ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การพัฒนาชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย

(Development of instant jiaogulan powder using spray dryer)

T124565

จัดทำโดย

นายวาทิตย์ บานแย้ม รหัสนักศึกษา 51080044

นายศิริพงษ์ นนทเกษ รหัสนักศึกษา 51080050

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. วริพัสย์ อารีกุล

ปพ.
ว 462ก
2554

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....124565
วัน, เดือน, ปี.....4 เมย. 2556

.b.....124789170
.i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การพัฒนาชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย
(Development of instant jiaogulan powder using spray dryer)

จัดทำโดย

นายวาทิตย์	บานแย้ม	รหัสนักศึกษา 51080044
นายศิริพงษ์	นนทเกษ	รหัสนักศึกษา 51080050

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

..... 24/04/55

(ผศ.ดร. วริพัสย์ อารีกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายวาทิตย์ บานแย้ม และ นายศิริพงษ์ นนทเกษ 2554:
การพัฒนาชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย
คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. วริพัสย์ อารีกุล

บทคัดย่อ

การหาสภาวะเหมาะสมในการผลิตชาเจียวกู่หลานผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย ใช้แผนการทดลองแบบ 3×3 Factorial in CRD โดยศึกษาปัจจัย 2 ชนิด คือ อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า (130, 150 และ 170 องศาเซลเซียส) และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน (20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์) และควบคุมอุณหภูมิลมร้อนขาออกเท่ากับ 80 องศาเซลเซียส เมื่อทดสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพของชาเจียวกู่หลานผง พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ และเวลาในการละลาย ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่มีแนวโน้มอย่างชัดเจนของค่าพารามิเตอร์สีที่วิเคราะห์ และไม่มีผลต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านออกซิเดชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สำหรับผลของการเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินให้ผลคล้ายคลึงกับการเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า โดยเวลาที่ใช้ในการละลาย ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่สมบัติทางเคมีกายภาพอื่นๆ ไม่มีแนวโน้มอย่างชัดเจน โดยสภาวะที่มีคะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสสูงสุดในเกือบทุกลักษณะ ได้แก่ สภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 40 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่า สภาวะดังกล่าวใช้เวลาในการละลายน้อย และความสามารถในการละลายสูง อันเป็นสมบัติของเครื่องดื่มผง นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ วิธี DPPH สูงสุด ส่วนปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด วิธี TEAC และวิธี FRAP มีปริมาณใกล้เคียงกับสภาวะอื่นๆ จึงคัดเลือกสภาวะดังกล่าวเป็นสภาวะการทำแห้งแบบพ่นฝอยที่เหมาะสมในการทดลองนี้

การปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์ด้วยการเติมน้ำตาล จากนั้นทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 points Hedonic scale พบว่า ตัวอย่างที่เติมน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าตัวอย่างที่เติมน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ในเกือบทุกลักษณะ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จึงเลือกตัวอย่างดังกล่าวมาเติมมอลโตเด็กซ์ตรินเพิ่มขึ้นอีก 5 เปอร์เซ็นต์ แล้วทดสอบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Triangle test พบว่า ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความหวานมากขึ้น

ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน/เดือน/ปี
.....	.....	24/04/55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.วริพัสย์ อารีกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ายิ่งมาคอยให้คำปรึกษา และดูแลเอาใจใส่การดำเนินงานเป็นอย่างดีรวมถึง ให้คำชี้แนะในส่วนที่มีข้อบกพร่อง เสนอแนะแนวทางการทดลอง ตลอดจน ตรวจแก้ไขรูปเล่มปัญหาพิเศษนี้จนเสร็จสมบรูณ์ อีกทั้งยังให้ความเมตตาคอยอบรมสั่งสอน มอบความรู้ในด้านต่างๆ และสร้างทัศนคติที่ดีในการทำการทดลอง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. ประมวล ศรีกาหลง ที่ได้ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบปัญหาพิเศษ และกรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการทำการทดลอง ตลอดจน แนะนำแก้ไขรูปเล่มปัญหาพิเศษให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างชาเจียวกู่หลานแห้ง สำหรับการทดลองครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือสำหรับการทดลอง ตลอดจน ให้คำแนะนำที่ทำให้การทดลองสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และน้องๆ ที่มอบความรัก ความเอาใจใส่ เป็นกำลังใจและคอยส่งเสริมการศึกษาของข้าพเจ้าด้วยดีตลอดมา และขอขอบคุณสำหรับความช่วยเหลือจากเพื่อนๆ ตลอดจน นักวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายที่อำนวยความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

วาทิตย์ บานแย้ม
ศิริพงษ์ นนทเกษ
22 เมษายน 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง หน้า

บทคัดย่อ.....ก

กิตติกรรมประกาศ.....ข

สารบัญ.....ค

สารบัญตาราง.....จ

สารบัญภาพ.....ฉ

สารบัญภาพภาคผนวก.....ช

บทที่ 1 บทนำ.....1

บทนำ.....1

วัตถุประสงค์.....1

บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์.....2

2.1 เจียวกู่หลาน.....2

2.2 เครื่องดื่มผง.....9

2.3 การทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย.....10

บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง.....21

3.1 วัตถุดิบ.....21

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์.....21

3.3 สารเคมี.....21

3.4 วิธีการทดลอง.....22

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....27

4.1 ศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่มีผลต่อ
ต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพในชาเจียวกู่หลานผง.....27

4.2 หาความเข้มข้นของน้ำตาล และมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมสำหรับ
ผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผง.....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....39

5.1 สรุปผลการทดลอง.....39

5.2 ข้อเสนอแนะ.....40

เอกสารอ้างอิง.....41

ภาคผนวก.....45

ภาคผนวก ก.....46

ภาคผนวก ข.....48

ภาคผนวก ค.....54

ภาคผนวก ง.....58

ประวัติผู้เขียน.....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การใช้มอลโตเด็กซ์ตรินในอาหารประเภทต่างๆ.....19

4.1 ผลของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่มีต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพของชาเจียวกู่หลานผง.....27

4.2 ผลของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่มีต่อค่าพารามิเตอร์สีของชาเจียวกู่หลานก่อนและหลังการทำแห้ง..... 30

4.3 ผลของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่มีต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชาเจียวกู่หลานก่อนและหลังการทำแห้ง.....32

4.4 คะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสต่อชาเจียวกู่หลานผงคืนรูป.....35

4.5 คะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานผงปรุงสำเร็จหลังเติมน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.....37

4.6 ผลการทดสอบการแยกความแตกต่างทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Triangle test.....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 เจียวกู่หลาน หรือปัญจขันธ์ 2
2.2 สูตรโครงสร้างของ ginsenoside Rb1 4
2.3 การทำลายอนุมูล DPPH$^{\cdot}$ ด้วยการเคลื่อนย้ายไฮโดรเจนจากสารต้านออกซิเดชัน 6
2.4 การทำลายอนุมูล $ABTS^{+}$ ของสารต้านออกซิเดชัน 7
2.5 การรีดิวซ์สารประกอบเชิงซ้อน Fe^{3+}- TPTZ ของสารต้านออกซิเดชัน 8
2.6 ขั้นตอนการทำแห้งแบบพ่นฝอย 11
2.7 ความหนืดของสารละลายมอลโตเด็กซ์ตริน 16
2.8 ความสามารถในการละลายของมอลโตเด็กซ์ตริน 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพที่ หน้า

ค1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของกรดแกลลิก.....54

ค2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของโทรลอกซ์……...……...54

ค3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของโทรลอกซ์.....56

ค4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของโทรลอกซ์.....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

สมุนไพรเจียวกู่หลาน เป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพสูงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ดี ทั้งเป็นยาและเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพ โดยประกอบด้วยสารสำคัญชื่อ Gypenosides ที่เป็นสารประเภทไตรเทอร์ปีนซาโปนิน (triterpene saponins) ที่พบในโสม (Panax ginseng) แต่มีปริมาณมากกว่าพบในโสม 3-4 เท่า ซึ่งสารชนิดนี้ไม่พบในชาอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น ชาอู่หลง และชาใบหม่อน (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2548) จากคุณสมบัติเชิงเภสัชวิทยา จึงถูกพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรต่างๆ เช่น ชาเม็ด บาล์ม น้ำมัน และชาชง

อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมการดำเนินชีวิตของคนไทยเปลี่ยนแปลงตามสภาพสังคมและเศรษฐกิจ ส่งผลให้ผู้บริโภคต้องการความสะดวกสบาย จึงทำให้เครื่องดื่มผงสำเร็จรูปได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากชงดื่มได้ทันทีและง่ายต่อการบริโภค นอกจากนี้ยังง่ายแก่การเก็บรักษาและการขนส่ง วิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray drying) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทำแห้งเครื่องดื่มในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากใช้เวลาสั้นมาก ผลิตภัณฑ์มีความชื้นต่ำ และมีความสม่ำเสมอ เมื่อนำมาคืนรูปจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงของเดิม ซึ่งปัจจัยสำคัญในการทำแห้งแบบพ่นฝอยหลายประการ ได้แก่ อัตราการป้อนสาร เวลาที่ใช้ในการทำแห้ง และความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในศึกษาผลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน ที่มีต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานผง อีกทั้งยังหาความเข้มข้นของมอลโตเด็กซ์ตริน และน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์นี้ เพื่อพัฒนาให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของเจียวกู่หลานผงด้วยเทคนิคทำแห้งแบบพ่นฝอย
2. เพื่อหาความเข้มข้นของมอลโตเด็กซ์ตริน และน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผงด้วยเทคนิคทำแห้งแบบพ่นฝอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

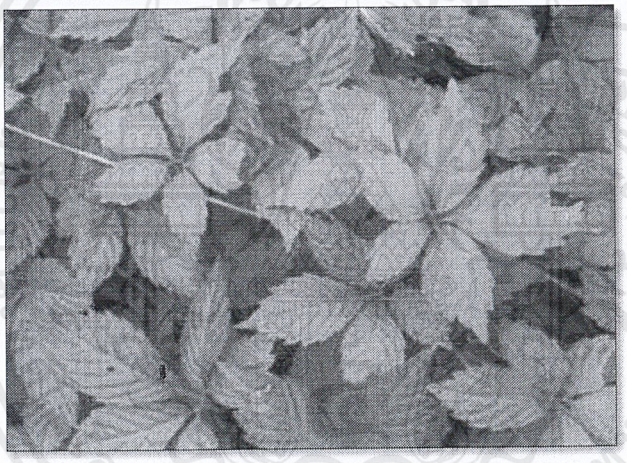
บทที่ 2

วารสารปริทรรศน์

2.1 เจียวกู่หลาน (สุธรรม และคณะ, 2551ข)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เจียวกู่หลาน [*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.ex Murray) Makino] หรือชื่ออื่นๆ ว่า ปัญจขันธ์, อะมาซาซูรู (ชาหวานจากเถา) หรือซีเยตั๋น ลักษณะของพืชชนิดนี้เป็นไม้เลื้อย ลำต้นอ่อน ค่อนข้างกลมเล็ก แตกกิ่งก้านสาขาน้อย ใบประกอบแบบนิ้วมือ มีใบย่อย 5 ใบ เรียงตัวแบบสลับ ไม่มีหู ก้านช่อใบยาว 3-5 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบสอบเป็นรูปลิ่มขอบใบหยักคล้ายฟันเลื่อยหยาบๆ เมื่อยังอ่อนเนื้อใบบาง เมื่อแก่หนาขึ้น เส้นใบข้าง 5-8 คู่ (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 เจียวกู่หลาน หรือปัญจขันธ์
ที่มา : http://fiveleaf-cm.blogspot.com (2555)

เจียวกู่หลานมีคุณสมบัติช่วยบำรุงสุขภาพ และชะลอความชรา เป็นต้น โดยประเทศจีนตอนใต้แถบยูนนานไปจนถึงไต้หวันยอมรับกันว่า เจียวกู่หลานเป็นยาอายุวัฒนะ (herb of immortality) สำหรับในประเทศไทย ชาวเขาเผ่ามูเซอใช้ประโยชน์ของพืชชนิดนี้ ด้วยการใช้ทั้งต้นตำเป็นยาพอกแก้กระดูกหัก อาการเจ็บในกระดูก ปวดในข้อมือ ข้อเท้า ปวดตามกล้ามเนื้อและอาการฟกช้ำดำเขียว ส่วนชาวเขาพวกจีนฮ่อใช้ทั้งต้นยกเว้นรากมาคั่ว ทำเป็นชา หรือเครื่องดื่มบำรุงกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการใช้ประโยชน์ของชาวเขาดังกล่าว โครงการหลวงจึงได้นำสายพันธุ์ต่างๆ รวมทั้งสายพันธุ์จากจีนมาพัฒนา และส่งเสริมให้ชาวเขาปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจ รวมถึงผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อสุขภาพ ในปัจจุบันผลิตขายในรูปชาแห้งเป็นหลัก

2.1.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

รายงานการวิจัยด้านฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในประเทศจีน พบว่า เจียวกู่หลานเป็นพืชที่มีสรรพคุณต่างๆ มากมาย เนื่องจาก สามารถลดคอเลสเตอรอล(cholesterol) ในร่างกาย เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของตับเพื่อส่งน้ำตาล และคาร์โบไฮเดรทไปยังกล้ามเนื้อเพื่อไปสร้างเป็นพลังงาน และเก็บในรูปของไขมันในร่างกาย ส่งผลให้น้ำตาลเปลี่ยนเป็นไตรกลีเซอร์ไรด์ (triglycerides) ลดลง นอกจากนี้ พืชชนิดนี้ยังมีประสิทธิภาพในการลดไขมันประเภทความหนาแน่นต่ำ (low density lipoproteins, LDL's) ซึ่งจัดเป็นคอเลสเตอรอล ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ในทางตรงกันข้ามสามารถช่วยเพิ่มคอเลสเตอรอล ประเภทดี หรือไขมันที่มีความหนาแน่นสูง (high density lipoprotein, HDL's) ส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยไขมัน (fat metabolism) ลดระดับไขมันในเลือด (lipid peroxide) และลดการตกตะกอนของไขมันในเส้นเลือด นอกเหนือจากประสิทธิภาพในการปรับเปลี่ยนคอเลสเตอรอล แล้วยังพบว่า พืชชนิดนี้มีสามารถช่วยให้ระบบย่อยอาหาร และการดูดซึมอาหารในร่างกายดีขึ้น ส่งผลต่อการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ และน้ำหนักตัวของคนที่ผอมแห้ง ทำให้ร่างกายมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นด้วย

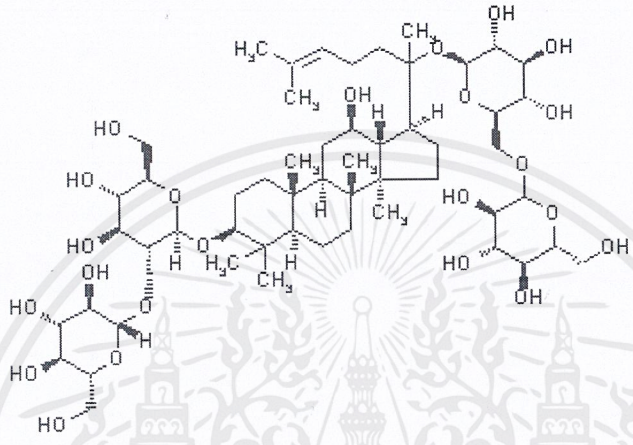
จากความสามารถในการเพิ่มคอเลสเตอรอลที่ดีให้แก่ร่างกาย ตามที่กล่าวมาข้างต้น เจียวกู่หลานยังมีประสิทธิภาพสูงในการปรับเปลี่ยนหน้าที่ต่างๆ (adaptogenic functions) ไปตามความต้องการของร่างกาย และปรับสภาพการทำงานของสมองทั้งสองด้าน (biphasic effect) โดยจะกระตุ้นการทำงานหรือทำให้สงบลงตามความต้องการของร่างกาย และช่วยปรับสมดุลการทำงานของฮอร์โมนทั้งในเพศชายและหญิง ซึ่งจะทำให้ร่างกายผ่อนคลาย และสามารถลดความเครียดลง นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มเม็ดเลือดขาวประเภท lymphocytes และ phagocytres รวมถึงแอนติบอดี้ IgG ให้ไม่เกินความพอดีในร่างกายคนปกติ อีกทั้งสารสำคัญในเจียวกู่หลาน หรือ สารกลุ่มซาโปนิน (saponins) หลายชนิด มีสมบัติในการต้านอาการอักเสบต่างๆ และยังสามารถลดขนาดของเนื้องอก และลดความดันโลหิตอีกด้วย

2.1.3 สารสำคัญในเจียวกู่หลาน

ในเจียวกู่หลาน จะพบสารสำคัญกลุ่มซาโปนินที่เรียกว่า triterpene saponins ซึ่งสารกลุ่มนี้จัดว่าเป็น gypenosides ที่มีปริมาณสูง โดยโครงสร้างทางเคมีของ gypenosides มีลักษณะคล้ายคลึงกับ panaxosides หรือที่เรียกกันว่า ginsenosides ซึ่งในโสมเกาหลีจะมีสารสำคัญกลุ่มนี้อยู่มาก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ panaxosides ที่มีในโสมเกาหลี พบว่า ปริมาณของ ginsenosides ในเจียวกู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลานมีมากกว่าสี่เท่า โดยสารกลุ่มซาโปนิน(saponins) ที่พบในเจียวกู่หลานนั้น มีจำนวน 82 ชนิด แต่ในโสมเกาหลี กลับมีซาโปนิน เพียง 28 ชนิดเท่านั้น และเมื่อพิจารณาความหลากหลายของสารกลุ่มซาโปนินทั้งหมดนี้ จะพบว่ามี 4 ชนิดเท่านั้นที่เป็นองค์ประกอบเหมือนกัน ได้แก่ ginsenosides Rb1, Rb_3, Rd และ F_3 ตามลำดับ โดย ginsenosides Rb1 แสดงดังภาพที่ 2.2 นอกจากนี้สารกลุ่มซาโปนินในเจียวกู่หลานเมื่อเข้าสู่ร่างกาย จะสามารถเปลี่ยนเป็น panaxoside ได้ จึงทำให้เจียวกู่หลานมีสารในกลุ่มซาโปนิน มากกว่าโสมเกาหลีหลายชนิด



