ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาปริมาณสารให้ความหอม 2-Acetyl-1-1-pyrroline ในข้าวเม่าและการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า

Study on the aroma of 2-Acetyl-1-Pyrroline in yong-green glutinous rice (Khao-Mao) and their flavor quality improvement

โดย

นางสาวนันธิญา วงศรีแก้ว

นางสาววาสนา สติมั่น

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2550

ชื่อเรื่อง การศึกษาปริมาณสารให้ความหอม 2-Acetyl-1- pyrroline ในข้าวเม่า และการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า

Study on the Aroma of 2-Acetyl-1-Pyrroline in Young – Green Glutinous Rice (Khao-Mao) and Their Flavor Quality Improvement

ชื่อ – สกุล นางสาวนันธิญา วงศ์ศรีแก้ว
นางสาววาสนา สติมั่น

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. จินดนา บุนนาค

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. สุมิตรา บุญบำรุง

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณสารให้ความหอม 2-Acetyl-1- pyrroline ในข้าวเม่า และการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของสารหอมระเหย ในข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นางขาวและภูพาน และเพื่อศึกษากรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า ปัจจุบันมีการศึกษาสารหอมระเหยจากเมล็ดข้าวพันธุ์ต่างๆมากมายหลายชนิดโดยกรรมวิธีการสกัดหลายรูปแบบ ได้มีรายงานตรงกันว่าสารหอมระเหยที่บ่งบอกลักษณะกลิ่นหอมที่สำคัญในข้าว คือ 2-Acetyl-1 pyrroline (2 AP)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาวก่อนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม ผลการทดลองพบว่า ข้าวเม่าพันธุ์ภูพานมีสารหอม 2-Acetyl-1-pyrroline มากกว่าข้าวเม่าพันธุ์นางขาว ประมาณ 2 เท่า คือ 0.02 ppm และ 0.01 ppm ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณของสารหอมระเหยที่น้อยมาก ดังนั้นจึงได้มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมด้วยน้ำที่คั้นได้จากใบเตยสดมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า โดยการผสมน้ำคั้นจากใบเตยสดผสมคลุกเคล้ากับข้าวเม่าแล้วอบแห้ง จากนั้นนำมาวิเคราะห์

ปพ.
LA311
2550

เลขหมู่ 81956
เลขทะเบียน
วัน,เดือน,ปี -2 ก.ค. 2551

b 11902526
i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเครื่อง GC / MS พบว่าข้าวเม่าที่ปรับปรุงมีกลิ่นหอมและปริมาณสารหอมระเหยเพิ่มจากเดิมซึ่งสูงกว่าข้าวเม่าที่ยังไม่ได้มีการปรับปรุงประมาณ 4.5 – 9 เท่า คือข้าวเม่าพันธุ์ภูพานและนางขาวที่ผสมน้ำเตยแล้วนำไปนึ่งก่อนอบ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่ามีปริมาณสาร 2 AP เท่ากับ 0.11 และ 0.073 ตามลำดับ ข้าวเม่าพันธุ์ภูพานและนางขาวผสมน้ำเตยแล้วนำไปคั่วก่อนอบมีปริมาณสาร 2 AP เท่ากับ 0.12 และ 0.056 ตามลำดับ ส่วนใบเตยสดมีสารหอมระเหย คือ 2 AP มากกว่าในข้าวเม่าทั้ง 2 พันธุ์ ประมาณ 45 เท่า และ 90 เท่า

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์นางขาวและพันธุ์ภูพาน โดยการนำน้ำคั้นจากใบเตยสดมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่าแล้วนำมาคืนรูปผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์นางขาวและพันธุ์ภูพาน โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 10 คน พบว่าข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่ปรับปรุงคุณภาพโดยใช้น้ำคั้นจากใบเตยสดแล้วทำการคั่วก่อนนำไปอบแห้ง ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยด้านสี มีค่า เท่ากับ 5.86 คะแนนเฉลี่ยด้านความหอมมีค่า เท่ากับ 5.46 คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสมีค่า เท่ากับ 5.53 คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสมีค่า เท่ากับ 5.73 และคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมมีค่า เท่ากับ 5.93 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนในส่วนของข้าวเม่าพันธุ์ภูพานผสมเตยคั่วในปริมาณมาก ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับปริมาณของสารที่สกัด คือ สาร 2 AP ได้ในปริมาณที่มากกว่าการปรับปรุงข้าวเม่าด้วยน้ำคั้นจากใบเตยสดแล้วนำไปนึ่งก่อนอบ

