงเชื้อทำหน้าที่เป็นตัวจานเลี้ยงเชื้อ ลักษณะเป็นการเคลือบอาหารแห้งที่ผสมวุ้นอย่างบางๆนี้ไปบนกระดาษที่เคลือบด้วย polypropylene เมื่อใส่สารละลายตัวอย่างลงไป แล้วปิดทับด้วย polypropylene film ซึ่งเคลือบด้วย indicator dye ทำให้เชื้อกระจายและนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิที่เหมาะสม อาหารแห้งที่ติดกับฟิล์มจะทำงานโดยของเหลวจะทำให้อาหารชื้นเหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์ เห็นเป็นโคโลนีเกิดขึ้น ใช้ในการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์พวก Aerobes เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ รา และตรวจหาแบคทีเรียโคลิฟอร์ม และ E.coli ข้อจำกัดของวิธีนี้คือ ยังมีชนิดของฟิล์มไม่มากพอที่จะจำแนกเชื้อที่สำคัญได้ทั้งหมด

ตัวอย่างวิธีการวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอาหารแบบรวดเร็ว

1. การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรีย

ปิเปต 1 มิลลิลิตร จากสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสม เช่น 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} ใส่ลงบน

Petrifilm plate โดยใช้ปิเปตตั้งฉากกับแผ่นฟิล์ม



ปล่อยฝาฟิล์มลง



วาง Spreader ซึ่งเป็นแผ่นพลาสติกกลบน โดยให้ด้านที่มีขอบวงกลมลงและให้หยดอาหารอยู่ตรง

กลาง



กดตรงกลาง Spreader เบาๆเพื่อให้ตัวอย่างแผ่นกระจายแล้วยก Spreader ขึ้น (อย่าหมุนหรือเลื่อน

Spreader เพราะจะทำให้แผ่นอาหารเลี้ยงกลอก) ตั้งทิ้งไว้ 1 นาที เพื่อให้วุ้นแข็งตัว



นำเข้าตูบบ่มเชื้อที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส(ไม่ควรเกิน 37 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 ± 3

ชั่วโมง



นำมานับจำนวนโคโลนี (Colony forming unit, CFU) ที่เห็นทั้งหมดโดยเลือก Petrifilm ที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 25 – 250 โคโลนี (โคโลนีมีสีแดงเกิดจาก Tetrazolium indicator dye ถูกรีดิวซ์ถ้ามีแบคทีเรียมากให้นับโคโลนีภายใน 1 ช่องเล็ก แล้วคูณด้วย 20 แต่ถ้ามีมากจนเห็นสีแดงหรือชมพูเติมแผ่น Petrifilm ให้รายงานว่านับไม่ได้ หรือ TNTC)



ตรวจหาเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในอาหาร โดยใช้วิธี Petrifilm aerobic bacterial count plates

2. การตรวจวิเคราะห์เชื้อรา, ยีสต์

ปิเปต 1 มิลลิลิตร จากสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสม เช่น 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} ใส่ลงบน Petrifilm plate สำหรับยีสต์และรา โดยใช้ปิเปตตั้งฉากกับแผ่นฟิล์ม



ปล่อยฝาฟิล์มลง



วาง Spreader ซึ่งเป็นแผ่นพลาสติกกลบน โดยให้ด้านที่มีขอบวงกลมลงและให้หยดอาหารอยู่ตรงกลาง



กดตรงกลาง Spreader เบาๆ เพื่อให้ตัวอย่างแผ่นกระจายแล้วยก Spreader ขึ้น (อย่าหมุนหรือเลื่อน Spreader เพราะจะทำให้แผ่นอาหารเลื้อยถลอก) ตั้งทิ้งไว้ 1 นาที เพื่อให้หัวน้ำแข็งตัว



นำ Petrifilm plate ที่มีสารละลายตัวอย่างอาหารเรียบร้อยแล้วใส่ในถุงพลาสติก (เพื่อป้องกันสปอร์ของเชื้อราฟุ้งกระจาย)



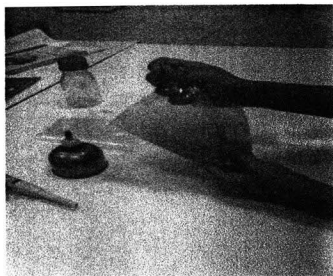
นำเข้าตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 – 5 วัน