ภาพที่ 2.2 สูตรโครงสร้างของ ginsenoside Rb1
ที่มา : สถาบันวิจัยสมุนไพร (2548)

อย่างไรก็ตาม ในเจียวกู่หลานนั้น ยังพบกรดอะมิโนชนิดต่างๆ รวมถึงวิตามินต่างๆ (ในหน่วย มิลลิกรัมต่อกรัม) ได้แก่ ลิวซีน(leucine) 0.055, ฮิสทีดีน(histidine) 0.0473, ไลซีน(lysine) 0.56, กรดกลูตามิก(glutamic acid) 0.09, ทรีโอนีน(threonine) 0.14, เซรีน(serine) 0.16, ซิสตีน (cystine) 1.13, ไอโซลิวซีน(isoleucine) 0.21, อะจินีน (arginine) 0.06, ฟินิลอะลานีน (phenylalanine) 0.98, วิตามิน บี1, วิตามิน บี2, วิตามินซี, แคโรทีน(carotene) และมีโปรตีน ไขมัน น้ำตาล ซูโครส ส่วนแร่ธาตุต่างๆ จะพบแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส โซเดียม และฟอสฟอรัส เมื่อเปรียบเทียบการบริโภคเจียวกู่หลานกับโสม พบว่า การบริโภคเจียวกู่หลานจะให้ผลดีกว่า เนื่องมาจากไม่พบอาการแพ้เหมือนการบริโภคโสม และจากผลการวิจัยในห้องปฏิบัติการยังรายงานไว้ว่า เจียวกู่หลานนั้น มีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ทำให้ร่ายกายผ่อนคลาย สามารถนอนหลับได้ดีขึ้น ลดระดับไขมันในเลือด เสริมระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ทั้งยังช่วยยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งบางชนิด ต้านการอักเสบ และลดระดับน้ำตาลในเลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

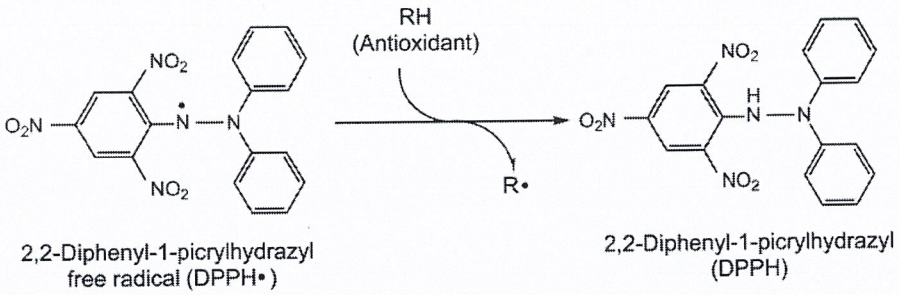
2.1.5 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธีต่าง ๆ (นราพร, 2552)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันสามารถทำได้หลายวิธี แต่ยังไม่มีวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่เหมาะสม หรือเป็นวิธีมาตรฐานในการบ่งชี้ความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารต่างๆ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีวิเคราะห์หลายๆ วิธีร่วมกัน ทั้งการวัดปริมาณอนุมูลอิสระ และสารที่มีความว่องไวสูง เช่น H_2O_2, O_3, $ONNO^-$ เป็นต้น ด้วยเทคนิคอีพีอาร์สเปคโตรสโคปี (electron paramagnetic resonance spectroscopy, EPR)โดยตรง การวัดปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายจะถูกออกซิไดซ์โดยอนุมูลอิสระ หรือการวัดความสามารถโดยรวมในการต้านออกซิเดชัน ส่วนการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารจากธรรมชาตินั้น เป็นการวัดความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยรวม สามารถทำการวิเคราะห์ได้หลายวิธี และสำหรับการทดลองนี้ มีรายละเอียดดังนี้

2.1.5.1 ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH· (DPPH free radical scavenging assay)

วิธี DPPH เป็นวิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารจากธรรมชาติ อนุมูล 2,2-dipheny1-1-picrylhydrazyl (DPPH·) ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบมีสีม่วง และความคงตัวดี และเป็นวิธีทดสอบที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากมีความถูกต้อง สะดวก และรวดเร็ว สามารถทดสอบได้ทั้งสารต้านออกซิเดชันที่ละลายในน้ำ และละลายในไขมัน การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ เป็นการบ่งชี้ถึงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ โดยวัดความสามารถในการรีดิวซ์ของสารต้านออกซิเดชันที่มีต่ออนุมูลอิสระ DPPH· ผ่านการเคลื่อนย้ายอิเลคตรอน (electron transfer) ร่วมกับการเคลื่อนย้ายไฮโดรเจนอะตอม (hydrogen atom transfer) โดยการเคลื่อนย้ายไฮโดรเจนจากสารต้านออกซิเดชันให้แก่อนุมูล DPPH· ทำให้สูญเสียสมบัติการเป็นอนุมูลอิสระ (ภาพที่ 2.3) สารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงของอนุมูล DPPH· เป็นไม่มีสีของสารประกอบ DPPH ซึ่งภายหลังจากการทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 30 นาที การลดลงของสีม่วงที่ค่าดูดกลืนแสงความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร จะบ่งบอกถึงความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารต้านออกซิเดชันต่างๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 การทำลายอนุมูล DPPH· ด้วยการเคลื่อนย้ายไฮโดรเจนจากสารต้านออกซิเดชัน
ที่มา : Moon และ Shibamoto (2009)

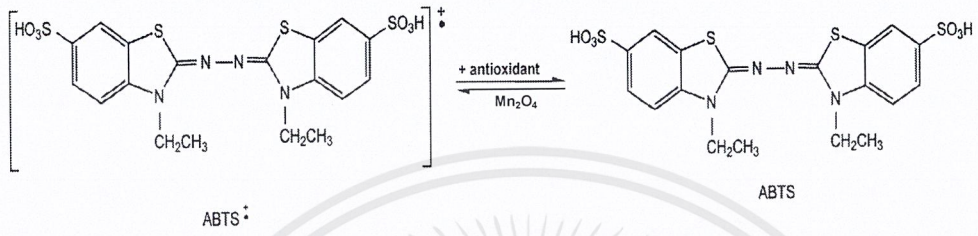
อย่างไรก็ตาม อนุมูล DPPH· เป็นอนุมูลที่สังเคราะห์ขึ้น จึงไม่สามารถบ่งบอกถึงความสามารถในการทำลายอนุมูลที่พบในเซลล์หรือร่างกายตามธรรมชาติได้ จึงเป็นข้อจำกัดของวิธีนี้ อีกทั้งสารต้านออกซิเดชันที่สามารถทำลายอนุมูลเปอร์ออกซิลได้ดี จะทำปฏิกิริยากับอนุมูล DPPH· ได้ช้ากว่า ส่งผลให้ค่าที่วิเคราะห์ได้มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง นอกจากนี้อาจเกิดการรบกวนจากสารประกอบหลายชนิดสามารถดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นเดียวกันได้ เช่น แคโรทีนอยด์ เป็นต้น

2.1.5.2 Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) โดยวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS$^{\cdot+}$

วิธี TEAC หรือ ABTS เป็นอีกวิธีหนึ่งที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของสารตัวอย่าง การทดสอบด้วยวิธีนี้จะมีความสะดวกรวดเร็ว สามารถทนค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ในช่วงกว้าง โดยอนุมูล ABTS$^{\cdot+}$ สามารถละลายได้ทั้งในน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ จึงทดสอบสารต้านออกซิเดชันได้ทั้งกลุ่มที่ละลายน้ำและกลุ่มที่ละลายไขมัน แต่ทั่วไปนิยมใช้น้ำในการเตรียมสารละลาย จึงใช้ทดสอบความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารกลุ่มที่ละลายในน้ำมากกว่า ทั้งยังได้รับความในนิยมในการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ หรือการต้านออกซิเดชันของสารธรรมชาติ โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้เดิมอาศัยปฏิกิริยาระหว่างเมทไทโอโกลบิน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในการออกซิไดซ์ 2,2' azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) ให้เกิดเป็นอนุมูล ABTS$^{\cdot+}$ (Miller และคณะ, 1993) แต่ต่อมามีการปรับปรุงวิธีทดสอบ โดยใช้สารเคมี เช่น แมงกานีสไดออกไซด์ (Mn_2O_4) และโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ($K_2S_2O_8$) เป็นต้น ในการออกซิไดซ์ให้เกิดอนุมูล ABTS$^{\cdot+}$ ข้อดี คือ ลดระยะเวลาในการเตรียมสารละลาย และสะดวกมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถวัดการรีดิวซ์ของสารต้านออกซิเดชันที่มีต่ออนุมูล ABTS$^{\cdot+}$ ได้โดยตรง (Prior และคณะ, 2005) สารต้านออกซิเดชันจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำลายอนุมูลอิสระ $ABTS^{\bullet+}$ ผ่านกลไกการเคลื่อนย้ายอิเลคตรอน (ภาพที่ 2.4) ส่งผลทำให้สารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวของอนุมูลอิสระ $ABTS^{\bullet+}$ เป็นไม่มีสีของสารประกอบ ABTS จึงสามารถวัดการลดลงของสีเขียว หรือค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ภายหลังการทำปฏิกิริยา 6 นาที ซึ่งความสามารถในการต้านออกซิเดชันแสดงในรูป Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) โดยใช้โทรลอกซ์เป็นสารมาตรฐาน



ภาพที่ 2.4 การทำลายอนุมูล $ABTS^{\bullet+}$ ของสารต้านออกซิเดชัน
ที่มา : ดัดแปลงจาก Huang และคณะ (2005)

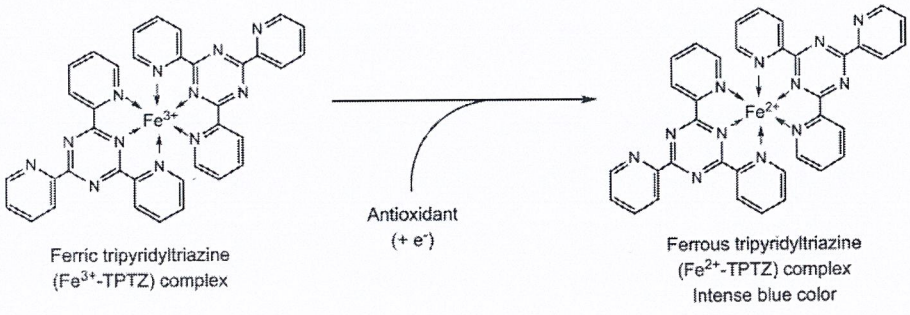
อย่างไรก็ดี อนุมูล $ABTS^{\bullet+}$ เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นเช่นเดียวกับอนุมูล $DPPH^{\bullet}$ จึงไม่สามารถพบในธรรมชาติ ทำให้ไม่สามารถบ่งบอกถึงความไวของสารต้านออกซิเดชันที่มีต่ออนุมูลที่พบในเซลล์หรือร่างกายได้ และยังพบว่า สารประกอบฟีนอลิกหลายชนิดจะเข้าทำปฏิกิริยาได้ช้า ซึ่งปฏิกิริยานี้นิยมวัดค่า TEAC ในเวลา 6 นาที ทำให้ความสามารถในการต้านออกซิเดชันอาจต่ำกว่าความเป็นจริง นอกจากนี้ สารที่มีค่าความต่างศักย์ต่ำกว่า 0.68 โวลต์ สามารถรีดิวซ์อนุมูล $ABTS^{\bullet+}$ ได้เช่นเดียวกับสารต้านออกซิเดชัน

2.1.5.3 ความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด (ferric reducing antioxidant capacity (FRAP) assay)

วิธีนี้เป็นการวิเคราะห์หาความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยตรงและไม่มีอนุมูลอิสระมาเกี่ยวข้องในปฏิกิริยา แต่จะแสดงถึงความสามารถในการรีดิวซ์โลหะของสารต้านออกซิเดชัน อีกทั้ง ยังเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว ใช้เวลาในการทดสอบสั้น และนิยมนำมาใช้ทดสอบความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารกลุ่มที่ละลายในน้ำเช่นเดียวกับวิธี TEAC การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันเกิดจากการเคลื่อนย้ายอิเลคตรอน (electron transfer) จากสารต้านออกซิเดชันในการรีดิวซ์ สารประกอบเชิงซ้อนของ Fe^{3+} -TPTZ (สีเหลืองส้ม) เป็น Fe^{2+} -TPTZ (สีน้ำเงิน) ในสภาวะที่เป็นกรด ดังแสดงในภาพที่ 2.5 ซึ่งการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินนี้ สามารถวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่ 593 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการทำปฏิกิริยา 8 นาที ความสามารถในการต้านออกซิเดชันอาจเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของโทรลอกซ์ สารต้านออกซิเดชันอื่นๆ หรือสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต เป็นต้น



ภาพที่ 2.5 การรีดิวซ์สารประกอบเชิงซ้อน ของ Fe^{3+}-TPTZ ของสารต้านออกซิเดชัน

ที่มา : Moon และ Shibamoto (2009)

วิธีนี้มีข้อจำกัด เนื่องจากเป็นการวัดความสามารถในการรีดิวซ์ โลหะ ซึ่งอาจไม่สัมพันธ์กับกลไกที่พบในร่างกาย รวมทั้งค่าความเป็นกรด-ด่างที่ใช้ในการทดสอบนั้น ยังแตกต่างจากสภาวะในร่างกายอีกด้วย นอกจากนี้ยังไม่สามารถใช้วิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันที่อาศัยการเคลื่อนย้ายไฮโดรเจนอะตอม เช่น กลูตาไทโอน (glutathione) เป็นต้น และยังพบว่า สารที่มีค่าความต่างศักย์ต่ำกว่า 0.77 โวลต์ สามารถรีดิวซ์ Fe^{3+}-TPTZ ได้เช่นเดียวกับสารต้านออกซิเดชัน อีกทั้งสารประกอบฟีนอลิกหลายชนิด เช่น กรดคาเฟอิก กรดแทนนิก และกรดเฟอรูลิก เป็นต้น จะเข้าทำปฏิกิริยาได้ช้า ส่งผลให้ค่าที่วิเคราะห์จึงมีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง

2.1.5.4 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Reagent

วิธีนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยอาศัยการทำปฏิกิริยาระหว่าง รีเอเจนต์ Folin Ciocalteau (phosphomolybdic-phosphotungstic acid) กับไทโรซีน ซึ่งมีหมู่ฟีนอลในโครงสร้าง ต่อมา Singleton และ คณะ (1999) ได้ประยุกต์วิธีนี้ในการหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในไวท์ จากนั้นได้นำมาใช้หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารธรรมชาติ รวมถึงพืชชนิดต่างๆ อย่างแพร่หลาย การวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดนั้น อาศัยการเคลื่อนย้ายอิเลคตรอนจากหมู่ฟีนอลิก (phenolic group) เพื่อรีดิวซ์โมลิบเดต (molydates) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของรีเอเจนต์ Folin Ciocalteau ในสภาวะที่เป็นเบส ดังปฏิกิริยา (Prior และ คณะ, 2005)

$$Mo(VI) + e^{-} \rightarrow Mo(V)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาการรีดิวซ์โมลิบเดต ทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินที่สามารถดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร และนำไปคำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก หรือสารประกอบฟีนอลิกอื่นๆ ดังนั้นวิธีนี้จึงเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว ง่ายต่อการวิเคราะห์ แต่มีข้อจำกัด คือสารกลุ่มอื่นๆที่ไม่ใช่สารประกอบฟีนอลิก สามารถรีดิวซ์รีเอเจนต์ Folin Ciocalteau ได้ ทั้งในกลุ่มของน้ำตาล กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ หรือโลหะทรานซิชันที่ไวต่อการทำปฏิกิริยา เช่น อะดีนีน(adenine) อะลานีน(alanine) อะนีน (aniline) กรดอะมิโน กรดเบนโซอิก อีดีทีเอ ฟรุคโตส กรดยูริก ไฮดราซีน โพแทสเซียมไนโตรท์ เป็นต้น นอกจากนี้ ยังพบว่า สารประกอบฟีนอลิกแต่ละชนิดจะมีความไวต่อการทำปฏิกิริยากับรีเอเจนต์ Folin Ciocalteau ได้แตกต่างกัน