ข้าวเม่าที่ใช้ในการทดลองทั้ง 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ภูพานและพันธุ์นางขาว แม้ว่าจะพบสาร 2 APในข้าวพันธุ์ภูพานมากกว่าพันธุ์นางขาว ซึ่งพบในปริมาณที่น้อย ดังนั้นในงานทดลองนี้ต้องการที่จะปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่าจึงนำเอาใบเตย ซึ่งมีสารที่ให้ความหอมนั่นก็คือ 2 AP ซึ่งเป็นตัวเดียวกับที่พบในข้าว โดยมีการนำมาผสม โดยใช้น้ำคั้นจากเตยสด แล้วทำการคั่วหรือนึ่ง เพื่อเป็นการลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ก่อโรค แล้วนำไปอบให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนฉบับที่ ๗๓๕/๒๕๔๘ ของข้าวเม่า (a_w < 0.6) จากการปรับปรุงคุณภาพด้วยน้ำคั้นเตย นอกจากมีการเพิ่มความหอมยังได้สีของผลิตภัณฑ์ที่สวยงามตามธรรมชาติอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความรู้และคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. จินตนา บุนนาค ที่ได้กรุณา ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการทำปัญหาพิเศษ รวมทั้งการแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบรูณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ ดร.สุมิตรา บุญบำรุง จาก สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร แห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ช่วยเหลือและสละเวลาอันมีค่าช่วยแนะนำ ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการทำปัญหาพิเศษอีกทั้งขอขอบคุณ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านการใช้ห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นผลให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษนี้ จึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องที่คอยให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ ตลอดจนให้คำปรึกษาที่ดีแก่ข้าพเจ้าเสมอมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้ให้ความร่วมมือ และคอยให้ความช่วยเหลือด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยดีตลอด รวมทั้งอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาและผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาวนันธิญา วงศรีแก้ว
นางสาววาสนา สติมั่น
มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 วัตถุดิบหรือองค์ประกอบข้าว	3
2.2 กลิ่นและความหอมข้าว	4
2.3 ข้าวเม่า	4
2.3.1 พันธุ์ข้าว	5
2.3.2 ระยะการเก็บเกี่ยว	5
2.3.3 วิธีการผลิตข้าวเม่า	6
2.4 เตย	9
2.4.1 กลิ่นของใบเตย	9
2.4.2. สารให้กลิ่นสำคัญในใบเตย	11
2.5 การแยกสารระเหยและทำให้เข้มข้น	16
2.6 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์หาสารหอมระเหย	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.1 แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิทรี..... 22

2.6.2 Mass Spectrometer..... 29

2.7 การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส..... 31

2.8 วอเตอร์แอกทิวิตี..... 34

2.8.1 แอกติวิตีของน้ำ..... 35

2.8.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับอัตราเร็วของปฏิกิริยาเคมี..... 35

2.8.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับอัตราการเน่าเสียของอาหาร..... 35

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ..... 36

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย..... 36

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย..... 37

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล..... 42

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือพันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว ก่อนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม..... 42

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพานและพันธุ์นางขาว หลังปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า..... 43

บทที่5 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 55

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 55

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 56

บรรณานุกรม..... 57

ภาคผนวก..... 59

ภาคผนวก ก การเตรียมสารละลายกรด..... 60

ภาคผนวก ข มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเม่า..... 62

ภาคผนวก ค มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนใบเตยแห้ง..... 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางโภชนาการอาหารของข้าวเม่า.....	8
2	สารประกอบที่วิเคราะห์พบในใบเตยสด.....	10
3	แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณสาร 2 – acetyl – 1 – pyrroline ในข้าวเม่าที่ได้รับการปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมเทียบกับใบเตยสดและใบเตยแห้ง.....	50
4	คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบชิมข้าวเม่าที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม.....	52
5	ค่า a_w ของข่าวเม่า ก่อนและหลังการปรับปรุงด้านกลิ่นหอม.....	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างทางเคมีของ 2 – acetyl – 1 – pyrroline (2AP)	11
2	การเกิดสารให้กลิ่นเหม็นเขียวจากกรดไขมันลิโนอิก เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์	14
3	การเกิดสารให้กลิ่นเหม็นเขียวจากกรดไขมันลิโนอิก เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์	15
4	แสดงถึงจำนวนสารระเหยที่ค้นพบเพิ่มขึ้นจนถึงปี 1978.....	17
5	วิธีการแยกและทำสารระเหยให้เข้มข้น จากตัวอย่างที่เป็นของแข็ง.....	20
6	เครื่อง GC และส่วนของเครื่อง Mass spectrometer.....	22
7	ส่วนประกอบพื้นฐานของ GC.....	23
8	แสดงองค์ประกอบของเครื่อง Gas Chromatography.....	24
9	แสดงลักษณะของโครมาโทแกรมที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล ของเครื่อง Gas Chromatography.....	25
10	Chromatogram ที่แสดง Retention Time ขององค์ประกอบ A, B, และ C.....	26
11	แสดงการวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยการเปรียบเทียบค่า Retention Time.....	27
12	แสดงผลกระทบของการฉีดปริมาณสารตัวอย่างกับ Retention Time.....	28
13	แสดงผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อ Retention Time.....	29
14	ส่วนประกอบพื้นฐานของ MS.....	30
15	การสกัดสารหอมด้วยสารละลายกรด.....	38
16	การสกัดสารหอมด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยการใช้เครื่อง Shaking bath ที่อุณหภูมิ 85องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง.....	39
17	การสกัดสารหอมด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยการใช้เครื่อง Sonicate ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที.....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
18 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า.....	41
19 ข้าวเม่า 2 สายพันธุ์ คือพันธุ์ภูพานและพันธุ์นางขาว ก่อนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม.....	42
20 สูตรโครงสร้างทางเคมี และ Mass spectrum ของ 2, 4, 6 - trimetylpyridine ที่ใช้เป็น internal standard	44
21 สูตรโครงสร้างทางเคมี และ Mass spectrum ของ สาร 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP)	45
22 แสดงลักษณะโครมาโตรแกรมของสารระเหยทั้งหมดจาก ข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่มีการปรับปรุงด้วยน้ำใบเตยแล้วนำคั่ว ที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูลของเครื่อง GaChromatography.....	46
23 แสดงลักษณะโครมาโตรแกรมของสารระเหยทั้งหมดจาก ข้าวเม่าพันธุ์นางขาวที่มีการปรับปรุงด้วยน้ำใบเตยแล้วนำไปคั่ว ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography.....	47
24 โครมาโตรแกรมของสารระเหยจากเตยแห้งที่ได้จากการปรับปรุง กรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมที่ได้จากการบันทึก ข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography.....	49
25 ข้าวเม่าหลังจากที่มีการปรับปรุงด้วยน้ำคั้นจากใบเตย.....	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ข้าวเม่า คือข้าว ที่ถูกดำ หรือทุบ จนเม็ดข้าวแบน ซึ่ง ทำจากข้าวเหนียวที่ไม่อ่อนเกินไป หรือไม่แก่เกินไปเป็นข้าววัยแรกรุ่น ที่เลยระยะน้ำนมแล้ว ข้างในเปลือกข้าวเริ่มแข็งตัวเป็นเม็ด มีสีขาว และห่อหุ้มด้วยเยื่อบาง ๆ สีเขียว เมื่อข้าวแก่เยื่อสีเขียวนี้จึกลายเป็นสีน้ำตาล และกลายเป็นรำ อันเป็นแหล่งรวมของวิตามินหลายชนิด ข้าวเหนียวเป็นข้าวพื้นเมืองของไทยเป็นที่นิยมบริโภค โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย นอกจากนั้นข้าวเหนียวยังนิยมนำมาใช้ทำขนมหวาน ต่าง ๆ อีกด้วย จึงทำให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เนื่องจากมีความนุ่มและเหนียว กลิ่นหอม และมีคุณค่าทางโภชนาการมากมายหลายชนิด ทั้งโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร

ปัจจุบันมีการศึกษาสารหอมระเหยจากเมล็ดข้าวพันธุ์ต่างๆมากมายหลายชนิดโดยกรรมวิธีการสกัดหลายรูปแบบ เนื่องจากคุณประโยชน์ของสารอาหารในข้าวและสารหอมระเหยที่บ่งบอกลักษณะของข้าวที่สำคัญได้มีรายงานตรงกันนั้นว่าสารหอมระเหยในข้าวคือ สองอะซิติลหนึ่งไพโรลีน (2-Acetyl-1- pyrroline) สารนี้มีการตรวจวัดได้จากการดมกลิ่นโดยผู้ทดสอบในปริมาณระดับต่ำมาก แม้ว่าพบในปริมาณที่น้อยก็สามารถแสดงลักษณะเฉพาะได้ และพบว่าสารนี้สามารถตรวจพบได้ทั้งในใบเตย ดอกชมนาด ดอกขจร และในผลไม้และผลิตภัณฑ์อาหารประเภทอื่นๆอีกหลายชนิด นอกจากนี้ยังพบอีกว่าถ้าเดินผ่านทุ่งข้าวตอนเช้าตรู่ จะได้กลิ่นหอมอ่อนของข้าวลอยมากับสายลมเย็นๆและจะค่อยๆจางลงเมื่อตอนเวลาสาย สารหอมระเหยที่ได้กลิ่นของข้าวตัวนี้มีการศึกษากันอย่างลึกทั้งในแง่การผลิต โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์และการสังเคราะห์ทางเคมี นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในแง่ที่จะรักษาให้สารหอมระเหยตัวนี้คงตัวอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารให้นานที่สุดด้วยเทคโนโลยีต่างๆเพื่อกักเก็บกลิ่นของข้าวไว้โดยอาศัยคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

ได้มีการศึกษาและการสกัดสารหอมระเหยจากข้าวและตรวจวิเคราะห์ โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography ร่วมกับ Mass Spectrometer (GC/MS) ตลอดจนการตรวจดมกลิ่นของสารหอมระเหยต่างๆที่เป็นองค์ประกอบในกลิ่นของข้าว โดยอาศัยเครื่องGas Chromatography ร่วมกับ Olfactometer (GC/O) (สุมิตรา บุญบำรุง, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารหอมระเหยในข้าวที่ให้กลิ่นหอมเฉพาะตัวและเป็นกลิ่นที่ผู้บริโภคทั่วไปยอมรับ โดยเฉพาะในข้าวเม่าที่ยังเป็นเมล็ดอ่อนมีกลิ่นหอมเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงทำให้ผู้ทำปัญหาพิเศษมีความสนใจที่ต้องการศึกษาปริมาณสารหอมระเหย คือ 2-Acetyl-1- pyrroline ในข้าวเม่าเพื่อประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณของสารหอมระเหย ในข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นางขาวและภูพาน
2. เพื่อศึกษากรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. ศึกษาถึงปริมาณของสารหอมระเหย ในข้าวเม่าทั้ง 2 พันธุ์ โดยวิธีการสกัดสารหอมด้วยสารละลายกรด
2. ปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้หลักการสกัดและการวิเคราะห์ถึงปริมาณสารหอมระเหย คือ 2- acetyl -1- pyrroline ในข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นางขาวและภูพาน
2. ทราบปริมาณสารหอมระเหย 2- acetyl -1- pyrroline ในข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นางขาวและภูพาน
3. เรียนรู้กรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า โดยการนำพืชที่มีกลิ่นคล้ายข้าว (ใบเตย) มาใช้ในการปรับปรุงกลิ่นหอมของข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัตถุดิบหรือองค์ประกอบข้าว