นำมานับจำนวนโคโลนี (Colony forming unit, CFU) ทั้งหมดโดยเลือก Petrifilm ที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 25 – 250 โคโลนี (โคโลนีของยีสต์มีสีเขียว น้ำเงิน ส่วนรามักมีสีน้ำเงินหรือสีของสปอร์ เช่น ดำ เหลือง เขียว ฯลฯ ถ้าโคโลนีมากให้นับภายใน 1 ช่องเล็ก แล้วคูณด้วย 30)

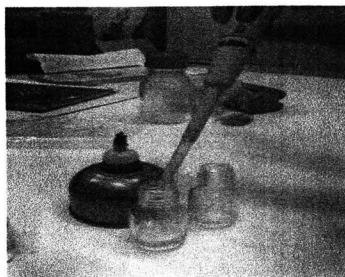


คำนวณหาค่าเฉลี่ย แล้วรายงานเป็นจำนวนยีสต์และราทั้งหมด (CFU) ในอาหาร 1 กรัม



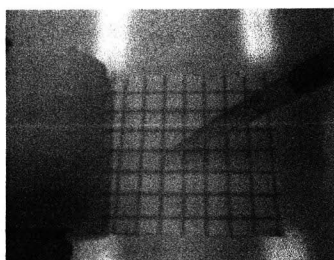
(ก)

นำตัวอย่าง 25 กรัม เจือจางด้วย PBS 225 ml



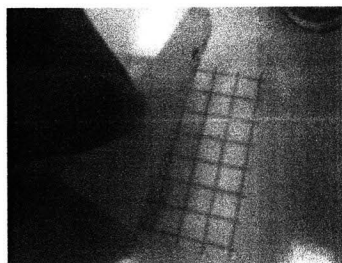
(ข)

เจือจางตัวอย่าง จนได้ระดับที่ต้องการ



(ค)

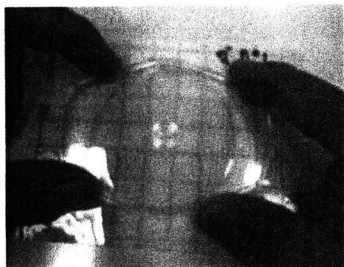
ปิเปต 1 มิลลิลิตร จากสารละลายตัวอย่าง
ที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสม เช่น $10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$
ลงบน Petrifilm plate



(ง)

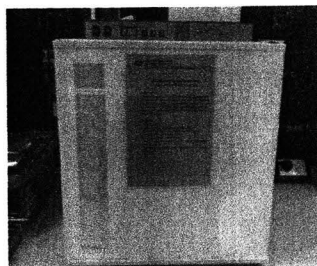
ปิดฝาฟิล์มลง

ภาพผนวกที่ 3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์โดยใช้ Petrifilm



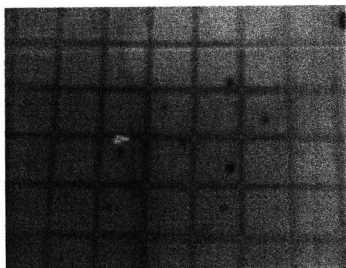
(จ)

วาง Spreader ซึ่งเป็นแผ่นพลาสติกลง
กด Spreader เพื่อให้ตัวอย่างแผ่กระจาย
ตั้งทิ้งไว้ 1 นาที เพื่อให้วุ้นแข็งตัว



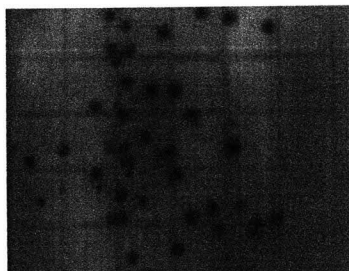
(ฉ)

บ่มเชื้อ *E. coli* ที่อุณหภูมิ 37°C 48 ชั่วโมง
บ่มเชื้อยีสต์และราที่อุณหภูมิห้อง 3–5 วัน



(ช)

การเจริญของเชื้อแบคทีเรียจะมีลักษณะ
เป็นโคโลนี สีแดง



(ซ)