2.2 เครื่องดื่มผง

เครื่องดื่มผง จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำ มีการเสื่อมเสียคุณภาพอย่างช้าๆ จึงมีอายุการเก็บรักษา (shelf life) และสามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องได้นานกว่าเครื่องดื่มที่มีความชื้นสูง รวมถึง เครื่องดื่มน้ำผลไม้ โดยมีหลักการเครื่องดื่มผง คือ การลดปริมาณน้ำในอาหาร ด้วยการระเหย การระเหิด หรือการเปลี่ยนสถานะของน้ำ เพื่อปริมาณน้ำที่เกี่ยวข้องในการเจริญของจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมี หรือ ชีวเคมี ทำให้สามารถชะลอการเสื่อมเสียของอาหารได้ นอกจากนี้กระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงยังช่วยลดน้ำหนักและปริมาตรของผลิตภัณฑ์ลงอย่างมาก ทำให้สะดวกในการขนส่ง อีกทั้งยังง่ายต่อการบริโภค เพียงชงละลายกับน้ำเย็นหรือน้ำร้อน ก็สามารถดื่มได้ทันที ในปัจจุบัน เทคโนโลยีการผลิตทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพใกล้เคียงกับวัตถุดิบ ประกอบกับราคาค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้น เครื่องดื่มผงจึงมีความสำคัญและเป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้น แต่ การผลิตเครื่องดื่มผงจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางวิชาการหลายด้านสำหรับการทำแห้ง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ตัวอย่างความหลากหลายของเครื่องดื่มผงในปัจจุบัน ได้แก่ กาแฟผง นมผง เครื่องดื่มมะนาวผง เครื่องดื่มกระเจี๊ยบผง เครื่องขิงผง และเครื่องดื่มเก๊กฮวยผง เป็นต้น เนื่องมาจากเป็นกรรมวิธีการผลิตที่มีค่าใช้จ่ายสูง เมื่อเทียบกับการทำแห้งหรือระเหยแบบอื่นๆ-เช่น วิธีการทำแห้งด้วยลมร้อนแบบตู้หรือถาด และการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง เป็นต้น (ณัฐรีพร, 2548)

หลักการทำเครื่องดื่มผง เป็นการทำแห้งอาหารชนิดหนึ่ง ให้มีลักษณะเป็นผง ซึ่งในช่วงแรกการผลิตเครื่องดื่มผงมีปัญหาในด้านการหายไปของกลิ่นรส จึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขึ้น เพื่อทำให้กลิ่นรสของเครื่องดื่มยังคงอยู่มากที่สุด เช่น การพัฒนาทางด้านเครื่องทำแห้งแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ่นฝอย และเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมาใช้ในการผลิตเครื่องดื่มประเภทนี้ เป็นต้น ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ผงที่มีคุณภาพดี มีความชื้นประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บได้นานที่อุณหภูมิห้อง และสะดวกในการขนส่ง เป็นต้น

ไพโรจน์ (2535) ได้แบ่งประเภทเครื่องดื่มผงตามกรรมวิธีการผลิตเป็น 3 ประเภท คือ

- เครื่องดื่มน้ำผลไม้แท้ผง วัตถุดิบในการผลิตจะได้จากการสกัดน้ำผลไม้ จากนั้นนำเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย เพื่อทำให้แห้งเป็นผง วิธีการนี้สามารถใช้ร่วมกับเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เพื่อเพิ่มความสามารถในการละลายให้มากขึ้น เช่น การผลิตกาแฟผง นมผง และน้ำผลไม้ผงต่างๆ ซึ่งวิธีดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายสูงในการลงทุน
- เครื่องดื่มดัดแปลงผงหรือเครื่องดื่มกึ่งแท้ผง เป็นเครื่องดื่มที่ใช้วัตถุดิบจากการสกัดผลไม้ หรือหัวน้ำเชื้อ แล้วนำมาฉีดลงบนตัวนำหรือสารประกอบหลัก เพื่อดูดซึมกลิ่นรสของผลไม้เอาไว้ให้มากที่สุด จากนั้นนำไปตากแดด และบดละเอียดผสมกับส่วนประกอบอื่นๆตามต้องการเพื่อผลิตเป็นเครื่องดื่มผงตามความต้องการ เช่น การผลิตเครื่องดื่มเก๊กฮวยผง และขิงผง เป็นต้น
- เครื่องดื่มผงอัดก๊าซ จัดเป็นเครื่องดื่มที่ผลิตเลียนแบบเครื่องดื่มน้ำอัดลม แต่จะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีลักษณะผง เมื่อนำไปละลายน้ำจะเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับกรดอินทรีย์ ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีรสซ่าเกิดขึ้น

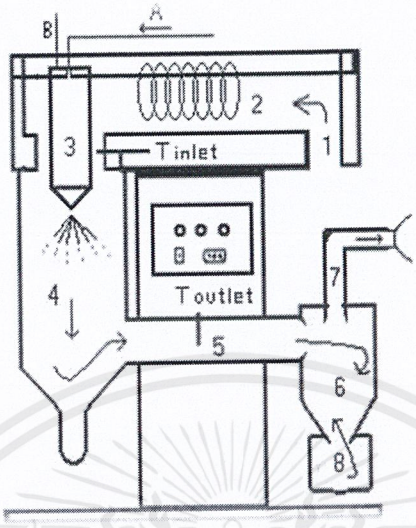
ประทิน และปราณี (2546) ศึกษาสภาวะในการผลิตเครื่องดื่มถั่วแดงสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 175-215 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิลมร้อนขาออกอยู่ในช่วง 70-85 องศาเซลเซียส พบว่า การทำแห้งที่ใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าสูงสุด เครื่องดื่มถั่วแดงผงที่ได้จะมีความสามารถในละลายน้ำดี มีคะแนนความชอบโดยรวมสูง และมีสารต้านการต้านออกซิเดชันเหลืออยู่ในปริมาณสูง

2.3 การทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย

การทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย มีความสำคัญมากในการผลิตอาหาร และเครื่องดื่มผงชนิดต่างๆ เช่น น้ำผลไม้ผง นมผง กาแฟผง และไข่ผง เป็นต้น โดยวัตถุดิบหรืออาหารที่ทำแห้งด้วยวิธีนี้ ต้องอยู่ในสภาพเป็นของเหลว เช่น น้ำนมดิบ น้ำผลไม้ และ สารสกัดจากกาแฟ เป็นต้น ซึ่งการพ่นของเหลวเป็นละอองนี้ จะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของอาหาร ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนจากลมร้อนให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ทำให้การระเหยของน้ำในผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น และใช้เวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำแห้งสั้นมาก (2-20 วินาที) วิธีการนี้จึงมีประสิทธิภาพในการทำแห้งสูงกว่าวิธีการอื่นๆ เหมาะสมกับอาหารที่ไม่ทนอุณหภูมิสูง



ภาพที่ 2.6 ขั้นตอนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

ที่มา : http://www.agro.cmu.ac.th/e_books/604303/.../Lab13-tray%20drying.doc. (2555)

อย่างไรก็ตาม วิธีนี้มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานต่ำ เนื่องจากสูญเสียความร้อนไปกับก๊าซร้อนที่ปล่อยออกจากเครื่องมือ นอกจากนี้ เครื่องมือมักจะมีขนาดใหญ่ ทำให้เปลืองพื้นที่ในการจัดวาง ค่าใช้จ่ายสูงและควบคุมความหนาแน่นมวลรวม (bulk density) ได้ยาก เพราะผลกระทบจากปริมาณของแข็งในอาหารที่ป้อนจากอุณหภูมิของก๊าซร้อน รวมทั้งจากตัวแปรอื่นๆ (Brennan, 1981) ลักษณะของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยนี้ ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญได้แก่ ห้องทำแห้ง (Drying chamber) หัวฉีด (Atomizer) แหล่งให้ความร้อน (Heater) และส่วนแยกอาหารผง (Cyclone separator) ดังแสดงในภาพที่ 2.6

2.3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (วรเดช, 2545)

การทำแห้งแบบพ่นฝอยมีตัวแปรหลายอย่างด้วยกัน สภาวะการใช้งาน จึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่องมือนี้มีคุณภาพแตกต่างกัน ดังนั้น เพื่อให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามต้องการจึงต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทำให้เกิดหยดแขวนขนาดเล็ก (atomization)

การเพิ่มพลังงานเพื่อให้เกิดอนุภาคฝอยจะทำให้อนุภาคของเหลว(วัตถุดิบ)มีขนาดเล็กลง เมื่ออัตราการป้อนของเหลวคงที่ กล่าวคือ เมื่อเพิ่มความเร็วรอบ หรือความดันของหัวฉีด หรืออัตราการไหลระหว่างลมร้อนกับของเหลวในหัวฉีด จะได้อนุภาคฝอยที่มีขนาดเล็กลง ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาแน่นสูง

- คุณสมบัติของสารป้อน

การเพิ่มปริมาณของแข็งในสารละลายป้อน โดยที่สภาวะการทำงานของหัวฉีดคงที่ จะมีผลต่อความชื้นของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นในอนุภาคพ่นฝอยในขณะที่อัตราการระเหยน้ำยังคงเดิม ดังนั้น อัตราส่วนความชื้นต่อของแข็งที่เหลืออยู่ในอนุภาคจะน้อยกว่า ในกรณีที่ปริมาณของแข็งในสารละลายป้อนต่ำ ผลที่ได้ตามมาคือ ผลิตภัณฑ์มีความชื้นลดลง

- อัตราการป้อน (feed rate)

เมื่อสภาวะการทำงานของหัวฉีดคงที่ การเพิ่มอัตราการป้อน มีผลทำให้อนุภาคที่พ่นฝอยนั้นมีขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้น จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ และความหนาแน่นต่ำ ส่วนการเพิ่มอัตราการป้อน เมื่ออัตราการไหลของอากาศร้อนเข้า และปริมาณความร้อนที่ให้ระบบคงที่ ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของความชื้นในผลิตภัณฑ์

- ชนิดของหัวฉีด

หัวฉีดแบบ rotary และ nozzle นั้นมีลักษณะการทำงานสำหรับการพ่นฝอยที่ต่างกัน ทำให้ได้อนุภาคมีขนาดอนุภาคแตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นกับการออกแบบ และลักษณะเฉพาะของแต่ละเครื่อง โดยหัวฉีดแบบ rotary สามารถใช้งานได้ทั่วๆไป ส่วนหัวฉีดแบบ nozzle จะให้อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า ดังนั้น การเลือกใช้งานหัวฉีดทั้ง 2 แบบ จะขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิต

- การออกแบบหัวฉีด

ในหัวฉีดแต่ละชนิดมีอุปกรณ์หลายส่วนที่สามารถออกแบบให้ใช้งานได้แตกต่างกันไป เช่น จำนวน ความสูง ระยะห่างระหว่างซี่ (vane) และความกว้างของซี่ในหัวฉีดแบบ rotary มีผลทำให้ได้อนุภาคที่พ่นฝอยออกมามีลักษณะที่แตกต่างกัน

- การไหลของอากาศ

การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของอากาศมีผลต่อเวลาที่อยู่ในห้องทำแห้ง (residence time) ของอนุภาคหรือเวลาที่ใช้ในการทำแห้งโดยตรง ถ้าอัตราการไหลของอากาศลดลง ส่งผลทำให้เวลาที่อยู่ในห้องทำแห้งของอนุภาคหรือเวลาที่ใช้ในการทำแห้งนั้นเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในอาหารจะระเหยมากขึ้น เป็นผลให้มีปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลง

- อุณหภูมิในการทำแห้ง

เมื่ออัตราการไหลของอากาศคงที่ อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และอุณหภูมิลมร้อนขาออก มีผลต่ออุณหภูมิในการทำแห้ง เมื่ออุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่สูงขึ้น เป็นการเพิ่มแรงขับ(driving force)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของน้ำในอนุภาคที่จะระเหยออกไป เป็นผลให้ความสามารถในการระเหยน้ำของเครื่องทำแห้งเพิ่มขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อน (thermal efficiency) ของการทำแห้ง ในสภาพการทำงานจริงนั้นต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความชื้นสุดท้ายค่าหนึ่ง เพื่อให้ได้สมบัติทางกายภาพเคมีตามต้องการ ดังนั้น อุณหภูมิลมร้อนขาออกต้องอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้แน่นอน ในบางกรณีต้องเลือกสภาวะการทำงานที่อุณหภูมิลมร้อนขาออกต่ำ ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง เพื่อป้องกันการรวมตัว หรือดูดความชื้นของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บ

2.3.2 ผลิตภัณฑ์ผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย

Masters (1979) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ผงสำเร็จรูปที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยที่ดีต้องสามารถกระจายตัว และละลายน้ำได้อย่างรวดเร็ว โดยผลิตภัณฑ์ผงจะต้องมีสมบัติ ดังนี้

1. การเปียก (wettability) อนุภาคผงต้องมีความสามารถในการดูดซับน้ำบริเวณพื้นผิวที่ดี เพื่อให้น้ำสามารถแทรกซึมผ่านได้

2. การจม (sinkability) อนุภาคต้องมีความสามารถในการจมลงในน้ำหลังจากที่ทำให้เปียกแล้ว

3. การแพร่กระจาย (dispersibility) ผลิตภัณฑ์ผงต้องมีความสามารถในการกระจายตัวได้ดีในน้ำ ซึ่งคุณสมบัติการแพร่กระจายที่ดีนั้นจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวในการสัมผัสกับน้ำต้องสูง อนุภาคผงต้องไม่ลอยตัวอยู่บนผิวน้ำ อนุภาคผงต้องมีการละลายน้ำที่ดี และมีการต้านทานต่อการจม

4. การละลาย (solubility) ผลิตภัณฑ์ผงมีการละลายน้ำที่ดีหรือไม่นั้นสามารถบอกได้ 2 ลักษณะ คือ อัตราเร็วในการละลาย และความสามารถในการละลายทั้งหมด (total solubility)

Bete (2005) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย มักมีขนาดอนุภาคที่สม่ำเสมอ ซึ่งความหนาแน่นปรากฏของผลิตภัณฑ์ผงจะมีความสำคัญต่อการขนส่ง บรรจุภัณฑ์และการบรรจุ ยังพบว่าความหนาแน่นปรากฏสามารถบ่งบอกถึงขนาดอนุภาคผง(particle size) และกระบวนการทำงานของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยปัจจัยที่มีผลต่อความหนาแน่นปรากฏของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. การเพิ่มอัตราการป้อนอาหารเหลว มีผลทำให้ความหนาแน่นปรากฏเพิ่มขึ้น และส่งผลทำให้ความชื้นมีค่าสูงขึ้นด้วย

2. เมื่ออุณหภูมิของอาหารเหลวที่ป้อนเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยมีอุณหภูมิสูงขึ้น จะได้หยดของเหลวที่มีลักษณะเป็นทรงกลม ทำให้ความหนาแน่นปรากฏมีความเพิ่มขึ้น แต่การใช้อุณหภูมิต่ำในการป้อนของเหลว จะได้ลักษณะเป็นเส้นด้าย

3. ผลิตภัณฑ์ผงที่มีความชื้นสูงขึ้นจะส่งผลให้ความหนาแน่นปรากฏมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่สูงขึ้นมีผลทำให้ความหนาแน่นปรากฏลดลง

5. การลดลงของอุณหภูมิลมร้อนขาออกส่งผลให้ปริมาณความชื้น และความหนาแน่นปรากฏเพิ่มขึ้น

6. การทำงานของเครื่องจักรที่ต้องการให้ขนาดอนุภาคผงเล็กลง มีผลทำให้ความหนาแน่นปรากฏเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ผงมักเกิดปัญหาในเรื่องการสูญเสียกลิ่นรส และการจับตัวกันเป็นก้อนภายหลังการทำแห้งแบบพ่นฝอย การเติมสารช่วยในการทำแห้ง และกักเก็บกลิ่นรส (Schultz and Talburt, 1961) หรือตัวพา ซึ่งมีคุณสมบัติในการช่วยรักษากลิ่นรสของอาหารไว้ได้ สามารถการแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ และยังช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งให้กับวัตถุดิบก่อนเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยที่ตัวพานั้นมีสมบัติหลายประการ ได้แก่ ไม่มีกลิ่นรสมีสามารถในการดูดความชื้นต่ำ และสามารถละลายได้ดี เช่น มอลโตเด็กซ์ตริน (กัลยาณี, 2540)

2.3.3 ตัวพา (carrier)

ตัวพาที่ใช้สำหรับการทำแห้งแบบพ่นฝอย หมายถึง สารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร เป็นตัวขนส่งและกระจายสารเคมีบางอย่างในอาหาร ซึ่งเมื่อโดนความร้อน หรือสารระเหยจะถูกทำลายได้ง่าย เช่น กลิ่นรส สี วิตามิน หรือสารประกอบอื่นๆในอาหาร โดยสารตัวพาจะทำหน้าที่ดักจับ ห่อหุ้ม และกักเก็บสารเหล่านี้ไว้ ทำให้ความร้อนสามารถทำลายหรือมีการระเหยได้น้อย และเมื่อนำอาหารผงนั้นไปคืนรูปด้วยการละลายน้ำ สีหรือกลิ่นรสของอาหารเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยออกมา ทำให้สี กลิ่นรสของอาหารหลังการคืนรูป มีลักษณะคล้ายวัตถุดิบสดก่อนนำมาทำแห้ง (Douglas and Gleen, 1982 อ้างโดย กัลยาณี, 2540) นอกจากนั้น ตัวพายังทำหน้าที่เพิ่มปริมาณของแข็งให้กับอาหารก่อนเข้าเครื่องทำแห้ง และทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ด้วย เช่น น้ำผลไม้ ซึ่งมีปริมาณของแข็งต่ำ และของแข็งส่วนใหญ่ คือ น้ำตาล เมื่อกลายเป็นผงแล้วจะมีความเข้มข้นสูงขึ้นมาก และดูดความชื้นกลับได้อย่างรวดเร็ว จึงเหนียวติดภาชนะ หรือไม่สามารถทำให้เป็นผงได้อีก เนื่องจากมีการเกาะติดบริเวณผนังห้องทำแห้ง และดูดความชื้นกลับจนเหนียว ดังนั้น การเติมสารตัวพาเข้าไป จะช่วยเจือจางปริมาณน้ำตาลในผงให้มีความเข้มข้นลดลง (กัลยาณี, 2540)