ก. โครงสร้างและส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

โครงสร้างของข้าวประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ส่วนหลักคือ ส่วนแรกเป็นเปลือกซึ่งประกอบด้วยเปลือกแข็งและเปลือกหุ้มเมล็ด ส่วนที่สองเป็นเนื้อเมล็ด และส่วนที่สาม คือ คัพภะ ในแต่ละส่วนจะมีสารอาหารเป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน ส่วนแรกที่เป็นเปลือกแข็งประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ จึงต้องแยกออกก่อนบริโภค แต่ส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดจะมีสารอาหารพวกวิตามินและแร่ธาตุอยู่มาก ส่วนที่สอง ซึ่งเป็นเนื้อเมล็ดจะมีคาร์โบไฮเดรต คือ สตาร์ชเป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ก็ยังมีน้ำ โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามินอยู่ด้วย ส่วนที่สาม คือ คัพภะ ซึ่งเป็นส่วนที่จะเจริญเป็นต้นอ่อน จึงมีสารอาหารอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ครบถ้วนมากกว่าส่วนอื่นของข้าวโดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมันมีมากกว่าในส่วนอื่น

ข. คุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าว

คุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมี หมายถึง สัดส่วนและองค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุกโดยมีผลทำให้ข้าวสุกนั้นนุ่ม เหนียว หรือร่วนขึ้นหม้อ ซึ่งคุณภาพข้าวสุกนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพเมล็ดทางเคมี คือ สัดส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน ความคงตัวของแป้งสุก อุณหภูมิแป้งสุกการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก โปรตีน กลิ่นหอม ความชื้น และการเก็บรักษา

ค. ปริมาณโปรตีน (Protein content)

ข้าวเหนียวโดยทั่วไปมีปริมาณโปรตีนอยู่น้อย ซึ่งนับว่ามีผลกระทบต่อคุณภาพการหุงต้ม เนื่องจากปริมาณโปรตีนมีความสัมพันธ์กับเวลาในการหุงต้มกล่าวคือ ทำให้ระยะเวลาการหุงต้มข้าวสุกนานขึ้น เมื่อปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นเนื่องจากโปรตีนเป็นตัวขัดขว้างการซึมผ่านของน้ำเข้าไปในเมล็ด และโปรตีนยังมีความสัมพันธ์กับการดูดซึมน้ำของเมล็ด ความนุ่ม และความเหนียว กล่าวคือ เมล็ดข้าวที่ดูดซึมน้ำได้น้อยลง ข้าวสุกจะมีความนุ่มและความเหนียวลดลง พบว่าข้าวสุกไม่ว่าจะเป็นสายพันธุ์ใดก็ตามที่มีโปรตีนต่ำจะมีความอ่อนนุ่ม ความเหนียวและมีกลิ่นรสมากกว่าข้าวที่มีโปรตีนสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กลิ่นและความหอมข้าว

กลิ่นหอมของข้าวถือว่าเป็นเสน่ห์ ที่ชวนให้รับประทานและด้วยความนุ่มและความหอมหวานทำให้ความนิยมในข้าวหอมมะลิ มีมากขึ้นเรื่อยๆ กลิ่นหอมหวานของข้าวชนิดนี้เกิดจากการผสมผสานของสารระเหยมากกว่า 200 ชนิดแต่มีสารที่เป็นองค์ประกอบหลักคือสาร 2-acetyl-1-pyrroline (2 AP) ที่ผลิตเฉพาะในข้าวหอม ใบเตย ดอกชมนาด เชื้อราและแบคทีเรียบางชนิด ในเชิงวิทยาศาสตร์ ยังไม่ทราบแน่ชัดถึง บทบาทของสารหอม 2 AP ในพืชและจุลินทรีย์แต่เชิงโภชนาการแล้ว กลิ่นหอมของข้าวช่วยทำให้อยากรับประทานอาหารมากขึ้นการผลิตสารหอมระเหยนี้เป็นผลมาจากการทำงานของขบวนการทางชีวเคมีใดยังไม่เป็นที่แน่ชัด จนในปี พ.ศ. 2547 กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ไทย ได้ค้นพบ รหัสพันธุกรรมหรือยีนที่เป็นกุญแจสำคัญในการสร้างสารหอมในข้าวหอมมะลิไทยและเป็นยีนเดียวกันกับที่พบในข้าวหอมทุกพันธุ์ในโลก

กลิ่นหอม (aroma) ข้าวทั่วไปจะมีสารระเหยอยู่หลายชนิด ได้วิเคราะห์สารระเหยที่ได้จากการหุงข้าวพันธุ์ Koshihikari ของญี่ปุ่น พบว่ามีสารระเหยอยู่ 114 ชนิด สารแต่ละชนิดจะมีกลิ่นแตกต่างกันในพันธุ์ข้าวหอมมี 2-แอซิทิล-1-ไพโรลีน (2-acetyl-1-pyroline) มากกว่าข้าวทั่วไปโดยข้าวสารหอม 1 กรัมอาจมีสารนี้ 0.04-0.09 ไมโครกรัมและข้าวกล้องหอมมี 0.1-0.2 ไมโครกรัม สารหอมชนิดนี้มีปริมาณสูงมากในพืชตระกูลใบเตยมีสูงถึง 1 ไมโครกรัม/กรัม สำหรับพันธุ์ข้าวไม่หอมนั้นพบว่าปริมาณแฮกซานอล (Hexanal) มีความสัมพันธ์ทางด้านลบกับกลิ่นหอมของข้าว คือ ข้าวที่มีปริมาณแฮกซานอล (Hexanal) มากจะมีกลิ่นหอมลดน้อยลง