การเจริญของเชื้อยีสต์, ราจะมีลักษณะ
เป็นโคโลนีสีเขียวน้ำเงิน

ภาพผนวกที่ 3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์โดยใช้ Petrifilm (ต่อ)

การประเมินความเสี่ยงจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารเชิงปริมาณ

การประเมินความเสี่ยงจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารเชิงปริมาณ (Quantitative microbial risk assessment) ครอบคลุมได้จากระดับไปกับการเปรียบเทียบ หรือ ต้องการทราบความแตกต่างระหว่างวิธี MPN (Most probable number) ซึ่งจะได้หน่วยเป็น MPN และ วิธี SPC (Standard plate count) ซึ่งจะได้หน่วยเป็น CFU (Colony-forming unit)

ประเด็นที่ 1 วิธี Standard plate count (SPC)

วิธีตรวจนับจุลินทรีย์มาตรฐาน หรือ standard plate count (SPC) หรือที่รู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งว่า Aerobic plate count (APC) เป็นวิธีที่นิยมมากและเหมาะสมสำหรับการคำนวณแบคทีเรียที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหาร วิธี SPC โดยคร่าวๆ เริ่มจากการเก็บตัวอย่างอาหาร นำมาเจือจางเป็นลำดับเท่าติดต่อกัน (serially diluted) หาจำนวนจุลินทรีย์จากส่วนหนึ่ง (aliquotes) ของตัวอย่างที่เจือจาง (dilution) บนอาหารเลี้ยงจุลินทรีย์ชนิดไม่คัดเลือก (non-selective medium) จำนวนจุลินทรีย์ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักหรือจำนวนจุลินทรีย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรจะสามารถคำนวณได้จากผลคูณนับ

ในปัจจุบันมีการปรับเปลี่ยนและพัฒนาวิธีการตรวจนับจุลินทรีย์อยู่มากมายหลายวิธี แต่วิธีการใหม่ๆ ที่พัฒนาขึ้นมา เช่น วิธี PetrifilmTM aerobic count (PAC) วิธี Spiral plate count วิธีสื่อไฟฟ้า (Impedance) เป็นต้นนั้น ล้วนแต่ใช้หลักการพื้นฐานของวิธี SPC นั่นเอง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจหลักการพื้นฐานของวิธีนี้เสียก่อน

ถึงแม้ว่าวิธีนี้จะเป็วิธีมาตรฐานและได้รับการยอมรับนำไปใช้อย่างกว้างขวางแล้วก็ตาม แต่วิธีการนี้ก็ยังมีข้อจำกัดบางประการ (inherent limitation) ในเชิงความถูกต้อง (accuracy) ที่ผู้ใช้ควรจะต้องตระหนักถึงอยู่เสมอ เมื่อใช้วิธี SPC ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพอาหารเชิงจุลชีววิทยา ถึงแม้จะตรวจได้อย่างมีมาตรฐานและประกอบด้วยควมระมัดระวังเพียงใดก็ตาม ยิ่งไปกว่านั้น โดยธรรมชาติของอาหารนั้นจะต้องมีจุลินทรีย์อยู่เสมอไม่มากก็น้อย ดังนั้น การที่พบว่ามีจุลินทรีย์ปริมาณ “สูงเกินไป” อาจจะสามารดแปลความหมายได้แตกต่างกันโดยสิ้นเชิงในสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ทั้งนั้นขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบ เช่น ธรรมชาติของอาหาร จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารไม่จำเป็นเสมอไปว่าจะต้องมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งตัวอย่างอาหารที่เก็บมาตรวจวิเคราะห์ ชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเพราะจุลินทรีย์บางชนิดอาจจะกำลังเพิ่มจำนวนมากขึ้นในขณะที่จุลินทรีย์บางชนิดอาจจะกำลังตายไป

ประเด็นที่ 2 วิธี Most probable number (MPN)