เบ็ญจรัก (2542) ได้ศึกษาและสภาวะการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตน้ำอ้อยผงด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย และศึกษาสารห่อหุ้ม 2 ชนิด คือ เด็กซ์ตรินที่มีความเข้มข้น 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) และแมกนีเซียมสเตียเรต 10 เปอร์เซ็นต์ โดยกำหนดความดันลมออก 50-60 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 120 องศาเซลเซียส พบว่า น้ำอ้อยผงที่ได้รับการยอมรับในลักษณะด้านรสหวาน และความชอบโดยรวมสูงสุด คือ สภาวะการเติมเด็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรินที่ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำน้ำอ้อยผงมาคืนรูปในอัตราส่วน 1 : 5 แล้วเปรียบเทียบกับน้ำอ้อยสด พบว่า มีคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวมน้อยกว่าน้ำอ้อยสด แต่มีกลับมีการยอมรับในด้านรสหวานมากว่า

สารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวพา ได้แก่ กัมอะราบิก (gum arabic) เด็กซ์โตรส(dextrose) มอลโตเด็กซ์ตริน น้ำตาล(sugar) กัมทากาแกน (gum tragacanth) สตาร์ช(starches) เจลาติน(gelatin) และสารผสมของสารเหล่านี้ ถูกใช้เป็นตัวพา และสารห่อหุ้ม (coat agents) เพื่อช่วยให้คงคุณภาพด้านสี และกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ผงจากการทำแห้งแบบพ่นฝอย ซึ่งมอลโตเด็กซ์ตริน เป็นตัวหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการใช้เป็นสารห่อหุ้มเพื่อช่วยคุงคุณภาพด้านสี และกลิ่นรสที่สามารถสูญสลายได้ง่ายเมื่อโดนความร้อน อีกทั้งสามารถหาซื้อได้ง่าย และราคาไม่แพง (Cai and Corke, 2000)

2.3.3.1 มอลโตเด็กซ์ตริน

มอลโตเด็กซ์ตริน (maltodextrin) [$(C_6H_{10}O_5)_n H_2O$] เกิดจากการไฮโดรไลซ์แป้งได้เป็นสายโพลิเมอร์ของแซ็กคาไรด์ ประกอบด้วย α-D-glucose ยูนิต หลายๆ ยูนิต ต่อกันด้วย (1-4) glycosidic bonds มีค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรส (dextrose equivalent หรือ DE) ต่ำกว่า 20 การผลิตในระดับอุตสาหกรรมทั่วไปนิยมใช้มอลโตเด็กซ์ตรินที่มีค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสอยู่ในช่วง 5-19 โดยค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสเป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) ในน้ำเชื่อม โดยคำนวณจากเด็กซ์โตรสของปริมาณน้ำหนักแห้ง มอลโตเด็กซ์ตรินจัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกับกลูโคสไซรัป ได้จากการย่อยสลายโมเลกุลของสตาร์ชด้วยกรดหรือเอนไซม์ (Macrae *et al.*, 1993; Keaesley and Dziedzic, 1995)

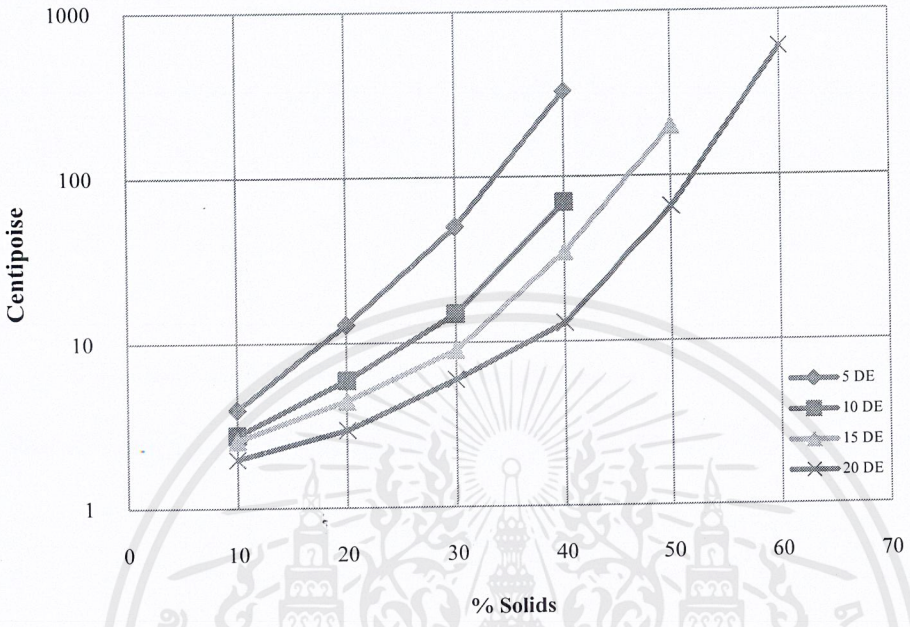
2.3.3.1.1 สมบัติบางประการของมอลโตเด็กซ์ตริน

- ความสามารถในการดูดความชื้น (hygroscopicity) มอลโตเด็กซ์ ตรินมีความสามารถในการดูดความชื้นจากอากาศต่ำ (nonhygroscopic) เนื่องจากมีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวน้อย จึงมีลักษณะเป็นผงแห้งที่สามารถไหลได้ดี (free flowing) เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารแห้ง หรือที่มีความชื้นต่ำ ซึ่งความสามารถในการดูดความชื้นของมอลโตเด็กซ์ตรินจะจะแปรผันตามค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรส (Kenyon and Anderson, 1988)

- ความหนืด (viscosity) สารละลายมอลโตเด็กซ์ตรินจะแสดงลักษณะความหนืดเป็นแบบ Newtonian กล่าวคือเมื่อสารละลายได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจะมีผลให้ความหนืดมีค่าลดลง นอกจากนี้ความหนืดยังแปรผกผันกับสมมูลเด็กซ์โตรส โดยสารละลายมอลโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เด็กซ์ตรินที่มีสมมูลย์เด็กซ์โตรสต่ำจะมีความหนืดสูง อีกทั้งความเข้มข้นของสารละลายมอลโตเด็กซ์ตรินก็มีผลต่อความหนืดเช่นกัน ซึ่งค่าความหนืดจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มเข้มข้นของสารละลายมอลโตเด็กซ์ตริน ดังแสดงในภาพที่ 2.7

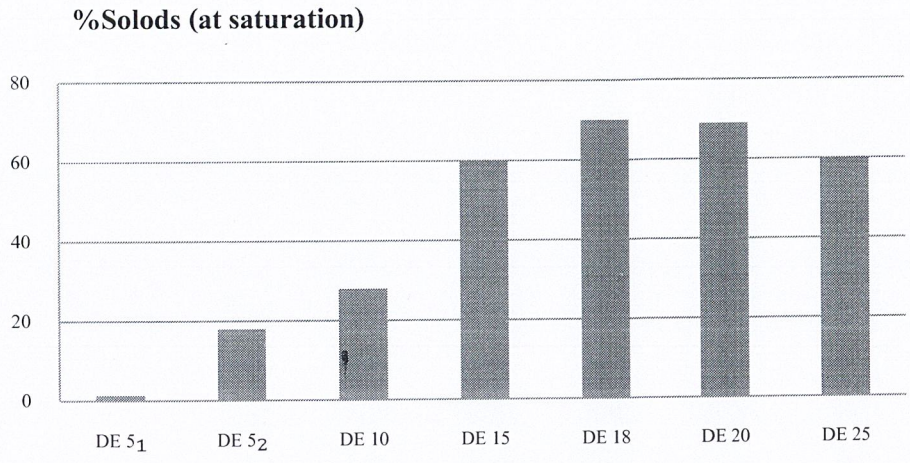


ภาพที่ 2.7 ความหนืดของสารละลายมอลโตเด็กซ์ตริน
ที่มา: ดัดแปลงจาก Kenyon and Anderson (1988)

- ความสามารถในการละลาย (solubility) มอลโตเด็กซ์ตรินชนิดที่มีค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสสูงจะละลายน้ำได้ดีกว่าชนิดที่มีค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสต่ำ เช่น ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มอลโตเด็กซ์ตรินที่มีค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสอยู่ในช่วง 9-12, 13-17 และ 18-20 จะสามารถละลายในน้ำได้ 40, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Lloyd and Nelson, 1984) ทั้งนี้เนื่องมาจากมอลโตเด็กซ์ตรินที่มีค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสต่ำกว่า จะมีปริมาณแซ็กคาไรด์ที่ไม่ละลายน้ำอยู่จำนวนมากกว่ามอลโตเด็กซ์ตรินที่มีค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสสูงกว่า ซึ่งมีปริมาณแซ็กคาไรด์ขนาดใหญ่ทำให้ละลายน้ำได้น้อย ด้วยเหตุนี้เองความสามารถในการละลายของมอลโตเด็กซ์ตรินที่น้อยลงจึงแปรผันตามค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสที่มีค่าต่ำลง (Howling and Jackson, 1990) กัลยาณี (2540) กล่าวว่า ความสามารถในการละลายของมอลโตเด็กซ์ตรินขึ้นอยู่กับค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรส (ภาพที่ 2.8) ความสามารถในการละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสมากขึ้นจากสมมูลย์เด็กซ์โตรส 5 เป็นสมมูลย์เด็กซ์โตรส 18 จากนั้นความสามารถในการละลายจะค่อยๆ ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 2.8 ความสามารถในการละลายของมอลโตเด็กซ์ตริน

หมายเหตุ 1' DE 5 ที่มี glucose 0.8%, maltose 0.8%

2' DE 5 ที่มี glucose 0.3%, maltose 0.9%

ที่มา: ดัดแปลงจาก Grain Processing Corperation (1994 อ้างโดย กัลยาณี, 2540)

- การควบคุมการเกิดผลึก (crystallization control) เนื่องจากมอลโตเด็กซ์ตรินมีคุณสมบัติช่วยควบคุมการตกผลึกของน้ำตาลในอาหาร โดยขัดขวางไม่ให้น้ำตาลที่มีปริมาณมากเกินจุดอิ่มตัวนั้น เกิดการรวมตัวกันเกิดเป็นโครงสร้างผลึกที่แข็งแรง (Pancoast and Junk, 1980)

- การทำให้อิมัลชันคงตัว (emulsion stability) เนื่องจากมอลโตเด็กซ์ตรินขาดสมบัติของการเป็นสารชอบน้ำ/ไม่ชอบน้ำ (hydrophilic/lipophilic properties) จึงไม่มีสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์อย่างแท้จริง อย่างไรก็ตาม มอลโตเด็กซ์ตรินยังสามารถช่วยทำให้อิมัลชันคงตัวได้ เนื่องจากส่วนที่เป็นโมเลกุลแซ็กคาไรด์สายยาว ทำให้เกิดความหนืดขึ้นซึ่งจะช่วยรักษาสภาพอิมัลชันไว้ได้ ดังนั้น การนำมอลโตเด็กซ์ตรินมาผสมกับสารที่มีสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ เช่น กัมอะราบิก จะช่วยปรับปรุงความคงตัวของอิมัลชันให้ดีขึ้นกว่าการใช้มอลโตเด็กซ์ตรินเพียงอย่างเดียว (Kenyon and Anderson, 1988)

- การเกิดแผ่นฟิล์ม (film-forming properties) มอลโตเด็กซ์ตรินสามารถเกิดเป็นแผ่นฟิล์มที่มีลักษณะมันวาว และมีสมบัติสามารถป้องกันการผ่านเข้าออกของออกซิเจนได้ (oxygen barrier propertise) จึงนิยมนำมาใช้ในการกักเก็บกลิ่นรส (encapsulation) ของสารที่ให้กลิ่นรส (flavoring agent) ให้ยังคงอยู่ เนื่องจากมอลโตเด็กซ์ตรินช่วยลดการสูญสลายของสารให้

124565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลิ่นรสจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน และยังพบว่า มอลโตเด็กซ์ตรินที่มีค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสสูงจะเกิดเป็นแผ่นฟิล์มได้ดีกว่า

มอลโตเด็กซ์ตรินจำพวกที่มีค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสต่ำ เนื่องจากมีแซ็กคาไรด์ที่ไม่ละลายน้ำอยู่จำนวนมากกว่านั้น แซ็กคาไรด์เหล่านี้มีผลต่อการเกิดฟิล์ม ทำให้แผ่นฟิล์มที่ได้มีลักษณะที่ไม่ต้องการ และเกิดความไม่ต่อเนื่อง ดังนั้น แผ่นฟิล์มจากมอลโตเด็กซ์ตรินที่มีค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสต่ำ จึงมีคุณภาพไม่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นฟิล์มจากมอลโตเด็กซ์ตรินที่มีค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรสสูงกว่า (Inglett *et al*., 1988; Kenyon and Anderson, 1988)

2.3.3.1.2 การใช้ประโยชน์จากมอลโตเด็กซ์ตรินในอุตสาหกรรมอาหาร

เนื่องจากมอลโตเด็กซ์ตรินมีสมบัติที่ดีหลายประการ จึงได้มีการนำมอลโตเด็กซ์ตรินไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารประเภทต่างๆ เช่น ในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยนิยมใช้มอลโตเด็กซ์ตริน เป็นสารตัวกลางสำหรับห่อหุ้มสารให้กลิ่นรสต่างๆ สารเพิ่มปริมาณ (bulking agent) และสารให้ความหวานสังเคราะห์ ส่วนในอุตสาหกรรมขนมหวานนั้น ใช้มอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารเชื่อม(binder) และสารเคลือบ โดยใช้เป็นตัวกลางของสารให้ความหวาน สารให้กลิ่นรส หรือเครื่องเทศในผลิตภัณฑ์จากธัญชาติและอาหารว่าง ซึ่งยังช่วยป้องกันการเกิดผลึกน้ำตาล รักษาความชุ่มชื้น ปรับปรุงเนื้อสัมผัส และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น อีกทั้งมอลโตเด็กซ์ตรินสามารถช่วยควบคุมการเพิ่มขนาดของเกล็ดน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์แช่แข็ง สำหรับอาหารประเภทที่มีองค์ประกอบของไขมันต่ำ มีการนำมอลโตเด็กซ์ตรินมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในอาหาร เนื่องมาจากมอลโตเด็กซ์ตรินให้พลังงานเพียง 3.8 กิโลแคลอรีต่อกรัม ซึ่งน้อยกว่าไขมันให้พลังงานถึง 9 กิโลแคลอรีต่อกรัม (Macrae et al., 1993) โดยตัวอย่างการใช้มอลโตเด็กซ์ตรินในอุตสาหกรรมอาหารประเภทต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การใช้มอลโตเด็กซ์ตรินในอาหารประเภทต่างๆ

ผลิตภัณฑ์	ค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรส	เหตุผลในการเลือกใช้
เครื่องดื่มผง	1, 5, 10, 15	ไม่จับตัวเป็นก้อน กระจายตัวและละลายน้ำได้ดี ให้เนื้อสัมผัส ช่วยให้กลิ่นรสคงอยู่ ทำแห้งได้ง่าย
ซุป และซอส	5, 10, 15	ให้เนื้อสัมผัส ไม่จับตัวเป็นก่อน กระจายตัวในไขมัน
ครีมเทียม	10, 15	ช่วยเพิ่มปริมาณให้เนื้ออาหาร และความรู้สึกในปาก ปรับปรุงกลิ่นรส กระจายตัวในไขมัน
ขนมหวานชนิดเคี้ยวได้นาน (chewing confectionery)	5, 10	ละลายได้ดี ความหนืดสูง ไม่มีผลต่อกลิ่นรส
สารเคลือบผิวหน้า	5, 10, 15	ป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล ช่วยควบคุมความชื้น ให้ความหนืด ให้เนื้อสัมผัสเนียน เกิดการเกาะติด ไม่มีกลิ่นรส
อาหารแช่แข็ง	10	ให้ความหนืด ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็ง เกิดแผ่นฟิล์ม ควบคุมความชื้นในอาหาร
สารตัวกลางพากลิ่น	1, 5, 10, 15	ช่วยเพิ่มปริมาณ เป็นสารกักเก็บกลิ่นรส
สารช่วยทำแห้งแบบพ่นฝอยสำหรับชีส ไขมัน กลิ่นรส น้ำผลไม้ และน้ำเชื่อม	10	กระจายตัวและละลายน้ำได้ดี กระจายตัวในไขมัน ดูดความชื้นจากอากาศได้ต่ำ มีสมบัติเทไหลได้ (free flowing) ไม่มีกลิ่นรส

ที่มา: ดัดแปลงจาก Macrae et al. (1983)

พรรณจิรา และคณะ (2545) ได้ศึกษากระบวณการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยศึกษาผลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ระดับ 100, 110 และ120 องศาเซลเซียส และที่ระดับปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 13, 16 และ19 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พบว่าการใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 110 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 16 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ทำให้ผลิตภัณฑ์ผงมีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสดีที่สุด