วิธีการวัดระดับของสาร2-Acetyl-1-pyrroline วิธีการที่แม่นยำในการวัดคือ วิธีแก๊สโคมาโตรกราฟี (เครื่อง Gas Chromatography Method) ซึ่งต้องใช้เครื่องมือและนักวิทยาศาสตร์ที่มีความชำนาญ อย่างไรก็ตามมีวิธีการพิสูจน์ความหอมของข้าวอย่างง่ายๆคือวิธีดมซึ่งทำทั้งการพิสูจน์ความหอมของข้าวสารและข้าวสุก (ข้าวสุกโดยการหุงสุกแล้วดมกลิ่นโดยตรง ส่วนข้าวสารนำไปแช่ในสารละลายเกลือแกง 5 เปอร์เซ็นต์ในขวดปิดจุก แล้วนำไปอุ่นจึงนำมาดมโดยใช้ข้าวหอมมะลิเป็นตัวเปรียบเทียบ) (กรรณิกา นากลางและรณชัย ช่างศรี, 2545)

2.3 ข้าวเม่า

ข้าวเม่าเก็บได้จากต้นข้าวเหนียวที่ตั้งท้องออกรวงและผ่านระยะน้ำนมประมาณ 5-7 วัน ข้าวจะเริ่มมีเมล็ดแต่ยังไม่แก่จัดชาวบ้านจะเรียกว่า "ข้าวเม่า" เวลามีงานบุญประเพณีต่างๆชาวบ้านจะใช้ข้าวในระยะนี้มาแปรรูปเป็น "ข้าวเม่า" ในการแปรรูปจะเริ่มจากการนำข้าวระยะนี้มารูดเอาเฉพาะเมล็ดนำมาคั่วแล้วตำด้วยครกกระเดื่อง หรือครกมองเพื่อแยกเปลือกข้าวออก ชาวบ้านใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายจังหวัดของภาคอีสานมีการผลิตข้าวเม่าทั้งเพื่อการบริโภคในครัวเรือนและเพื่อการจำหน่าย จังหวัดที่มีการผลิตกันมาก ได้แก่ อุบลราชธานี นครพนม ร้อยเอ็ด สกลนคร อุดรธานี และหนองคาย ข้าวเม่าที่มีการออกสู่ตลาดโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของข้าวเม่าสด หรือข้าวเม่าอ่อน ซึ่งเป็นข้าวเหนียวที่ยังคงมีสีเขียวอยู่ นอกจากนี้ยังมีการผลิตในรูปของข้าวเม่าราง ซึ่งเป็นข้าวเม่าที่ไม่มีสีเขียวเพราะผลิตจากข้าวเปลือกแก่ ชาวบ้านนิยมซื้อไปทำเป็นอาหารหวานที่เรียกกันว่า "ข้าวเม่าคลุก"

ข้าวเม่ามีลักษณะเฉพาะตัวที่ความหอมและสีเขียวธรรมชาติของเมล็ดข้าวจึงเป็นที่นิยมและยอมรับของผู้บริโภค แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ยังมีปัญหาในการเก็บรักษา โดยเก็บได้เพียง 1-2 วัน เนื่องจากข้าวเม่ามีความชื้นสูงทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย

2.3.1 พันธุ์ข้าว

การเก็บเกี่ยวข้าวเม่าส่วนใหญ่พันธุ์ข้าวที่จะนำมาใช้จะเป็นพันธุ์ข้าวเหนียว แต่มีบางท้องที่มีการผลิตข้าวเม่าจากข้าวเจ้า แต่มีปริมาณน้อยเนื่องจากคุณภาพสู้ข้าวเหนียวไม่ได้เพราะข้าวเม่าที่ได้จากข้าวเจ้ามีความนุ่มน้อยกว่า สำหรับพันธุ์ข้าวเหนียวที่นำมาใช้ในการผลิตพบว่าโดยทั่วไปสามารถใช้ได้ทุกพันธุ์ แต่คุณสมบัติที่สำคัญสำหรับข้าวที่นำมาผลิตข้าวเม่านั้นควรมีความนิ่มและมีกลิ่นหอม นอกจากนั้นพบว่าพันธุ์ข้าวที่ใช้สำหรับการผลิตข้าวเม่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นพันธุ์พื้นเมือง ได้แก่ พันธุ์เหลืองบุญมา พันธุ์คอกมะขาม พันธุ์สันป่าตอง ส่วนพันธุ์อื่นที่มีการปลูกกันมาก ได้แก่ กข 6, กข 8, กข 10 ซึ่งเป็นพันธุ์นอกเหนือจากพันธุ์พื้นเมือง ในแต่ละจังหวัดมีการปลูกข้าวพันธุ์ที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและลักษณะพื้นที่การเพาะปลูกของจังหวัดนั้นๆ

ปัจจุบันนักวิชาการด้านการเกษตรได้ทำการวิจัย เพื่อหาข้าวเหนียวสายพันธุ์ใหม่ที่มีความเหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวเม่า ดร.ศิรวิชชญ์ เรืองสุข นักวิชาการเกษตรของศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดอุบลราชธานี ได้ค้นพบข้าวเหนียวสายพันธุ์ใหม่คือ สายพันธุ์ KK-NUR-82003-SKN-69-1-1 ซึ่งเป็นข้าวไม่ไวแสง ปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรัง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 125 วัน ต้นสูง 140 เซนติเมตร เมล็ดเรียวยาว เมื่อนึ่งสุกอ่อนนุ่มและมีกลิ่นหอม