สำหรับนักจุลชีววิทยาแล้ว โอกาสที่จะเกิดปัญหาเรื่องความหนาแน่นของเชื้อน้อย(low cell density) มีอยู่น้อย เนื่องจากสามารถใช้อาหารเลี้ยงเชื้อเพาะเลี้ยงให้เชื้อเติบโตได้โดยไม่ต้องจำกัดด้านเวลา แต่สำหรับนักจุลชีววิทยาทางอาหารแล้วมักต้องเผชิญปัญหาดังกล่าว ดังนั้น ทางออกหนึ่งในกรณีที่มีจำนวนเชื้อน้อย ก็คือ Most probable number(MPN) ซึ่งเหมาะกับกรณีที่อาหารมีจำนวนเชื้ออยู่น้อยหรืออาหารที่ต้องมีการเจือจางอย่างมากก่อน plating ซึ่งในกรณีเหล่านี้ วิธี MPN จะดีกว่าวิธี SPC

ในการหา MPN ส่วนหนึ่ง(aliquote) ของตัวอย่างอาหาร(food sample) และ ตัวอย่างอาหารที่เจือจางเป็นลำดับเท่า(serial dilution) จากตัวอย่างอาหารเริ่มต้น จะถูกใส่(inoculate) ลงในหลอดทดลอง(tube) ที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อจำนวนหนึ่ง หลังจากทีหลอดทดลองที่ได้รับตัวอย่างอาหารแล้ว(inoculated tubes) ผ่านการเพาะเลี้ยงเชื้อ(incubate) แล้ว จะนำมาบันทึกการเจริญเติบโตของเชื้อ(growth) การเจริญเติบโตของเชื้อในหลอดทดลองมีความหมายว่า aliquote ของอาหารที่ inoculate ในหลอดทดลองนั้น มีเชื้ออยู่อย่างน้อย 1 เซลล์(ตัว) การบันทึกผลว่ามีการเจริญเติบโต(growth) หรือไม่(no growth) ในหลอดทดลองหลายๆหลอด(replicate tubes) ของแต่ละระดับการเจือจาง(dilution)ของตัวอย่างอาหาร รวมกับการอ่านผลการบันทึกการเจริญเติบโตจากตารางทางสถิติ(statistical tables) ก็สามารถคำนวณหา MPN ของอาหารนั้นได้ โดยตารางทางสถิติที่ใช้จะแตกต่างกันขึ้นกับจำนวน replicate tubes เช่น ชุด 3-tube, 4-tube, และ 5-tube เป็นต้น แต่จำนวน replicate tubes ที่นิยมปฏิบัติกันคือ 3 หรือ 5 replicate tubes สำหรับแต่ละ dilution แม้ว่าหลักการทางสถิติพื้นฐานที่ใช้สำหรับ MPN จะซับซ้อนมากแต่ในทางปฏิบัตินั้นทำและอ่านผลได้ง่ายกว่ามาก นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อให้เหมาะกับเชื้อที่ต้องการวิเคราะห์ได้ด้วย วิธี MPN ไม่ใช่วิธีเดียวที่ใช้ในการหาจำนวนเชื้อที่มีอยู่น้อย แต่เป็นวิธีที่สามารถปรับให้เข้ากับสถานการณ์ต่างๆ ได้ดีที่สุด(most adaptable) ดังนั้น จึงพบว่า มีการนำ MPN มาใช้อย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์อาหารและน้ำ

สิ่งที่ควรตระหนักไว้เสมอ คือ วิธี MPN เป็นวิธีที่ประมาณ(estimate) เท่านั้น มิใช่วิธีการนับ(enumerate)จำนวนเชื้อในอาหาร แต่ค่าจำนวนที่ประมาณได้นี้ก็เป็นจำนวนของเชื้อที่มีโอกาสถูกต้องมากกว่าจำนวนอื่นๆที่จะนับได้ ความถูกต้องในการประมาณจำนวนเชืื่อนี้จะมากขึ้นเมื่อมีการเพิ่มจำนวน replicate tube ในแต่ละ dilution ขึ้น การเลือกจะใช้ replicate tube ชุดใดนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ MPN เช่น U.S.Public Health Service กำหนดให้ใช้ replicate tube อย่างน้อยชุด 5-tube ในการตรวจสอบน้ำดื่ม(drinking water) แต่ว่าชุด 3-tube ก็เพียงพอแล้วสำหรับการทดสอบน้ำทั่วไป