ศุภมาศ และคณะ (2550) ศึกษาการทำแห้งทุเรียนแบบพ่นฝอย โดยแปรระดับของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเป็น 3 ระดับคือ อุณหภูมิ 160, 170 และ180 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเป็น 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้มอลโตเด็กซ์ตริน 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 170 และ 180 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคสูงสุด โดยขนาดอนุภาคทุเรียนผงที่ผลิตได้อยู่ในช่วง 0.01-700 ไมโครเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Borge และคณะ (2002) ได้ทำการทดลองใช้มอลโตเด็กซ์ตริน เป็นสารช่วยการทำแห้ง (drying aid) ในน้ำสับปะรด และน้ำเสาวรสพ่นฝอย โดยใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าในช่วง 85-95 องศาเซลเซียส และระดับ มอลโตเด็กซ์ตรินที่ 20-30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าไม่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการละลาย และความเป็นรูพรุนของอนุภาคผลิตภัณฑ์ผงที่ได้ แต่การเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ได้ (yield) และbulk density ของผลิตภัณฑ์ผงเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ชาเจียวกู่หลานแห้ง ได้รับความอนุเคราะห์จากแปลงทดลองของมูลนิธิโครงการหลวง และ มอลโตเด็กซ์ตริน (ค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรส 10) จากบริษัทไทยฟูด แอนด์ เคมิคอล จำกัด

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์

ตู้อบแห้งระบบลมร้อน (Hot air oven) (Patch รุ่น OV 663, ประเทศไทย)

เครื่องบด (Blender) (Moulinex, ประเทศฝรั่งเศส)

โถดูดความชื้น (desicator)

เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง (Sartorious รุ่น TE214S, ประเทศเยอรมัน)

เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง (Mettler Toledo รุ่น PL 1502-S, ประเทศเยอรมัน)

เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (JCM Minilab spray dryer รุ่น DE-10, ประเทศไทย)

เครื่อง Water Activity Meter (AquaLab รุ่น TE3, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

เครื่องวัดสี Colorimeter (Hunter Lab รุ่น ColorQuest XE, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

เครื่อง Vis Spectrophotometer (Genesys รุ่น G 10-Vis, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

เครื่องปั่นเหวี่ยงตะกอน (Centrifuge) (Hettich zentrifugen รุ่น EBA 20, ประเทศเยอรมัน)

อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Memmert รุ่น WB14, ประเทศเยอรมัน)

อุปกรณ์เครื่องแก้ว

ผ้าขาวบาง และผ้าดิบ

ตะแกรงร่อน

เทอร์โมมิเตอร์

ออโตปิเปต (Autopipette) (Eppendrof, ประเทศเยอรมัน)

Vortex mixer (Vortex genie 2 G-560E, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3.3 สารเคมี

เอธานอล (C_2H_5OH) (Lab-scan, ประเทศไอร์แลนด์)

กรดแกลลิก (Gallic acid) (Fluka, ประเทศเยอรมัน)

กรดอะซิติก ($C_2H_3NaO_2$) (Carlo Erba, ประเทศอิตาลี)

กรดไฮโดรคลอริก (HCl) (Merck, ประเทศเยอรมัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซเดียมคาร์บอเนต (Carlo, ประเทศอิตาลี)

Folin-Ciocalteu reagent (Carlo Erba, ประเทศอิตาลี)

2,4,6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ) (Sigma, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl radical (DPPH) (Sigma, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

6-hydroxy-2, 5, 7, 8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox) (Sigma-Aldrich, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

2, 2'-azinobis (3-ehtylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) (Sigma, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำชาเจียวกู่หลาน

บดชาเจียวกู่หลานด้วยเครื่องปั่นประมาณ 10 วินาที แล้วร่อนผ่านตะแกรงหยาบ จากนั้นชั่งตัวอย่างชาเจียวกู่หลาน 10 กรัม แช่ในน้ำอุ่น 60 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1:6) ที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 70-75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (ดัดแปลงจากวิธีของ Suntararuks และคณะ, 2008) แล้วนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นกรองซ้ำด้วยผ้าดิบ ตามลำดับ จะได้น้ำชาเจียวกู่หลาน

นำน้ำชาเจียวกู่หลานผสมมอลโตเด็กซ์ตริน (ค่าสมมูลย์เด็กซ์โตรส 10) ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ในข้อ 3.4.2 จากนั้นละลายมอลโตเด็กซ์ตรินด้วยการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 องศาเซลเซียส และ คนประมาณ 5 นาที หรือจนกว่ามอลโตเด็กซ์ตรินจะละลายหมด จะได้น้ำชาเจียวกู่หลานสำหรับการทำแห้ง

3.4.2 ศึกษาปริมาณมอลโตเด็กตริน และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพในผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานผง

การทดลองนี้ใช้การวางแผนการทดลองแบบ 3×3 Factorial in Completely Randomize Design (Factorial in CRD) โดยมีปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ มอลโตเด็กซ์ตริน (ร้อยละ 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักชา (w/v)) และ อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า (130, 150 และ 170 องศาเซลเซียส) โดย มีขั้นตอนดังนี้ นำน้ำชาเจียวกู่หลานสกัดผสมมอลโตเด็กซ์ตรินจากข้อ 3.4.1 มาทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยกำหนดควบคุมอุณหภูมิลมร้อนขาออกเท่ากับ 80 องศาเซลเซียส กำลังการผลิต 10 ลิตร/ชั่วโมง, ควบคุมความเร็วลม (Blower speed control) 2460, อัตราการไหล (Flow rate) ควบคุมด้วยปุ่มหมุนไว้ที่ระดับ 15 หรือมีอัตราการไหล 50 มิลลิลิตร/นาที จากนั้นนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.1 ปริมาณความชื้น (AOAC 934.01, 1990)

นำถ้วยอลูมิเนียมไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมงแล้วนำมาใส่โถดูดความชื้น ทิ้งให้เย็น จากนั้นชั่งชาเจียวกู่หลานผงประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียมที่ผ่านการอบจนน้ำหนักคงที่ ชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน แล้วจึงนำตัวอย่างไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 135 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จึงนำมาใส่โถดูดความชื้น ทิ้งให้เย็น จากนั้นชั่งน้ำหนักจนกว่าตัวอย่างจะมีน้ำหนักคงที่ แล้วคำนวณหาปริมาณความชื้นโดยน้ำหนักเปียก (wet basis) จากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

3.4.2.2 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้

ชั่งตัวอย่างชาผงประมาณ 3 กรัม ใส่ลงในตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ จากนั้นนำใส่ในช่องสำหรับวัดตัวอย่างในเครื่อง Water Activity Meter กำหนดอุณหภูมิของการวัดเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส รอจนเครื่องส่งสัญญาณ แล้วจึงบันทึกค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้

3.4.2.3 ความสามารถในการละลาย (ดัดแปลงจาก สิริรัตน์ และอุบลวรรณ, 2549)

ชั่งตัวอย่างหนัก 1 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ แล้วเติมน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วกวนตลอดเวลาด้วย Magnetic Stirrer นาน 5 นาที จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างใส่หลอดแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที จึงปิเปตสารละลายส่วนบนของตัวอย่างมา 5 มิลลิลิตรใส่ถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะมีน้ำหนักคงที่ จากนั้นคำนวณหาความสามารถในการละลาย จากสมการ

$$\text{ความสามารถในการละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

3.4.2.4 เวลาที่ใช้ในการละลาย (ดัดแปลงจาก สิริรัตน์ และอุบลวรรณ, 2549)

ชั่งตัวอย่างชาผง 1 กรัม ละลายในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ปริมาตร 50 มิลลิลิตร กวนตลอดเวลาด้วย Magnetic Stirrer โดยจับเวลาตั้งแต่ใส่ชาผง จนผงละลายหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.5 สี

ชั่งผงชาเจียวกู่หลาน โดยคำนวณน้ำหนักตามสัดส่วนของมอลโตเด็กซ์ตรินที่เติมลงไป แล้วเติมน้ำปริมาตร 40 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน จากนั้นใส่ในขวดพลาสติกที่ใช้สำหรับวัดค่าสีให้มีปริมาตรถึง 40 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter (Hunter Lab) ตามระบบ CIE hunter lab ดังนี้ ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และ ค่าสีเหลือง (b*) จากนั้นนำไปคำนวณหาค่าความแตกต่างของสี (ΔE) Chroma และ ΔC จากสมการดังนี้

$\Delta L^* = L^* - L_t^*,\ \Delta a^* = a^* - a_t^*,\ \Delta b^* = b^* - b_t^*$

$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$

$\text{Chroma} = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$

ΔC = Chroma- Chroma_t

เมื่อ ; L*, a*, b* = ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของตัวอย่างน้ำชาหลังการทำแห้ง

L_t^*, a_t^*, b_t^* = ค่าความสว่าง (L_t^*) ค่าสีแดง (a_t^*) และค่าสีเหลือง (b_t^*) ของตัวอย่างน้ำชาก่อนการทำแห้งหรือตัวอย่างควบคุมที่ความเข้มข้นของมอลโตเด็กซ์ตรินเท่ากัน

3.4.2.6 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method ดัดแปลงจาก Singleton และคณะ (1999)

นำตัวอย่างน้ำชาที่ผ่านการคืนรูป มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในสัดส่วนที่เหมาะสม จากนั้นปิเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วเติมรีเอเจนต์ Folin-Ciocalteu 0.25 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 10 เปอร์เซ็นต์ 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาทีในที่มืด จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดโดยใช้สารละลายกรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.7 ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH free radical scavenging activity ดัดแปลงจาก Brand-Williams และคณะ (1995)

นำตัวอย่างน้ำชาที่ผ่านการคืนรูปมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในสัดส่วนที่เหมาะสม ปิเปตสารสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วเติมสารละลาย DPPH (ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ในเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์) 3 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง โดยใช้กราฟมาตรฐานของสารละลายโทรลอกซ์

3.4.2.8 Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) โดยวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ $ABTS^{+}$ ตามวิธีของ Zhou และ Yu (2004)

นำตัวอย่างน้ำชาที่ผ่านการคืนรูปมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในสัดส่วนที่เหมาะสม ปิเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วเติมสารละลาย $ABTS^{+}$ (ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์) 3 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 6 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างไปคำนวณหาความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ $ABTS^{+}$ โดยใช้กราฟมาตรฐานของสารละลายโทรลอกซ์

3.4.2.9 ความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมดด้วยวิธี Ferric reducing/antioxidant power (FRAP) ของ Benzie และ Strain (1999)

นำตัวอย่างน้ำชาที่ผ่านการคืนรูปมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในสัดส่วนที่เหมาะสม ปิเปตสารสารละลายตัวอย่างปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วเติมสารละลาย FRAP 3 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 8 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างไปคำนวณหาความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด โดยใช้กราฟมาตรฐานของสารละลายโทรลอกซ์

3.4.2.10 การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณภาพของชาเจียวกู่หลานผงคืนรูป

เตรียมน้ำชาเจียวกู่หลานปรุงผงคืนรูป ด้วยการเติมน้ำร้อน ตามสัดส่วนที่คำนวณจากการชงน้ำชาตามวิธีปกติ จากนั้นนำตัวอย่างชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผงมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9 - points Hedonic scale ระดับคะแนน 1 – ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 – ชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวนไม่ต่ำกว่า 30 คน ทดสอบคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ ความขม ความรู้สึกค้างปาก (after taste) และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.11 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อคัดเลือกสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมสำหรับการทดลองในข้อถัดไป

3.4.3 หาความเข้มข้นของน้ำตาล และมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผง

3.4.3.1 หาความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผง

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกจากข้อ 3.4.2.11 จำนวน 1 สภาวะ ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomize Design: CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลเช่นเดียวกับข้อ 3.4.2.11 มีขั้นตอนดังนี้ บดน้ำตาลด้วยเครื่องปั่นประมาณ 10 วินาที แล้วร่อนผ่านตะแกรง ผสมแบบแห้งกับผงชาที่ได้จากข้อ 3.4.2.11 จากนั้นนำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9- points Hedonic scale ระดับคะแนน 1 – ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 – ชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวนไม่ต่ำกว่า 30 คน ทดสอบคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ ความขม ความหวาน ความรู้สึกค้างปาก (after taste) และความชอบโดยรวม จากนั้นคัดเลือกตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับการทดลองในข้อถัดไป

3.4.3.2 หาความเข้มข้นของมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผง

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกจากข้อ 3.4.3.1 จำนวน 1 ตัวอย่าง มาเติมมอลโตเด็กซ์ตริน ด้วยการผสมแบบผสมแห้ง ทำการทดสอบการแยกความแตกต่างด้วยวิธี Triangle Test โดยเปิดตารางสถิติของ Meilgaard et al. (1999) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และใช้ผู้ทดสอบจำนวนไม่ต่ำกว่า 30 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพในชาเจียวกู่หลานผง

เมื่อเติมมอลโตเด็กซ์ตริน 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักน้ำชาเจียวกู่หลาน (w/v) แล้วให้ความร้อนจนมอลโตเด็กซ์ตรินละลายหมด จากนั้นทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยควบคุมกำหนดควบคุมอุณหภูมิลมร้อนขาออกเท่ากับ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วลม (Blower speed control) 2460 และอัตราการไหล (Flow rate) ควบคุมด้วยปุ่มหมุนไว้ที่ระดับ 15 หรือมีอัตราการไหล 50 มิลลิลิตร/นาที และปรับอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเป็น 130, 150 และ 170 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่มีต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพของชาเจียวกู่หลานผง

ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน(%)	อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า (°C)	ปริมาณความชื้น (%)	วอเตอร์แอกทีวิตี้	เวลาในการละลาย(นาที)	ความสามารถการละลาย(%)
20	130	2.47±0.52^{c}	0.24±0.03^{b}	2.15±0.21^{b}	99.06±0.15^{b}
	150	2.15±0.01^{bc}	0.22±0.04^{b}	2.14±0.01^{b}	98.90±0.02^{ab}
	170	1.96±0.59^{bc}	0.19±0.03^{ab}	2.35±0.02^{b}	98.94±0.00^{ab}
30	130	1.70±0.06^{bc}	0.21±0.04^{ab}	1.54±0.00^{a}	98.96±0.00^{ab}
	150	1.40±0.10^{ab}	0.19±0.02^{ab}	1.64±0.08^{a}	98.92±0.02^{ab}
	170	0.85±0.48^{a}	0.12±0.06^{a}	1.50±0.07^{a}	98.92±0.00^{ab}
40	130	1.87±0.01^{bc}	0.23±0.02^{b}	1.47±0.13^{a}	98.74±0.32^{a}
	150	1.44±0.00^{ab}	0.17±0.01^{ab}	1.51±0.05^{a}	98.88±0.02^{ab}
	170	0.72±0.18^{a}	0.15±0.00^{ab}	1.44±0.06^{a}	98.95±0.03^{ab}

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มีค่าระหว่าง 0.72-2.47 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแห้ง) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน (< 7 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง) เมื่อพิจารณาที่ความเข้มข้นของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเท่ากัน การเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ผงมีปริมาณความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกไปได้มากกว่า สอดคล้องกับผลการทดลองของสโรบล และคณะ(2550) ซึ่งศึกษาการทำแห้งแบบพ่นฝอยในน้ำสับปะรด โดยพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าจาก 130-170 องศาเซลเซียส ส่งผลทำให้ปริมาณความชื้นในสับปะรดผงลดลง นอกจากนี้การทดลองยังพบว่า การเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินจาก 20 เป็น 40 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเดียวกัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นลดลง (ตารางที่ 4.1) ทั้งนี้เนื่องจากมอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารช่วยในการทำแห้ง (เบ็ญจรักษ์, 2542) จากผลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าและปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน จึงพบว่า สภาวะที่มีปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์สูงสุด ได้แก่ สภาวะที่มีอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 130 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสภาวะที่ใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินต่ำสุด ในทางตรงกันข้ามสภาวะการผลิตที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 170 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 40 เปอร์เซ็นต์ ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด

ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาอาหารและเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ ไม่เกิน 0.6 อาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ภายใต้เกณฑ์ดังกล่าว จุลินทรีย์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ก่อโรคไม่สามารถเจริญได้ รวมถึงยับยั้งปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพและไม่ปลอดภัย เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Maillard reaction) (Fennema, 1996) จากผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้อยู่ระหว่าง 0.12-0.24 (ตารางที่ 4.1) แสดงว่าผลิตภัณฑ์นี้สามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นเวลานาน Hui et al. (2008) กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ ได้แก่ องค์ประกอบในอาหาร สถานะทางเคมีกายภาพของอาหาร โครงสร้างรูพรุนของอาหาร อุณหภูมิ ความดัน และแรงตึงผิว นอกจากนี้ จากผลการทดลองยังพบว่า ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ของผลิตภัณฑ์จะลดลง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ระดับของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเดียวกัน และการใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเท่ากัน การเพิ่มระดับของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน ส่งผลทำให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ในผลิตภัณฑ์ผงลดลงเช่นเดียวกัน ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ผงข้างต้น อีกทั้งค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้มีความสัมพันธ์กับความชื้นในผลิตภัณฑ์ผง ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ต่ำ จะมีปริมาณความชื้นต่ำ