2.3.2 ระยะการเก็บเกี่ยว

ข้าวที่ใช้ผลิตข้าวเม่ามี 2 ชนิด คือ ชนิดที่ข้าวอ่อน และชนิดที่ใช้ข้าวเก่า ข้าวเม่าแบบแรก ข้าวที่เก็บเกี่ยวหลังติดเมล็ดแล้วประมาณ 15 – 20 วัน ชาวบ้านเรียกว่า "ข้าวอ่อน" เป็นข้าวที่อยู่ในระยะสะสมแป้ง (dough stage) ให้ข้าวเม่าที่มีสีเขียว เล็กน้อยและกลิ่นหอม ถ้าเมล็ดข้าว เข้าสู่ระยะแก่ตัว (mature grain stage) เนื้อข้าวจะแข็งไม่เหมาะสมสำหรับทำข้าวเม่าข้าวที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับทำข้าวเม่า จะสังเกตได้จากสีของข้าว ควรมีสีเขียวออกเหลืองเล็กน้อย ช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวข้าวสำหรับทำข้าวเม่าจะเริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม จนถึงเดือนตุลาคม ของทุกปี สำหรับการผลิตข้าวเม่า จากข้าวแก่เป็นการผลิตข้าวเม่านอกฤดูกาลจะใช้ ข้าวที่มีสีเหลืองอยู่ในระยะแก่จัด เป็นข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะปกติ จะต้องนำข้าวมาแช่น้ำ ให้นุ่มเหมือนกับข้าวอ่อน หลงจากนั้นจึงนำมาคั่ว และตำให้แบนเหมือนการเตรียมข้าวเม่าจากข้าวอ่อน ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีสีและไม่มีกลิ่นมากนัก ส่วนใหญ่มักจะเติมแต่งด้วยสีผสมอาหาร

2.3.3 วิธีการผลิตข้าวเม่า

การผลิตข้าวเม่าจะมีวิธีการผลิตเหมือนกันเกือบทุกท้องที่ โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1. การแยกเนื้อข้าวออกจากรวง ข้าวที่เก็บเกี่ยวมาทำข้าวเม่ามักมีสีเขียวและลำต้นยังสดอยู่มากเมล็ดยังติดแน่นอยู่บนรวง ก่อนอื่นจะต้องแยกเมล็ดออกจากรวง วิธีที่ปฏิบัติกัน คือ นำรวงข้าวมามัดเป็นฟ่อน แล้วฟาดลงบนราวไม้ เพื่อให้เมล็ดข้าวหลุดออกและหล่นลงบนผ้าใบ หลังจากนั้นจึงเก็บรวมไว้แล้วนำไปทำข้าวเม่าทันที

2. การทำความสะอาดเมล็ดข้าวที่ได้จากการฟาด มักมีสิ่งสกปรกอยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเศษใบข้าวและเศษใบหญ้า สิ่งเหล่านี้จะแยกออกไป วิธีที่ปฏิบัติ คือ นำข้าวไปลอยน้ำ ส่วนที่ เป็นเศษใบไม้และเมล็ดลีบจะลอยตัวใช้ช้อนทิ้งไป ส่วนข้าวแก่ที่ใช้ผลิตข้าวเม่านอกฤดูกาล ก็ต้องนำมาแช่น้ำเช่นกัน เป็นการทำลายฝุ่นละอองที่ติดอยู่ให้หมดไป นอกจากนี้ยังทำให้ข้าวนิ่มด้วย ข้าวที่แช่น้ำ แล้วจะนุ่มไม่แหลกเป็นผง เมื่อนำไปตำเป็นข้าวเม่าสำหรับเวลาการแช่ของข้าว แต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไป เช่น ข้าวเหนียวและข้าวเจ้าธรรมดา จะใช้เวลา ประมาณ 24 ชั่วโมง แต่ข้าวหอมมะลิ ใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง สำหรับขั้นตอนนี้จะมีการใส่สีผสมอาหารลงไปด้วย เป็นการเตรียมข้าวให้มีสีเขียวอ่อนๆ

3. การคั่วข้าว การคั่วเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เป็นขั้นตอนที่ทำให้ข้าวสุกมีเนื้อนุ่ม สามารถบีบให้แบน โดยไม่ทำให้เมล็ดแตก การคั่วจะเริ่มขึ้นเมื่อมีการเตรียมเครื่องตำให้พร้อม ป้องกันไม่ให้เมล็ดข้าวเย็นตัวก่อนตำ นำข้าวมาใส่ลงในภาชนะที่สานด้วยไม้ไผ่ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ แล้วเทลงในกระทะคั่วให้สุก ถ้าต้องการให้กลิ่นข้าวใหม่ จะต้องใส่ใบเตย ที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยการคั่ว จะสิ้นสุดลง เมื่อมีการแตกของข้าว 6 – 8 เมล็ด หรือใช้เวลา คั่วประมาณ15-20 นาที ค่อย ยกลงจากเตา