ประเด็นที่ 3 ความแตกต่างระหว่าง SPC และ MPN

จากประเด็นที่ 1 และ ประเด็นที่ 2 จะเห็นได้ว่า ทั้ง 2 วิธีการวิเคราะห์ความเข้มข้นนั้น มีพื้นฐานที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก การเปรียบเทียบกันโดยตรง จึงอาจจะไม่เหมาะสม (applicable) หรือ อาจจะนำมาซึ่งความผิดพลาดในการตัดสินใจได้ อย่างไรก็ตาม ในเชิงการนำไปใช้ทางกรณี เช่น หากต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน หรือ อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร เป็นต้น ซึ่งเน้นที่อัตราการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ก็อาจจะเปรียบเทียบกันได้แม้ว่าจะเป็นการศึกษาโดยใช้หน่วย CFU และ MPN ก็ตาม ยกตัวอย่าง เช่น ต้องการทราบประสิทธิภาพการกำจัดจุลินทรีย์ด้วยแสง UV ในน้ำดื่ม พบว่า รายงานที่ 1 จุลินทรีย์ตั้งต้น 100 CFU mL^{-1} ถูกทำลายด้วยความเข้มข้น UV 90 หน่วย เหลือจุลินทรีย์จำนวน 10 CFU mL^{-1} เรียกว่า มีอัตราการทำลายร้อยละ 90 ส่วนรายงานที่ 2 จุลินทรีย์ตั้งต้น 100 MPN mL^{-1} ถูกทำลายด้วยความเข้มข้น UV 10 หน่วย เหลือจุลินทรีย์ 90 MPN mL^{-1} เรียกว่า มีอัตราการทำลายร้อยละ 10 นักวิจัยสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของความเข้มข้นของ UV จากทั้ง 2 รายงานได้โดยตรง เนื่องจาก เป็นการเปรียบเทียบอัตราการทำลายจุลินทรีย์เท่านั้น มิได้เปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ในระหว่างหน่วย CFU และ MPN

หากต้องการเปรียบเทียบหน่วย CFU และ MPN อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ก็ต้องมีรายงานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง วิธี MPN และ วิธี Membrane filtration CFU โดยอาศัยการสร้างแบบจำลอง (model) ร่วมกับการทดลอง (empirical) โดยจุลินทรีย์เป้าหมาย คือ fecal coliform ซึ่งตรงกับกรณีของคุณสมชายด้วย พบว่า วิธี MPN ให้ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นที่มีความหลากหลาย (variability) สูงกว่า (ในขณะที่ วิธีการ MPN โดยทั่วไปจะมีการรายงานค่าเป็นช่วง คือ upper limit และ lower limit อยู่แล้ว) นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยของค่าที่วิเคราะห์โดยวิธี MPN จะมีระดับสูงกว่าอีกด้วย ดังนั้น หากต้องการเปรียบเทียบค่าตัวเลขความเข้มข้นในหน่วย CFU และ MPN อาจจะใช้ข้อมูลนี้ประกอบการพิจารณาเพิ่มเติมด้วย

ประเด็นที่ 4 สรุปความแตกต่างระหว่าง CFU และ MPN

โดยสรุปแล้ว แต่ละวิธีจะมีจุดมุ่งหมายในการใช้งานและวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากแต่ละวิธีจึงแตกต่างกันไปด้วย จึงได้สรุปความแตกต่างของทั้ง 2 วิธีดังต่อไปนี้

ตารางผนวกที่ 1 สรุปความแตกต่างระหว่าง CFU และ MPN

Method	SPC	MPN
Unit	CFU g ⁻¹ (mL ¹)	MPN g ⁻¹ (mL ⁻¹)
Labor	Less	More
Sensitivity	25 g-1 mL ¹	3 g-1 mL ⁻¹
Accuracy	Enumeration	Estimation
Suitable with	Higher concentration	Lower concentration
Result	Point estimate	Interval estimate (Upper and Lower bounds)

ที่มา: http://www.foodriskhub.com/index.php?lay=boardshow&ac=webboard_show&Category=foodriskhubcom&thispage=&No=1286536&WBntype=1