เวลาที่ใช้ในการละลาย หมายถึง ระยะเวลาที่ชาเจียวกู่หลานผงละลายในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจนได้สารละลายใส พบว่า เวลาที่ใช้ในการละลายต่ำที่สุด ได้จากชาเจียวกู่หลาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผงที่ทำแห้งในสภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 170 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 40 เปอร์เซ็นต์ โดยเวลาที่ใช้เท่ากับ 1.44 นาที และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกันเวลาที่ใช้ในการละลายของชาเจียวกู่หลานผงที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าทั้ง 3 ระดับ ($p>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าทั้ง 3 ระดับนั้น เวลาที่ใช้ในการละลายของชาเจียวกู่หลานผงทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ชาเจียวกู่หลานผงกลุ่มที่ใช้มอลโตเด็กซ์ตริน 20 เปอร์เซ็นต์ ในอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าทั้ง 3 ระดับ มีเวลาที่ใช้ในการละลายสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงว่าปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการละลาย โดยการเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินมีผลทำให้เวลาที่ใช้ในการละลายลดลง ทั้งนี้เนื่องจากมอลโตเด็กซ์ตรินที่มีค่า dextrose equivalent (DE) เท่ากับ 10 หรือต่ำกว่า จะจัดเป็นเด็กซ์ตริน ที่มีความสามารถในการละลายน้ำได้บางส่วน หรือละลายได้เกือบทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามอลโตเด็กซ์ตรินที่มีค่า DE มากกว่า และยังพบว่ามอลโตเด็กซ์ตรินมีส่วนช่วยในการละลาย (Schenck and Hebeda, 1992) ทั้งชาเจียวกู่หลานผงมีมอลโตเด็กซ์ตรินเป็นส่วนประกอบร่วม ทำให้สมบัติด้านwettability dispersibility sinkability และ ความสามารถในการละลาย ส่งผลให้พื้นที่ผิวรอบๆ ผลิตภัณฑ์นั้นเปลี่ยนแปลง ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการละลายลดลง สอดคล้องกับผลการทดลองของสรศักดิ์ และ คณะ(2550) ซึ่งทำการทดลองในน้ำผลมะม่วงหิมพานต์ผงที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาความสามารถในการละลายของผลิตภัณฑ์ พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 98.74 -99.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกันมาก โดยค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดพบในชาเจียวกู่หลานผงที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 130 องศาเซลเซียสเท่ากัน แต่ใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และความสามารถในการละลายของทั้ง 2 สภาวะนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.1) ส่วนอิทธิพลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินนั้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความสามารถในการละลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สอดคล้องกับการทดลอง Borge และคณะ (2002) ที่ทำในน้ำสับปะรด และน้ำเสาวรสผงโดยใช้มอลโตเด็กซ์ตริน เป็นสารช่วยการทำแห้ง (drying aid) รายงานว่า อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าและปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินไม่มีผลต่อความสามารถในการละลาย ($p>0.05$)

การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์สีต่างๆ ของการคืนรูปน้ำชาเจียวกู่หลานผงภายหลังจากการทำแห้งแบบพ่นฝอย ได้แก่ ค่าความสว่าง a* b* การเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวม chroma และ ΔC แสดงดังตารางที่ 4.2 โดย ผลการทดลองพบว่า เมื่อคืนรูปชาเจียวกู่หลาน ผลิตภัณฑ์จากเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยมีค่าความสว่างสูงกว่าตัวควบคุมอย่างมากในทุกๆ สภาวะที่ใช้ทดลอง ($p<0.05$) แสดงว่าการใช้อุณหภูมิสูงในการทำแห้งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างมากขึ้น ส่วนการเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า ที่ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่าความสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นเล็กน้อย จาก 65.50 เป็น 70.18 และเมื่อเพิ่มมอลโตเด็กซ์ตรินเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ค่าความสว่าง ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผลของมอลโตเด็กซ์ตรินที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้ค่าความสว่างลดลง เฉพาะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 170 องศาเซลเซียส โดยค่า L ถ้าเข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยจนเป็นสีคล้ำ ถ้าค่า L เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างมากจนเป็นสีขาว

ตารางที่ 4.2 ผลของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่มีผลต่อค่าพารามิเตอร์สีของชาเขียวกู่หลานก่อน และหลังการทำแห้ง

ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน (%)	อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า (°C)	L*	a*	b*	ΔE	Chroma	ΔC
20	Control	21.88±0.00^{i}	15.04±0.02^{j}	35.28±0.27^{j}	43.04±0.18^{a}	38.36±0.21^{a}	37.78±0.21^{a}
	130	65.50±0.04^{a}	14.82±0.03^{a}	68.80±0.09^{a}	27.69±0.20^{de}	70.67±0.32^{de}	32.31±0.32^{e}
	150	66.81±0.01^{b}	13.18±0.01^{b}	66.76±0.03^{b}	28.95±1.17^{c}	69.60±1.70^{d}	31.24±1.70^{e}
	170	70.18±0.03^{c}	10.69±0.02^{c}	63.58±0.03^{c}	32.54±2.27^{f}	66.52±2.24^{f}	28.16±2.24^{f}
30	Control	6.88±0.03^{j}	13.09±0.14^{b}	11.52±0.04^{k}	70.45±0.03^{b}	17.43±0.08^{b}	58.70±0.08^{b}
	130	66.32±0.04^{d}	14.09±0.01^{d}	69.06±0.03^{d}	28.66±0.3^{e}	70.44±0.06^{d}	53.00±0.06^{g}
	150	71.28±0.07^{e}	8.07±0.02^{e}	60.67±0.02^{e}	32.23±5.91^{f}	66.72±6.04^{f}	49.28±6.04^{c}
	170	67.01±0.04^{f}	13.61±0.02^{f}	68.10±0.06^{f}	28.44±1.53^{e}	70.72±1.39^{de}	53.28±1.39^{g}
40	Control	13.65±0.05^{k}	13.67±0.10^{f}	22.69±0.16^{l}	57.72±0.11^{c}	26.49±0.09^{c}	49.65±0.09^{c}
	130	63.52±0.01^{g}	16.69±0.03^{g}	71.42±0.04^{g}	22.71±2.76^{g}	73.61±0.3^{f}	47.12±0.30^{cd}
	150	63.51±0.02^{g}	17.48±0.05^{h}	71.23±0.0^{h}	25.09±0.33^{g}	73.10±0.28^{ef}	46.61±0.28^{d}
	170	60.95±0.04^{h}	18.06±0.00^{i}	70.94±0.08^{i}	17.18±5.61^{h}	76.17±3.25^{g}	49.68±3.25^{c}

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
control : ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอย

ค่า a* เป็นค่าที่แสดงถึงสีแดง พบว่า ค่า a* ของตัวอย่างควบคุมมีค่าใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์สีทั้งหมด ค่า a* เป็นค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด จากการเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า จาก 130 – 170 องศาเซลเซียส เฉพาะมอลโตเด็กซ์ตริน 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่า a* ลดลง โดยเมื่อเพิ่มมอลโตเด็กซ์ตริน เป็น 40 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า a* เพิ่มสูงขึ้น ส่วนปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 30 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า a* ใกล้เคียงกัน ยกเว้นสภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียส

จากการพิจารณาค่า b* พบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าสูงกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมาก ในทุกระดับมอลโตเด็กซ์ตริน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อาจเนื่องมาจากกระบวนการแปรรูปที่ใช้ความร้อน การเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวม(ΔE) เป็นการวิเคราะห์จากความแตกต่างของค่าความสว่าง a* และ b* ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ พบว่า ตัวอย่างควบคุมมีค่าสูงกว่าผลิตภัณฑ์ โดยค่า ΔE ของผลิตภัณฑ์มีค่าอยู่ในช่วง 17.18-32.54 ส่วนค่า chroma เมื่อคืนรูปผลิตภัณฑ์ จะให้ผลเช่นเดียวกับค่า b* คือ สูงกว่าตัวอย่างควบคุมอยู่มากในทุกๆสภาวะการทดลอง โดยถ้าค่า chroma ถ้าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุมีสีเทา และถ้าค่า chroma มากขึ้น แสดงว่า ตัวอย่างมีความเข้มของสีมากขึ้น ค่าความแตกต่างของความเข้มของสี(ΔC) จากผลการทดลอง พบว่าค่า ΔC ของตัวอย่างควบคุม(37.78-58.70) สูงกว่าผลิตภัณฑ์(28.16-53.28) เล็กน้อย อีกทั้งค่า ΔC มีการเปลี่ยนแปลงน้อยเช่นเดียวกับค่า a*

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำชาเจียวกู่หลานคืนรูป ด้วยวิธีต่างๆ 3 วิธี ดังนี้ ความสามารถในการรีดิวซ์ (FRAP), ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH) และ $ABTS^{+}$ (TEAC) พบว่า วิธีทั้ง 3 มีกลไกในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่างกัน ส่งผลให้มีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันแตกต่างกัน แม้ว่าการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันทำได้หลายวิธี แต่ยังไม่มีวิธีการใดที่เหมาะสม จึงจำเป็นต้องใช้วิธีวิเคราะห์หลายๆ วิธีร่วมกัน (Huang และ คณะ, 2005)

สารประกอบฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบที่พบได้ทั่วไปในพืช มีสมบัติในเชิงเภสัชวิทยาที่หลากหลาย เช่น เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ การอักเสบ การแพ้ และ สารต้านการก่อมะเร็ง รวมถึงการรักษาการติดเชื้อโรคต่างๆ เช่น ไวรัส และ แบคทีเรีย เป็นต้น จากตารางที่ 4.3 พบว่า น้ำชาเจียวกู่หลานก่อนการทำแห้ง หรือตัวอย่างควบคุมที่ระดับมอลโตเด็กซ์ตรินต่างกัน มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ (94.61-106.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ยกเว้นตัวอย่างควบคุมที่มีมอลโตเด็กซ์ตริน 20 เปอร์เซ็นต์ที่มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (60.90 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ภายหลังการทำแห้งพบว่า ผลิตภัณฑ์มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดใกล้เคียงกัน โดยอยู่ระหว่าง 71.46 -94.42 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และไม่มีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบผลของตัวอย่างก่อน และหลังการทำแห้ง พบว่า ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างก่อนการทำแห้งมีค่าน้อยกว่าในตัวอย่างหลังทำแห้ง ยกเว้นในตัวอย่างที่เติมมอลโตเด็กซ์ตริน 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ภายหลังการทำแห้งมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างควบคุม (ตารางที่ 4.3) สอดคล้องกับงานวิจัยของสโรบล และ คณะ (2550) ซึ่งศึกษาการทำแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบพ่นฝอยในน้ำสับปะรด รายงานว่า ผลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้ามีผลต่อการลดลงของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด การที่ปริมาณฟีนอลิกลดลงอาจเนื่องจากการสลายตัวในสภาวะการทำแห้งที่อุณหภูมิสูง

ตารางที่ 4.3 ผลของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่มีผลต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชาเจียวกู่หลานก่อน และหลังการทำแห้ง

ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน(%)	อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า(°C)	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด(mg/ml)	FRAP (mg/ml)	DPPH (mg/ml)	TEAC (mg/ml)
20	Control	60.90±1.86^{a}	95.62±4.78^{bcd}	285.39±29.62^{a}	63.87±16.13^{b}
	130	71.46±5.77^{ab}	68.90±6.09^{a}	393.79±37.58^{b}	91.23±0.37^{c}
	150	75.07±8.85^{ab}	68.98±3.72^{a}	378.14±26.47^{b}	89.59±0.49^{c}
	170	79.48±11.03^{abc}	68.87±1.78^{a}	379.54±49.78^{b}	85.70±5.34^{c}
30	Control	106.60±15.36^{c}	117.20±1.36^{d}	311.56±0.75^{a}	37.99±2.80^{a}
	130	75.86±1.70^{ab}	71.21±3.21^{a}	382.72±11.69^{b}	88.29±0.69^{c}
	150	73.92±13.71^{ab}	77.31±4.84^{ab}	391.69±45.81^{b}	87.08±4.94^{c}
	170	81.52±1.06^{abc}	73.99±0.83^{ab}	393.18±9.91^{b}	97.53±11.06^{c}
40	Control	94.61±24.25^{bc}	102.17±1.32^{bc}	313.45±7.74^{a}	69.46±3.17^{b}
	130	81.15±7.22^{abc}	79.00±3.90^{abc}	394.15±19.15^{b}	89.15±2.48^{c}
	150	77.10±3.87^{abc}	68.88±0.37^{a}	416.24±4.27^{b}	88.85±3.58^{c}
	170	94.42±22.93^{bc}	98.34±33.57^{bcd}	408.58±0.21^{b}	93.55±3.70^{c}

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ค่า TPC แสดงค่าในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร
ค่า FRAP แสดงค่าในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลย์ของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร
ค่า DPPH แสดงค่าในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลย์ของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร
ค่า TEAC แสดงค่าในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลย์ของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร

อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าจะทำให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดลดลงน้อยกว่าในทุกๆ ระดับมอลโตเด็กซ์ตริน แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) อีกทั้งตัวอย่างที่ได้จากสภาวะลมร้อนขาเข้าที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ($p>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจาก การใช้อุณหภูมิลมร้อนที่ต่ำกว่า ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาการสัมผัสอากาศนานขึ้น อาจทำให้การสลายตัวจากปฏิกิริยาออกซิเดชันเพิ่มขึ้น สำหรับตัวอย่างที่เติมมอลโตเด็กซ์ตริน 20 เปอร์เซ็นต์ที่พบว่าภายหลังการทำแห้งมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างควบคุม อาจเกิดจากความผิดพลาดในการทดลอง สำหรับการเปรียบเทียบผลของการเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินจาก 20 เป็น 40 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเดียวกัน มีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมดด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) เป็นการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยตรง ด้วยการรีดิวซ์โลหะของสารต้านออกซิเดชัน จากผลการวิเคราะห์ พบว่า น้ำชาเจียวกู่หลานก่อนการทำแห้งในทุกๆ ระดับของมอลโตเด็กซ์ตริน โดยมีค่า FRAP เท่ากับ 95.62-117.20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า ค่า FRAP มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ FRAP คล้ายคลึงกับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยมีปริมาณลดลงภายหลังการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยในทุกๆ สภาวะการทำแห้ง เนื่องมาจากการสลายตัวของสารต้านการออกซิเดชัน การทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) ในช่วงเริ่มต้นของการทำแห้ง และความร้อนที่ได้รับในระหว่างการทำแห้ง (Lim และ Murtijaya, 2007) อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างจากสภาวะการทำแห้งที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินสูงสุด (170 องศาเซลเซียส และ 40 เปอร์เซ็นต์) ที่มีค่าไม่แตกต่างจากตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่า FRAP ที่ได้มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูง แสดงถึงความแปรปรวนของตัวอย่าง ทั้งนี้อาจเกิดจากการให้ความร้อนสูงจะทำให้เกิดการออกซิเดชันของสารประกอบต่างๆในพืช ทำให้เกิดสารตัวกลาง (intermediate) ที่เกิดขึ้นจากการเร่งปฏิกิริยาด้วยความร้อน ดังนั้นค่า FRAP ที่ได้จึงอาจไม่ใช่สารพฤกษเคมีจากธรรมชาติ แต่อาจเป็นสารที่เกิดในกระบวนการผลิต

ส่วนการเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินนั้นมีค่าใกล้เคียง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้นที่สภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 170 องศาเซลเซียส ที่พบว่าค่า FRAP มีค่าสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของประทิน และปราณี (2546) ที่พบว่า สภาวะการผลิตเครื่องดื่มถั่วแดงผงที่มีสารต้านต้านออกซิเดชันเหลืออยู่ในปริมาณมากสุด คือ สภาวะที่ใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินสูงสุดเช่นกัน การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH เป็นการวัดความสามารถในการให้อิเลคตรอนหรือไฮโดรเจนของสารประกอบในน้ำชากับอนุมูลอิสระ DPPH ทำให้โมเลกุลไม่แสดงสมบัติเป็นอนุมูลอิสระ และมีปริมาณลดลง จากผลการทดสอบ พบว่า ค่า DPPH ของน้ำชาเจียวกู่หลานก่อนการทำแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 285.39 – 313.45 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แต่ภายหลังการทำแห้งมีค่า DPPH สูงกว่าในตัวอย่างควบคุมในทุกระดับมอลโตเด็กซ์ตริน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อาจเนื่องมาจากความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น มีการเกิด และสะสมของสารต้านอนุมูลอิสระที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลมาร์ด (Maillard – type antioxidant) และเกิดการสลายตัวของแทนนิน และการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สลายพันธะระหว่างกรดพาราคูมาริก (*p*-coumaric acid) กับลิกนิน หรือ พันธะระหว่างกรดเฟอรูลิกกับอะราบิโนสไซแลน เกิดเป็นกรดฟีนอลิกอิสระ (free phenolic acid) หลายชนิด รวมไปถึงการสลายตัวของกรดฟีนอลิกที่อยู่ในโครงสร้าง (bound phenolic acid) เมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการทำแห้ง (Al-Farsi และคณะ, 2005) ส่วนอิทธิพลของการเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน พบว่า ไม่ส่งผลต่อค่า DPPH ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 379.54 – 416.24 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

การวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ $ABTS^{+}$ ด้วยวิธี TEAC พบว่า ให้ผลเช่นเดียวกับค่า DPPH โดยตัวอย่างควบคุมของทุกๆมอลโตเด็กซ์ตรินมีค่า TEAC ต่ำกว่าในผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามตัวอย่างควบคุมที่มีมอลโตเด็กซ์ตริน 30 เปอร์เซ็นต์มีค่า TEAC (37.99 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมอื่นๆ (63.87-69.46 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การที่ค่า DPPH ภายหลังการอบแห้งของตัวอย่างมีค่าสูงขึ้น อาจเนื่องมาจากปฏิกิริยาดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Soong และ Barlow (2004) ซึ่งวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดมะม่วงภายหลังการทำแห้งที่อุณหภูมิสูง พบว่า มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเมล็ดมะม่วงที่ทำแห้งที่อุณหภูมิต่ำ และจากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน พบว่า ไม่มีผลต่อค่า TEAC ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกับวิธี DPPH