4. การบีบให้แบน การบีบให้แบนเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งข้าวที่ผ่านการคั่วและทำให้เนื้อนุ่มแล้วจะผ่านการตำเพื่อให้แบน วิธีการผลิตจะเหมือนกันหมด คือการตำส่วนจะตำให้แบนเท่าใดหรือนานเท่าใดนั้นมิได้กำหนดไว้ แต่อาศัยประสบการณ์ ข้าวเม่าที่ผลิตได้มี 2 แบบ คือแบบกลมและแบบแบน การตำข้าวเม่าชนิดแบนต้องการแรงกระแทกของกระเดื่องมากกว่าการตำข้าวเม่าชนิดกลมและใช้เวลาในการตำนานกว่า การตำมักจะก่อให้เกิดปัญหาบ้างในบางครั้ง กล่าวคือ จะทำให้เมล็ดข้าวที่ติดกันเป็นก้อน ชาวบ้านเรียกว่า “ขี้แมว” โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเมล็ดข้าวนุ่มเกินไป การทิ้งข้าวไว้ 5 – 10 นาที หรือมีอุณหภูมิประมาณ 80 – 90 องศาเซลเซียสจะช่วยให้เมล็ดข้าวเย็นตัวลง การตำจะไม่ทำให้เมล็ดข้าวเกาะตัวกัน อีกประการหนึ่งในขณะตำควรคุ้ยข้าว เพื่อให้เมล็ดข้าวสัมผัสกับการตำมากที่สุด ก็จะช่วยให้เมล็ดข้าวแยกตัวกันด้วย การตำในขั้นนี้ยังมีความสำคัญที่ช่วยให้เมล็ดข้าวหลุดออกจากเนื้อข้าวด้วย การทิ้งข้าวให้เย็นมากเกินไปเมล็ดจะแตกเมื่อสัมผัสกับการตำ หรือทำให้ข้าวเม่าป่นละเอียด

การบีบให้แบนเป็นเป็นเทคนิคของผู้ผลิตแต่ละราย ผู้ที่ใช้เครื่องจักรจะควบคุมการใช้แรงได้ตามต้องการ ถ้าแรงน้อย และมีเนื้อกรอบแข็ง ในทางตรงกันข้ามถ้าใช้แรงมากเมล็ดข้าวก็จะแบนมาก และมีเนื้อกรอบนุ่ม ข้าวที่ตำแต่ละครกจะประมาณ 2 /3 ลิตร และใช้เวลาตำประมาณ 9 นาที ได้ข้าวเม่าประมาณ 1 ลิตร

5. การแยกเปลือก เมล็ดข้าวที่ผ่านการบีบให้แบนมาแล้วจะมีเปลือก เนื้อข้าวที่แบน และรำปะปนกันอยู่ จะต้องแยกเอาเปลือกและรำออก การแยกจะใช้ตะแกรง 2 ชั้น ตะแกรงชั้นบนจะแยกเอาเปลือกออกไว้ ชั้นกลางจะแยกเอาข้าวเม่าไว้ ส่วนรำจะผ่านตะแกรงชั้นกลางและตกลงภาชนะที่รองรับอยู่ด้านล่าง สำหรับการผลิตแบบอุตสาหกรรมจะใช้ตะแกรงร่อนอย่างต่อเนื่อง โดยแยกเปลือกและรำออกไปอย่างอัตโนมัติ

6. การตากแห้ง ข้าวเม่าที่ผลิตในฤดูกาลจะนำไปทำเป็นข้าวเม่าคลุก และนำไปขายทันทีไม่มีการตากแห้ง ส่วนที่เหลือจะเก็บไว้ในกระบุงหรือกระจาด เป็นภาชนะที่โปร่ง ลมจะผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ข้าวเม่าจะไม่เสียเพราะเชื้อรา หรือมีกลิ่นหืน ส่วนข้าวเม่าที่ผลิตนอกฤดูหรือข้าวเม่าที่ผลิตจากข้าวเปลือกจะใช้ทำข้าวเม่ารางหรือข้าวพอง ข้าวเม่าพวกนี้จะตากแห้ง แล้วบรรจุถุงเพื่อจำหน่าย

7. การบรรจุ การบรรจุจะใช้ส่วนข้าวเม่าแห้งเท่านั้น เป็นการกระทำเพื่อการค้าในฤดูการปลูกข้าว การบรรจุข้าวเม่าจะน้อยมาก แต่จะมีมากขึ้นเมื่อผ่านฤดูทำนาไปแล้ว เป็นระยะที่ชาวนามีเวลามากขึ้น ข้าวเม่าที่ผลิตในฤดูกาลนี้จะนำไปขายโดยเฉพาะ ข้าวเม่าส่วนใหญ่จึงต้องตากแห้ง ลักษณะของข้าวเม่าแห้งมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบที่บรรจุเป็นถุงขนาดใหญ่ พ่อค้าที่ซื้อไปจะนำไปจำหน่ายอีกทอดหนึ่ง โดยนำไปตวงเป็นถัง (20 กิโลกรัม) แล้วเทลงถุงพลาสติกให้ลูกค้า ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นการบรรจุข้าวเม่าเป็นถุงขนาด 7 กิโลกรัม ส่วนใหญ่เป็นถุงกระดาษ เป็นข้าวเม่ากลม ผู้ซื้อจะนำไปทำเป็นข้าวพอง (นิตยา อำไพวรรณ, 2548)

คุณค่าทางโภชนาการอาหารของข้าวเม่า พบว่า ข้าวเม่ามีปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวกล้องหรือ ข้าวซ้อมมือจากข้าวเม่าข้าวเจ้า และยังมีสีเขียวธรรมชาติของคลอโรฟิลล์ ทำให้น่ารับประทาน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการอาหารของข้าวเม่า

สารอาหาร	ปริมาณ
ไขมัน	1.8 กรัม
เส้นใยอาหาร	0.6 กรัม
โปรตีน	8.0 กรัม
แคลเซียม	14 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	236 มิลลิกรัม
เหล็ก	2.7 มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	0.22 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.44 มิลลิกรัม