ภาคผนวก ค
แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเจาก๊วย 5 สูตร

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ: ท่านจะได้รับตัวอย่างเจาก๊วย 5 ตัวอย่าง ทำการเสิร์ฟครั้งละ 1 ตัวอย่าง กรุณาสังเกตลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์, คมกลื่น, จากนั้นจึงเริ่มรับประทาน และระหว่างการทดสอบแต่ละตัวอย่าง กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่า เพื่อทำความสะอาดและล้างกลิ่นรสที่ติดมากับตัวอย่างที่ทดสอบก่อนหน้านี้ กรุณาให้คะแนนตามระดับความชอบที่มีต่อเจาก๊วยทั้ง 5 ตัวอย่าง

- หมายเหตุ:

1 = ไม่ชอบที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ

6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ตัวอย่าง				
	246	579	135	357	468
สี					
กลิ่น					
เนื้อสัมผัส					
ความยืดหยุ่น					
รสชาติ					
การยอมรับโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อฉลากภัยเห็ดหูหนูดำ 5 สูตร

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ: ท่านจะได้รับตัวอย่างฉลากภัยเห็ดหูหนูดำ 5 ตัวอย่าง ทำการเสิร์ฟครั้งละ 1 ตัวอย่าง กรุณาสังเกตลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์, คมกลิ่น, จากนั้นจึงเริ่มรับประทาน และ ระหว่างการทดสอบแต่ละตัวอย่าง กรุณาวินปากด้วยน้ำเปล่า เพื่อทำความสะอาดและล้างกลิ่น รสที่ติดมากับตัวอย่างที่ทดสอบก่อนหน้านี้ กรุณาให้คะแนนตามระดับความชอบที่มีต่อ ฉลากภัยเห็ดหูหนูดำทั้ง 5 ตัวอย่าง

- หมายเหตุ:**
- | | |
|--------------------|------------------|
| 1 = ไม่ชอบที่สุด | 6 = ชอบเล็กน้อย |
| 2 = ไม่ชอบมาก | 7 = ชอบปานกลาง |
| 3 = ไม่ชอบปานกลาง | 8 = ชอบมาก |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 9 = ชอบมากที่สุด |
| 5 = เฉยๆ | |

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ตัวอย่าง				
	246	579	135	357	468
สี					
กลิ่น					
เนื้อสัมผัส					
ความชื้นชุ่ม					
ปริมาณเห็ดหูหนูดำ					
รสชาติ					
การยอมรับโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

แบบประเมินการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเนกัว 2 สูตร

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ: ท่านจะได้รับตัวอย่างเนกัว 2 ตัวอย่าง กรุณาสังเกตลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์, คมกลิ่น, จากนั้นจึงเริ่มรับประทาน และระหว่างการทดสอบแต่ละตัวอย่าง กรุณاب้วนปากด้วยน้ำเปล่า เพื่อทำความสะอาดและล้างกลิ่นรสที่ติดมากับตัวอย่างที่ทดสอบก่อนหน้านี้ กรุณาให้คะแนนตามระดับความชอบที่มีต่อเนกัวทั้ง 2 ตัวอย่าง และเลือกตัวอย่างที่ท่านชอบมากที่สุด

- หมายเหตุ:**
- 1 = ไม่ชอบที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย
- 2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง
- 3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก
- 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

9 = ชอบมากที่สุด
- 5 = เฉยๆ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ตัวอย่าง	
	314	410
สี		
กลิ่น		
เนื้อสัมผัส		
ความยืดหยุ่น		
รสชาติ		
การยอมรับโดยรวม		

กรุณาเลือกตัวอย่างที่ท่านชอบมากที่สุดเพียง 1 ตัวอย่าง

☐ 314

☐ 410

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน : น้ำแกงวุ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำเฉาก๊วย

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะน้ำเฉาก๊วยพร้อมดื่ม บรรจุในภาชนะบรรจุ

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ น้ำเฉาก๊วย หมายถึง เครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำเฉาก๊วยแห้งมาเป็นเส้นหรือหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ปรงแต่งรส โดยการเติมน้ำเชื่อม หรือต้มเฉาก๊วยกับน้ำและน้ำตาลจนเดือด อาจแต่งกลิ่นด้วยใบเตยหรือไม่ก็ได้ ต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า ๙๕ องศาเซลเซียส บรรจุในภาชนะบรรจุขณะร้อน แล้วทำให้เย็นทันที

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นของเหลวใส มีชั้นเนื้อเฉาก๊วยปนอยู่