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1-4.3 เมื่อพิจารณาคุณภาพทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงตามมาตรฐาน และคุณลักษณะที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคคือ มีปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ต่ำ ใช้เวลาในการละลายน้อย มีความสามารถในการละลายสูง รวมถึงมีคุณค่าทางเชิงสุขภาพ ได้แก่ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระทั้ง 3 วิธี พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอยในสภาวะการผลิตทั้ง 9 สภาวะ มีค่าใกล้เคียงกัน จึงได้จึงคัดเลือกตัวอย่างสภาวะการทำแห้งมา 5 สภาวะ ดังนี้ สภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียส ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินต่างกัน 3 ระดับ และสภาวะที่มีปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 30 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 130 และ 170 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานผงคืนรูปต่อไป

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานผง โดยนำผลิตภัณฑ์ผงที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 5 สภาวะ มาทดสอบด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-points Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 40 คน ด้วยการให้คะแนนในลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ ความขม ความรู้สึกค้างปาก และความชอบโดยรวม ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 คะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสต่อชาเจียวกู่หลานผงคืนรูป

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ^{ns}	ความขม^{ns}	ความรู้สึกค้างปาก^{ns}	ความชอบโดยรวม
130c 30	6.16±1.57^{a}	6.22±1.61^{a}	5.36±1.80	4.92±1.91	4.91±1.84	5.53±1.94^{ab}
150c 30	6.46±1.34^{ab}	6.07±1.42^{a}	5.27±1.82	4.95±1.88	5.00±1.83	5.56±1.77^{ab}
170c 30	6.17±1.36^{a}	6.13±1.33^{a}	4.88±1.76	4.42±1.78	4.65±1.72	5.36±1.75^{a}
150c 20	6.45±1.14^{ab}	6.76±1.38^{b}	5.36±1.96	4.95±2.10	5.22±1.99	5.82±1.72^{ab}
150c 40	6.75±1.17^{b}	6.76±1.36^{b}	5.40±1.79	4.68±2.15	4.82±2.13	6.00±1.58^{b}

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดสอบพบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีมีค่าใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในช่วง 6.16-6.75 หรืออยู่ในระดับชอบเล็กน้อย การเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าจาก 130 เป็น 170 องศาเซลเซียสที่ระดับมอลโตเด็กซ์ตริน 30 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความชอบด้านสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และการเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินจาก 20 เป็น 40 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจาก น้ำชาทุกตัวอย่างมีสีเหลืองน้ำตาลอ่อนๆ ใกล้เคียงกัน จึงทำให้มีคะแนนความชอบใกล้เคียงกัน ส่วนคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่น พบว่า ในตัวอย่างที่มีปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 30 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่การเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินนั้น มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์จากการใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าตัวอย่างมีปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 30 เปอร์เซ็นต์ทั้ง 3 ตัวอย่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และแตกต่างจากตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านด้านรสชาติ ความขม และความรู้สึกค้างปาก จากผู้ทดสอบชิม 40 คน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยในช่วงระดับ ไม่ชอบน้อย (4) ถึง เฉยๆ (5) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ในทุกสภาวะ (ตารางที่ 4.4) โดยคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติ และความขมนั้น อาจไม่แตกต่างกัน เนื่องจาก น้ำชาที่สกัดในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างนั้นเป็นน้ำชาเข้มข้น และแช่ในน้ำร้อนเป็น 2 ชั่วโมง ทำให้สารประเภทแทนนินละลายออกมาในน้ำชา ซึ่งสารประเภทนี้ เป็นสารที่มีรสขม อาจทำให้ผู้ทดสอบไม่ยอมรับ และไม่สามารถทดสอบรสชาติอื่นๆ ในน้ำชาได้ ดังนั้นคะแนนความชอบด้านรสชาติ และความขม จึงมีคะแนนค่อนข้างต่ำ โดยอยู่ระหว่าง 4.88-5.40 และ 4.42-4.95 สำหรับความรู้สึกค้างในปากนั้น แม้ว่า จะเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินจาก 20 เป็น 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่า คะแนนความชอบด้านความรู้สึกค้างในปากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) นอกจากนี้ คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม มีคะแนนอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วง 5.36-6.00 หรืออยู่ในระดับเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย และตัวอย่างมีมอลโตเด็กซ์ตริน 40 เปอร์เซ็นต์ ที่สภาวะการผลิต 150 องศาเซลเซียส มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงกว่าตัวอย่างมีมอลโตเด็กซ์ตริน 30 เปอร์เซ็นต์ ที่สภาวะการผลิตอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 170 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานผงที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้ทั้ง 5 สภาวะ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่สภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 170 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 30 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในเกือบทุกลักษณะต่ำสุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะอื่นๆ ยกเว้นบางลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 40 เปอร์เซ็นต์ที่มีค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากใช้อุณหภูมิสูงมากเกินไปในการทำแห้ง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสมากกว่า ผลิตภัณฑ์จากสภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 40 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงสุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ($p>0.05$) จากสภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเดียวกัน แต่ใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 20 เปอร์เซ็นต์ โดยคุณภาพทางด้านกลิ่น และรสชาติ เป็นปัจจัยที่สำคัญของเครื่องดื่มผงเป็นตัวกำหนดการยอมรับของผลิตภัณฑ์ และเมื่อพิจารณาคุณภาพทางเคมีกายภาพ ยังพบว่า สภาวะดังกล่าวใช้เวลาในการละลายน้อยและความสามารถในการละลายสูง อันเป็นสมบัติของเครื่องดื่มผง

นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ วิธี DPPH สูงสุด ส่วนปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด วิธี TEAC และวิธี FRAP มีปริมาณใกล้เคียงกับสภาวะอื่นๆ ดังนั้น จากการวิเคราะห์สมบัติต่างๆ จึงคัดเลือกสภาวะการทำแห้งที่ อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 40 เปอร์เซ็นต์ ในการปรับปรุงรสชาติ เพื่อหาความเข้มข้นของน้ำตาลและมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมต่อไป

4.2 หาความเข้มข้นของน้ำตาล และมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผง

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานผงจากสภาวะการผลิตที่คัดเลือกมาผสมน้ำตาล แล้วนำไปเตรียมเป็นเครื่องดื่มชาพร้อมบริโภค จากนั้นทดสอบกับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 40 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-points Hedonic scale และให้คะแนนลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความขม ความหวาน ความรู้สึกค้างปาก (after taste) และความชอบโดยรวม ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 คะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานผงปรุงสำเร็จหลังเติมน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ปริมาณน้ำตาล(%)	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ	ความขม	ความหวาน	ความรู้สึกค้างปาก	ความชอบโดยรวม
1	6.03±1.46	5.82±1.55	4.46±1.78^{a}	4.43±1.87^{a}	4.50±1.60^{a}	4.46±1.80^{a}	4.87±1.67^{a}
3	6.26±1.42	6.06±1.34	5.73±1.76^{b}	5.30±1.77^{b}	6.25±1.39^{b}	5.0±1.90^{ab}	5.95±1.61^{b}
5	6.27±1.45	6.25±1.47	5.96±1.95^{b}	5.20±1.97^{b}	6.01±2.00^{b}	5.46±2.05^{b}	6.02±1.86^{b}

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการทดสอบ เมื่อเติมน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานผง พบว่า ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี และกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ตัวอย่างที่เติมน้ำตาลความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีและกลิ่นมีคะแนนสูงกว่าตัวอย่างอื่นเล็กน้อย สำหรับคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติ ความขม ความหวาน และความชอบโดยรวม พบว่า การเติมน้ำตาลมีผลทำให้คะแนนความชอบทั้ง 3 ลักษณะเพิ่มขึ้น โดยการเติมน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนความชอบเฉลี่ยของทั้ง 3 ลักษณะต่ำกว่าการเติมน้ำตาลที่ 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตาม การเติมน้ำตาลที่ 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำชาไม่ความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่หวานขึ้น ส่วนความรู้สึกค้างในปาก พบว่า ตัวอย่างที่เติมน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนต่ำสุดเช่นเดียวกับการทดสอบความชอบของลักษณะอื่นๆ แต่ตัวอย่างที่เติมน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากตัวอย่างที่เติมน้ำตาล 1 หรือ 5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ดี ตัวอย่างที่เติมน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบด้านความรู้สึกค้างในปาก ต่ำกว่าตัวอย่างที่เติมน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากผลการทดลองดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ตัวอย่างที่เติมน้ำตาล 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างที่เติมน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ ได้รับคะแนนความชอบในเกือบทุกลักษณะมีค่าสูงกว่าตัวอย่างที่เติมน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นลักษณะด้าน ความขม และความหวาน ประกอบกับในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรที่จำหน่ายในท้องตลาดมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ 5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น จึงคัดเลือกตัวอย่างที่เติมน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ มาใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบการแยกความแตกต่างทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Triangle test

แยกความแตกต่างได้	ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้	ระดับความเชื่อมั่น95%
23	7	15

หมายเหตุ อ้างอิงจากตารางสถิติของ Meilgaard et al. (1999)

จากการเพิ่มปริมาตรของผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผงด้วยการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินเพิ่มขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกมา แล้วทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างทั้ง 2 ด้วยวิธี Triangle test พบว่า จากผู้ทดสอบจำนวน 23 คน จากทั้งหมด 30 คน สามารถแยกความแตกต่างได้ถูกต้อง และอีก 7 คน นั้นไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ วิเคราะห์ผลทางสถิติจากตาราง 4.6 (Meilgaard et al.,1999) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ ทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)แสดงให้เห็นว่าการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรสชาติของน้ำชาเจียวกู่หลานที่ผ่านการคืนรูป ทั้งนี้อาจเนื่องจาก มอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารที่มีความหวานเล็กน้อย (Master, 1991) การเพิ่มมอลโตเด็กซ์ตรินจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหวานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และทำให้ผู้ทดสอบสามารถแยกแยะความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ผลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า ต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานผง พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า ทำให้ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ และเวลาในการละลาย มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) แต่ ไม่มีแนวโน้มอย่างชัดเจนของค่าพารามิเตอร์สีที่วิเคราะห์ และไม่มีผลต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านออกซิเดชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สำหรับผลของการเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินให้ผลคล้ายคลึงกับการเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า โดยเวลาที่ใช้ในการละลาย ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่สมบัติทางเคมีกายภาพอื่นๆ ไม่มีแนวโน้มอย่างชัดเจน

จากการยอมรับทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างที่ได้คัดเลือกจากสภาวะการทำแห้งดังนี้ สภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียสของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินต่างกัน 3 ระดับ และสภาวะปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 30 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 130 และ 170 องศาเซลเซียส พบว่า สภาวะการผลิตไม่มีผลต่อคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติ ความขม และความรู้สึกค้างปาก (after taste) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีผลต่อคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี กลิ่น ความชอบโดยรวม โดยตัวอย่างจากสภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียสมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าสภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าอื่นๆ นอกจากนี้ ตัวอย่างจากสภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียสที่ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 40 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุด ดังนั้น สภาวะทำแห้งแบบพ่นฝอยที่เหมาะสมสำหรับการทดลองนี้ คือ สภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 40 เปอร์เซ็นต์

การเติมน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ในชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผง พบว่า ทำให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ ความขม ความหวาน ความรู้สึกค้างปาก(after taste) และความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเติมน้ำตาลที่ความเข้มข้น 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน 5 เปอร์เซ็นต์ในผลิตภัณฑ์ที่เติมน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Triangle test พบว่า ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานผง คือ มีรสขม และยังคงค้างปาก (after taste) จึงปัญหาสำคัญในการยอมรับของกลุ่มผู้ทดสอบในช่วงวัยเรียน และวัยทำงาน ดังนั้น จึงควรหาวิธีการเตรียมตัวอย่างหรือการสกัดชาเจียวกู่หลานเพื่อลดความขมของน้ำชา จะทำให้ผู้บริโภคยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ควรศึกษาสารเพิ่มปริมาณอื่นๆ ที่มีราคาถูก เพื่อทดแทนมอลโตเด็กซ์ตรินที่มีราคาแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2549. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง เจียวกู้หลานผงสำเร็จรูป. เอกสาร มผช. 1317/2549. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ. 5 หน้า.

กัลยาณี โสมนัส. 2540. การผลิตกล้วยหอมผงโดยการทำแห้งแบบโฟม และแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 146 หน้า.

"ขั้นตอนการทำแห้งแบบพ่นฝอย" (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://www.agro.cmu.ac.th/e_books/604303/.../Lab13-tray%20drying.doc (12 เมษายน 2555)

"เจียวกู่หลาน หรือปัญจขันธ์" (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://fiveleaf-cm.blogspot.com (12 เมษายน 2555)

ณัฐรีพร จันทพันธ์. 2548. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มบ๊วยผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

นราพร พรหมไกรวร. 2552. ความสามารถในการต้านออกซิเดชัน และสารสำคัญที่พบในสารสกัดจากพืชป่าบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง.

เบ็ญจรัก วายุภาพ. 2542. การผลิตน้ำอ้อยผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย. อาหาร. 29(4): หน้า 283-291.

ประทิน หยดย้อย และ ปราณี อ่านเปรื่อง. 2546. การผลิตเครื่องดื่มถั่วแดงผงสำเร็จรูป. อาหาร. 33(2): หน้า 134-145.

พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ มณฑิรา นพรัตน์ และ ดวงพร ตั้งบำรุงพงษ์. 2545. กระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจายและไมโครเวฟสุญญากาศ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 25(3). หน้า 257-277.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. เครื่องดื่ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 354 หน้า.

วรเดช อรุณเลิศรัศมี. 2545. ผลขององค์ประกอบทางเคมีต่อจลศาสตร์การดูดความชื้นของซีอิ๊วผงอบแห้งแบบพ่นฝอย. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 135 หน้า.

ศุภมาศ กลิ่นขจร ชุติมา อัศวเสถียร จิตติมา วรรณแก้ว และ ภคินี อัครเวสสะพงศ์. 2550. การวิจัยและพัฒนาการแปรรูปทุเรียนผง. วารสารอาหาร. 41(1). หน้า 88-97.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. สมุนไพรน่ารู้ (2) ปัญจขันธ์ *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา. 2548. หน้า 1-11. 45-82.

สรศักดิ์ สกุลจันทร์ อำนาจ เครือจันต๊ะ กรผกา อรรคนิตย์. 2550. การผลิตน้ำผลมะม่วงหิมพานต์ผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย. โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

สิริรัตน์ คะนัย และ อุบลวรรณ นันทบุญมา. 2549. ผลของมอลโตเด็กซ์ตริน และโมโนกลีเซอร์ไรด์ต่อคุณสมบัติของสับปะรดผงอบแห้งแบบพ่นฝอย ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

สุธรรม อารีกุล. จำรัส อินทร. สุวรรณ ทาเขียว และ อ่องเต็ง นันทแก้ว. 2551 ข. องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย เล่ม 2. มูลนิธิโครงการหลวง. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ. 920 หน้า.

AOAC. 1990. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 15th edition. (K. Helrick. editor). Arlington. pp 1230. 934.01

Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M. and Shahidi, F. 2005. Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53: 7592-7599.

Benzie. I.F.F. and Strain. J.J. 1999. Ferric reducing antioxidant power assays: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version of simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. Methods in Enzymology. 299: 15-27.

Bete. Inc. 2005. Spray Dry Manual. [Online]. Available http://www.bete.com/pdfs/BETE_SprayDryManual.pdf (12 เมษายน 2555)

Borge S.V. Reiss ALSH. Jorge E.C. Pinto P.R. Oliveiera V.M. 2002. Spray Drying of Tropical Fruit Juices. Alimentaria 334 : 125-130.

Brand-Williams, W. Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie. 28: 25-30.

Brennan J. G., Bulters J. R., Cowell N. D., and Lilly A. E. V. 1981. Food Engineering Operations. 2nd ed. Applied Science Publishers. Ltd.. England. Pp. 335-341.

Cai, Y.Z., and H. Corke. 2000. Production and properties of spray-dried *Amaranthus* betacyanin pigments. Journal of Food Science. 65(6): 1248-1252.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Douglas, M.C., and P.E. Glenn. 1982. Food and Food Production Encyclopedia. New York: Van Nostrand Commpany. อ้างโดย กัลยาณี โสมนัส. 2540. การผลิตกล้วยหอมผงโดยการทำแห้งแบบโฟม และแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 146 หน้า.

Fennema, O.R. 1996. Food Chemistry. 3rd ed., Marcel Dekker, New York.

Grain Processing Corperation. 1994. The Functional Edge: Maltodextrin and Syrup Solods. Lowa: Muscatine. อ้างโดย กัลยาณี โสมนัส. 2540. การผลิตกล้วยหอมผงโดยการทำแห้งแบบโฟมและแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 146 หน้า.

Howling D., and E.B. Jackson. 1990. Glucose syrups and starch hygrolysates. Pp. 34-56. In Jackson. E.B. (ed.). Sugar Confectionery. New York: Van Nostrand Reinboid.

Huang, D. Ou. B. and Prior. R.L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53: 1841-1856.

Hui Zhu, Zhi Yuan Wu, Xiao Zhu Lin, et al. Abdom Imaging 2008; 33: 662–8.

Inglett, G.E. P. Glbman. and G.A. Reincccius. 1988. Encapsulation of Orange Oil. Pp. 29-36. In Rish. S.J.. and G.A Reineccius (eds.). Flavor Encapsulation. Washington D.C.: American Chemical Society.

Kenyon, M.M., and RJ Anderson. 1988. Maltodextrins and Low-Dextrose-Equivalence Com Syrup Solids. Pp. 7-11. In Rish. S.J.. and G.A. Reninecciuss (eds.).