๓.๒ สี กลิ่น และกลิ่นรส

ต้องมีสีที่ตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๔.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๓ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ชนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

๓.๔ วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามใช้วัตถุกันเสียและสีสังเคราะห์ทุกชนิด

๓.๕ จุลินทรีย์

- ๓.๕.๑ สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร
- ๓.๕.๒ เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๒.๒ ต่อตัวอย่าง ๑๐๐ มิลลิลิตร
- ๓.๕.๓ ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

๔. สุขลักษณะ

- ๔.๑ สุขลักษณะในการทำน้ำแจ่วก๊วย ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

- ๕.๑ ให้บรรจุน้ำแจ่วก๊วยในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้
- ๕.๒ ปริมาตรสุทธิของน้ำแจ่วก๊วยในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

- ๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุน้ำแจ่วก๊วยทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
 - (๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำแจ่วก๊วยกลั่นในใบเตย
 - (๒) ปริมาตรสุทธิ
 - (๓) ส่วนประกอบที่สำคัญ
 - (๔) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
 - (๕) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เกิน ๔ องศาเซลเซียส
 - (๖) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- ๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำแจ่วก๊วยที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน
- ๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
 - ๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๓ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าน้ำแจ่วก๊วยรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

- ๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไปและสี กลิ่น และกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ และข้อ ๓.๒ จึงจะถือว่าน้ำเงือกยูนันเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหารและจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากกรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ หน่วยภาชนะบรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า ๕๐๐ มิลลิลิตร เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๔ และข้อ ๓.๕ จึงจะถือว่าน้ำเงือกยูนันเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน
- ตัวอย่างน้ำเงือกยูนันต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ และข้อ ๗.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำเงือกยูนันเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไปและสี กลิ่น และกลิ่นรส

- ๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบน้ำเงือกยูนันอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ
- ๘.๑.๒ เหตุตัวอย่างน้ำเงือกยูนันแล้วใส่โดยมีกระดาษสีขาวเป็นฉากหลัง ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม
- ๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นของเหลวใส มีชิ้นเนื้อเงือกยูนันอยู่	๔	๓	๒	๑
สี กลิ่น และกลิ่นรส	ต้องมีสีที่ติดตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	๔	๓	๒	๑

- ๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก
ให้ตรวจพินิจ
- ๘.๓ การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ
- ๘.๔ การทดสอบจุลินทรีย์
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ
- ๘.๕ การทดสอบปริมาตรสุทธิ
ให้ใช้เครื่องวัดปริมาตรที่เหมาะสม

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ

(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ท่า

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้เกิดมลพิษที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังและเสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เดียวกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ท่ามีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ท่า ก่อสร้างด้วยวัสดุที่ทนทาน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ท่าออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการท่าอยู่ในบริเวณที่ท่า

ก.๑.๒.๓ พื้นปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการท่า

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการท่าที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ท่าจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการท่า

ก.๓.๑ วัตถุประสงค์และส่วนผสมในการท่า สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การท่า การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ท่า เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์น้ำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าไปในบริเวณที่ท่าตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับสู่ผลิตภัณฑ์

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์น้ำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ท่า เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ท่า

ผู้ท่าทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ประวัติผู้วิจัย

ก. หัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อ : นางสาวอัญชลี เรืองเดช

Name : Miss Anchalee Ruengdech

- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3180300159548

- ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์ประจำ

- หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เลขที่ 149 ถ.เจริญกรุง ต.ยานนาวา เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

โทร 02-2121315, 02-2112052, 02-2112056 ต่อ 258 โทรสาร 02-2112040

โทรศัพท์เคลื่อนที่ : 087-1513663 e-mail : anchalee.r@rmutk.ac.th

- ประวัติการศึกษา

วทบ. (เทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2546

วทม. (เทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2550

- สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ :

- การผลิตและการแปรรูปอาหาร

- เทคโนโลยีการผลิตขนมหวานและซ็อกโกแลต

- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัยหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

โครงการวิจัย ปี 2549 (ผู้ร่วมโครงการวิจัย) โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนากรรมวิธีเพื่อลดกลิ่นหืนในงาคั่วสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารและขนมขบเคี้ยว แหล่งทุน สกว.