Lim, Y.Y., and Murtijaya, J. 2007. Antioxidant properties of *Phyllanthus amarus* extracts as affected by different drying methods. LWT-Food science and technology. 40: 1664–1669.

Lloyd, N.E. and W.J. Nelson. 1984. Pearson's Composition and Analysis of Food. 9th ed. England: Longman Scientific & Technical). 708 p.

Macrae, R.. R.K. Robinson. and M.J. Sadler. 1993. Encyclopedia of Food Science. Food Technology and Nutrition Vol2. London: Academic Press Limited. 1442 p.

Masters, K. 1979. Spray Drying Handbook. 3nd ed. London: George Godwin Ltd. 687 p. Paine. F.A. and H.Y. Paine. 1992. A Handbook of Food Packaging 2nd ed. Bishopbriggs Glasgow: Blackie Academic and Professional. 497 p.

Masters, K. 1991. Spray Drying Handbook. 5th Ed. The Bath Press. Avon. Lonlen. pp. 60-100. 599-607, 620-629.

Meilgaard, M, Civille, GV, Carr, BT. 1999. Sensory Evaluation Techniques. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press LLC.

Moon, J.K, and Shibamoto, T. 2009. Antioxidant assays for plant and food components. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 57: 1655-1666.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pancoast, H.M., and W.R. Junk. 1980. Handbook of sugar. 2 nd Westport: AVI Publishing Company. INC. 598 p.

Prior, R.L., Wu, X. and Schaich, K. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53(10): 4290-4302.

Schenk, F.W. and Hebeda, R.E., Eds., Starch Hydrolysis Products, VCH Publishers, New York 1992, 570 pp.

Schultz, T.. and W. Talburt. 1961. Preparation of locked-in citrus oils with "Mixed Sugar". Food Technology. 15(4): 188-190.

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidations by mean of Folin-Ciocalteu Reagent. Methods in Enzymology. 299: 152-177.

Soong, Y.Y. and Barlow, P.J. 2004. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. Food Chemistry. 88: 411-417.

Suntararuks, S., Yoopan, N., Rangkadilok, N., Worasuttayangkurn, L., Nookabkaew, S., Satayavivad, J. (2008). Immunomodulatory Effects of Cadmium and *Gynostemma pentaphyllum* Herbal Tea on Rat Spleenocyte Proliferation. Agric. Food Chem, 56, 9305–9311.

Zhou, K. and Yu, L. 2004. Antioxidant properties of bran extracts from Trego wheat grown at different location. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 52: 1112-1117.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารละลายมาตรฐานและรีเอเจนต์ทดสอบ

1. สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

ชั่งกรดแกลลิก 0.02 กรัม ละลายด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิกรัม จะได้สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่มีความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

2. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต

ชั่งโซเดียมคาร์บอเนต 10 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

3. สารละลาย 2, 2-diphenyl-1-picryhydrazyl radical (DPPH)

ชั่ง DPPH 0.0078 กรัม ละลายในเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย DPPH ที่มีความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์

4. สารละลายมาตรฐาน 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox)

ชั่ง Trolox 0.025 กรัม ละลายด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐาน Trolox ที่มีความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

5. สารละลาย 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS)

ชั่ง ABTS 0.2742 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร นำสารละลาย ABTS มาเติมแมงกานีสไดออกไซด์ 0.5 กรัม คนผสมให้เข้ากันด้วย magnetic stirrer เป็นเวลา 30 นาทีในที่มืด จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 จะได้สารละลาย $ABTS^{\cdot+}$ ที่มีความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์

ก่อนทำการวิเคราะห์ต้องเจือจางสารละลาย $ABTS^{\cdot+}$ ด้วยน้ำกลั่น ให้มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร อยู่ในช่วง 0.700 ± 0.020 และควรเตรียมสารละลาย $ABTS^{\cdot+}$ ใหม่ทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์

6. สารละลาย Ferric reducing/antioxidant power (FRAP)

1) เตรียมอะซิเตทบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.3 โมลาร์ (pH = 3.6)

ชั่งโซเดียมอะซิเตต 3.1 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น เติมกรดอะซิติกเข้มข้น (gacial acetic acid) 16 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 40 มิลลิโมลาร์

ปิเปตกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3.31 มิลลิลิตร เติมลงในน้ำกลั่น จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3) เตรียมสารละลาย FRAP

ชั่งเฟอร์ริกคลอไรด์ 0.1082 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร จากนั้นชั่ง 2,4,6-tripyridyl-s-trizine (TPTZ) 0.0624 กรัม ละลายด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 40 มิลลิโมลาร์ 20 มิลลิลิตร นำสารละลายทั้งสองมาผสมกับอะซิเตตบัฟเฟอร์ปริมาตร 200 มิลลิลิตร (หรือในอัตราส่วน 1:1:10) จะได้สารละลาย FRAP ปริมาตร 240 มิลลิลิตร ควรเตรียมสารละลาย FRAP ใหม่ทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
เจียวกู่หลานผงสำเร็จรูป

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเจียวกู่หลานผงสำเร็จรูปพร้อมชงดื่ม อยู่ในลักษณะเป็นเกล็ดและเป็นผง บรรจุในภาชนะบรรจุ

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ เจียวกู่หลานผงสำเร็จรูป หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำสกัดจากผลอ่อน ใบ และก้านของเจียวกู่หลานที่สดหรือแห้ง ผสมกับน้ำตาลหรือสารให้ความหวานแทนน้ำตาล อาจเติมน้ำผึ้ง ให้ความร้อนจนเข้มข้น ทำให้แห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม แล้วทำเป็นเกล็ดขนาดเล็กหรือบดเป็นผง อาจทำให้แห้งอีกครั้ง

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นเกล็ดขนาดเล็กหรือเป็นผง แห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน

๓.๒ สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเจียวกู่หลานผงสำเร็จรูป

๓.๓ กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเจียวกู่หลานผงสำเร็จรูป ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

๓.๔ การละลาย

ต้องละลายได้หมดและไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๕ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

๓.๖ วอเตอร์แอกทิวิตี

ต้องไม่เกิน ๐.๖

หมายเหตุ วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาอาหารและเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๓.๗ วัตถุเจือปนอาหาร

๓.๗.๑ ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

๓.๗.๒ หากมีการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

๓.๘ จุลินทรีย์

๓.๘.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า ๑ × ๑๐๔ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ ลูกบาศก์เซนติเมตร

๓.๘.๒ สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑ ลูกบาศก์เซนติเมตร

๓.๘.๓ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๒.๒ ต่อตัวอย่าง ๑๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร

๓.๘.๔ เอสเชอริเชีย โคไล ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร

๓.๘.๕ ยีสต์และรา ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑ ลูกบาศก์เซนติเมตร

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูป สถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข และให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น เจียวกู้หลานผงสำเร็จรูป เจียวกู้หลานผงชงดื่ม

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(๓) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(๔) น้ำหนักสุทธิ

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

(๖) ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา

(๗) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รส และการละลาย ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่าเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี้และวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๒๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ และข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๔ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๒๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๘ จึงจะถือว่าเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ ข้อ ๗.๒.๓ และข้อ ๗.๒.๔ ทุกข้อ จึงจะถือว่าเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และการละลาย

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ เทตัวอย่างเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบลักษณะทั่วไปและสีโดยการตรวจพินิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๘.๑.๓ เทตัวอย่างเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูปลงในภาชนะที่เหมาะสม เติมน้ำเดือดตามปริมาณที่ระบุไว้ที่ฉลากคนให้ละลายเป็นเวลา ๓๐ วินาที ตรวจสอบกลิ่นรสและการละลายโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๔ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๘.๑.๔)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นเกล็ดขนาดเล็กหรือเป็นผงแห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน	๔	๓	๒	๑
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูป	๔	๓	๒	๑
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเจียวกู้หลานผงสำเร็จรูป ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	๔	๓	๒	๑
การละลาย	ต้องละลายได้หมดและไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้	๔	๓	๒	๑

๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

๘.๓ การทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี้

ให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิที่ (๒๕ ± ๒) องศาเซลเซียส

๘.๔ การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๕ การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๖ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ

(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

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

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

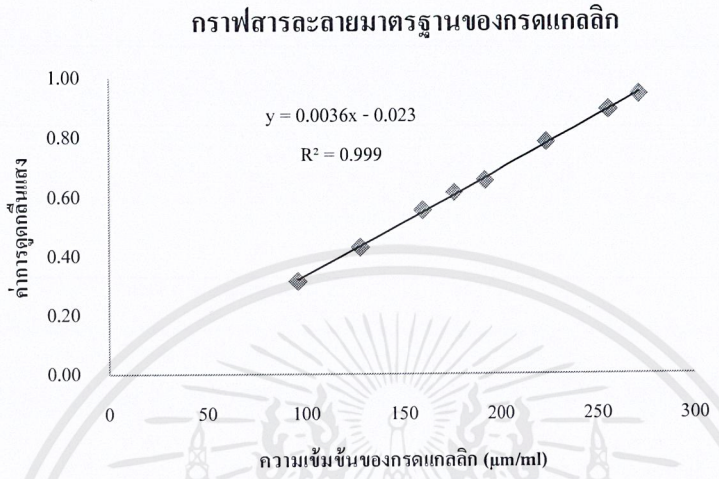
ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

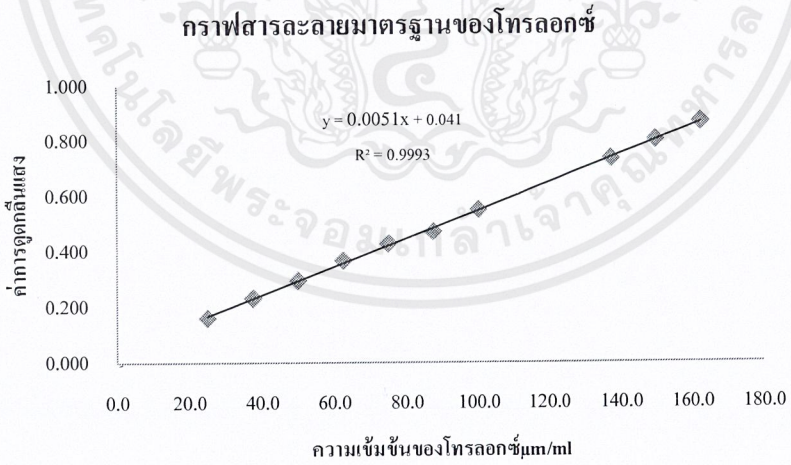
กราฟมาตรฐาน และตัวอย่างคำนวณ

1.ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (TPC)



ภาพที่ ค1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของแกลลิก ได้เป็นสมการเส้นตรง $y = 0.0036x$

2.ความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมดด้วยวิธี FRAP



ภาพที่ ค2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของโทรลอกซ์ ได้เป็นสมการเส้นตรง $y = 0.0051x$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณปริมาณสารที่พบในตัวอย่างโดยใช้กราฟสารละลายมาตรฐาน สามารถทำได้ดังนี้

การคำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

$$\text{ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด} = \frac{A}{m} \times \text{Total dilution factor}$$

หมายเหตุ m คือ ค่าความชันของกราฟสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

A คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างต่อน้ำชา 1 มิลลิลิตร คำนวณจาก

$$\text{ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg/ml)} = \frac{\mu\text{g/g dry basis} \times 10}{\left(\frac{\text{solid content} \times \frac{\text{น้ำหนักชา:\%MD}}{\text{น้ำหนักรวม}}}{100}\right) \times \text{น้ำหนักของแต่ละ} \%MD : \text{เนื้อชา } 0.1 \text{ กรัม}}$$

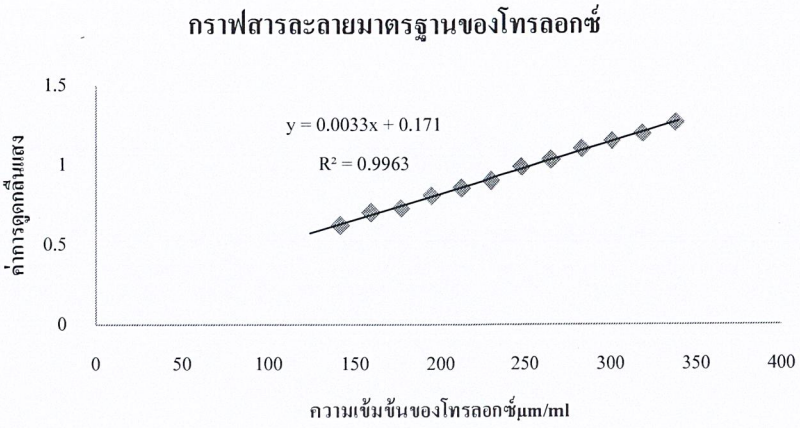
หมายเหตุ Solid Content คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำชา

MD คือ ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน

การคำนวณความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี FRAP สามารถคำนวณได้เช่นเดียวกับการหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้กราฟสารละลายมาตรฐานที่วิเคราะห์ได้

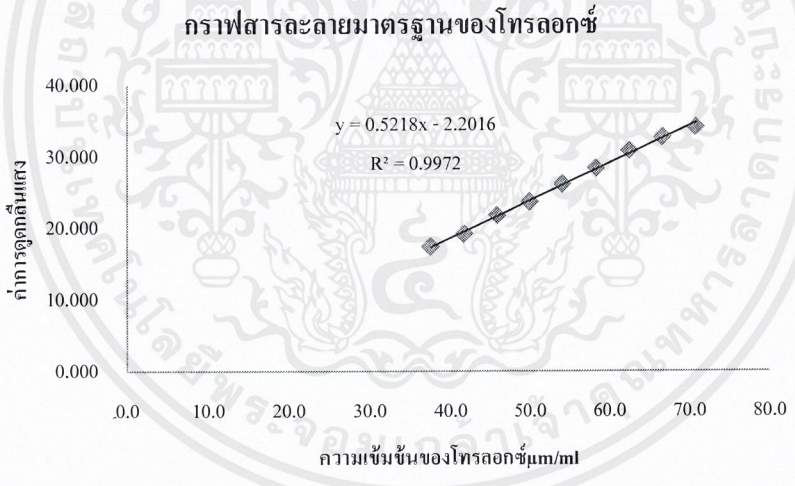
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH·



ภาพที่ ค3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของโทรลอกซ์ ได้เป็นสมการเส้นตรง y = 0.0033x

4.ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ $ABTS^{\cdot+}$



ภาพที่ ค4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของโทรลอกซ์ ได้เป็นสมการเส้นตรง y = 0.5218x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณปริมาณสารที่พบในตัวอย่างโดยใช้กราฟสารละลายมาตรฐาน สามารถทำได้ดังนี้

การคำนวณความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระด้วยวิธี $DPPH^{\cdot}$

$$\text{ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH}^{\cdot} = \frac{DPPH_{\text{เริ่มต้น}} - A}{m} \times \text{Total dilution factor}$$

หมายเหตุ m คือ ค่าความชันของกราฟสารละลายมาตรฐานโทรลอกซ์

A คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระด้วยวิธี $DPPH^{\cdot}$ ในตัวอย่างต่อน้ำชา 1 มิลลิลิตรคำนวณจาก

$$\text{ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH}^{\cdot}\text{ (mg/ml)} = \frac{\mu g/g \text{ dry basis} \times 10}{\left(\frac{solid\ content \times \frac{\text{น้ำหนักชา:}\%MD}{\text{น้ำหนักรวม}}}{100}\right) \times \text{น้ำหนักของแต่ละ}\%MD\text{:เนื้อชา } 0.1 \text{กรัม}}$$

หมายเหตุ Solid Contentคือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำชา

MD คือ ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน

การคำนวณความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี $ABTS^{+}$ สามารถคำนวณได้เช่นเดียวกับการคำนวณความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระด้วยวิธี $DPPH^{\cdot}$ โดยใช้กราฟสารละลายมาตรฐานที่วิเคราะห์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 points Hedonic scale

ชื่อตัวอย่าง **ผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานผงคืนรูป**

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่ทดสอบ ..../...../....

สเกลความชอบ:

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบน้อย	7 = ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก	5 = เฉยๆ	8 = ชอบมาก
3 = ไม่ชอบปานกลาง	6 = ชอบเล็กน้อย	9 = ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....
ความขม	.....	.....	.....
After taste	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีเลือกตัวอย่างคี่จากสามตัวอย่าง (Triangle Test)

ผลิตภัณฑ์ **: ผลิตภัณฑ์ชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผง**

วันที่…….....

ผู้ทดสอบ……

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และประเมินความแตกต่างรวมตามที่ท่านรู้สึก โดยเขียนเครื่องหมาย x หน้ารหัสตัวอย่างที่แตกต่างจากอีกสองตัวอย่าง (กรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง)-

……672 ……773 ……355

ข้อเสนอแนะ……

ขอบคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	วาทิตย์ บานแย้ม
วัน เดือน ปีเกิด	06 กรกฎาคม 2532
ที่อยู่	72/11 หมู่ 3 ซอยผู้ใหญ่บ้าน ถนนเทพารักษ์ ตำบลบางพลีใหญ่ อำเภอบางพลี สมุทรปราการ 10540 โทร. 02-757-4688
ประวัติการศึกษา	2550: จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว สมุทรปราการ 2551- ปัจจุบัน: เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล	ศิริพงษ์ นนทเกษ
วัน เดือน ปีเกิด	20 มีนาคม 2533
ที่อยู่	449/93 ถนนสุวินทวงศ์ แขวงแสนแสบ เขตมีนบุรี กรุงเทพฯ 10510 โทร. 02-989-4125
ประวัติการศึกษา	2550: จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า กรุงเทพฯ 2551- ปัจจุบัน: เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้