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เตย

เตย (*Pandanus odorus* Ridi.) เป็นพืชที่ชาวเอเชียนิยมใช้ใบในการปรุงแต่งกลิ่นอาหาร ทำให้ในปัจจุบันมีการแปรรูปใบเตยเป็นผลิตภัณฑ์หลายรูปแบบ เช่น น้ำใบเตยกระป๋อง และ ใบเตยแห้ง เป็นต้น แต่จะมีปัญหาที่ไม่สามารถจะรักษากลิ่นหอมของใบเตยไว้ได้ สารที่เป็นองค์ประกอบหลักของกลิ่นใบเตย คือ 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) ซึ่งมีลักษณะกลิ่นคล้ายข้าวโพดคั่ว นอกจากนี้ 2AP ยังเป็นสารให้กลิ่นหลักในข้าวหอมมะลิ 105 แต่ปริมาณ 2AP ในใบเตยสูงกว่าในข้าวหอมถึง 10 เท่า ประเทศทางเอเชียบางประเทศจึงมีการใช้ใบเตยร่วมในการหุงข้าวพันธุ์ธรรมดาให้มีกลิ่นเหมือนกับข้าวหอม (นิจศิริ และพยอม, 2534)

2.4.1 กลิ่นของใบเตย

สารประกอบที่ให้กลิ่นในใบเตยมีหลายชนิด โดยกลิ่นของใบเตยจะเปลี่ยนไปเมื่อมีการนำใบเตยมาแปรรูป ซึ่งทำให้องค์ประกอบของสารให้กลิ่นเปลี่ยนแปลง ในใบเตยสดสารระเหยที่วิเคราะห์พบเป็นปริมาณหลัก โดยคิดเป็นร้อยละ 73 ของสารระเหยที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 2 คือ 3-methyl-2(5H)-furanone ซึ่งให้กลิ่นในลักษณะฉุน, หวาน และคล้ายยา และจะพบสารให้กลิ่นเหม็นเขียว ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน 6 อะตอมได้แก่ 3-hexanol, 4-methylpentanol, 3-hexaone และ 2-hexaone จากรายงานของ Jiang,1999 (อ้างโดย แววตา ชี้ทางดี , 2547) พบว่ากลิ่นของใบเตยสดทำแตกต่างไปจากใบเตยแปรรูป ซึ่งโดยมากเกิดจากการได้รับความร้อน ใบเตยแปรรูปจะมีกลิ่นของ 2-Acetyl-1-pyrroline (กลิ่นข้าวโพดคั่ว, กลิ่นใบเตย) แรงขึ้น ในขณะเดียวกันก็มีกลิ่นใบพืชต้มและกลิ่นใบยาสูบเกิดขึ้น กลิ่นต้ม (boiled flavor) ในพืชโดยมากเป็นกลิ่นของสารประกอบซัลเฟอร์ เช่น กลิ่นมันฝรั่งต้ม (methional), กลิ่นหัวหอมใหญ่สุก (thiazole) และ มะเขือเทศสุก (3-methylthiobutanal) เป็นต้น สารระเหยเหล่านี้เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์หลังจากที่มีการแปรรูป สำหรับสารระเหยที่คล้ายกลิ่นใบยาสูบมีหลายชนิด เช่น กลิ่นยาสูบ,กลิ่นน้ำผึ้ง,กลิ่นกุหลาบ (β-damascenone), กลิ่นยาสูบ,กลิ่นฟาง,กลิ่นชา (4-hydroxy-3-pentanoic- acid lactone) เป็นต้น กลิ่นใบยาสูบที่เกิดในพืชส่วนใหญ่จะเกิดจากกระบวนการแปรรูปไปเปลี่ยนแปลงสารที่ไม่ระเหยให้กลายเป็นสารให้กลิ่นเช่นเดียวกับการเกิดกลิ่นต้มในอาหาร (Jiang,1999 อ้างโดย แววตา ชี้ทางดี , 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 สารประกอบที่วิเคราะห์พบในใบเตยสด (*Pandanus odorus Ridi.*)

ลำดับพีคที่	สารประกอบ	เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด
1	2-methyl-3-buten-2-one	0.44
2	Toluene	0.16
3	3-hexanone	2.97
4	2-hexanone	2.65
5	3-methyl-3-pentanol	0.41
6	ethylbenzene	0.11
7	1,2-dimethylbenzene	0.13
8	3-penten-2-ol	0.94
9	3-hexanol	7.09
10	4-methyl-2-pentanol	6.13
11	1-methylcyclopentanol	1.00
12	3-methyl-2-pentanol	0.15
13	(E)-2-penten-1-ol	0.21
14	hexyl formate	0.21
15	(Z)-4-hexen-1-ol	0.13
16	acetic acid	0.44
17	2,5-hexanedione	0.14
18	3-methyl-2(5H)-furanone	73.07
19	Methyl-2-hydroxylbenzoate	0.18
20	hexanoic acid	0.75
21	(E)-3-hexanoic acid	0.85
22	3-hexenoic acid	0.19

ที่มา : Jiang, 1999 (อ้างโดย แววตา ชี้ทางดี, 2547)

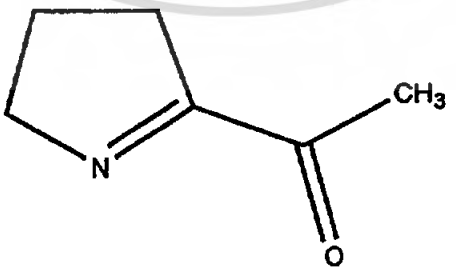
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2. สารให้กลิ่นสำคัญในใบเตย

แม้ว่ากลิ่นของอาหารจะเกิดจากสารระเหยหลายชนิด แต่จะมีสารระเหยเพียงบางชนิดที่เป็นสารระเหยที่มีความสำคัญต่อกลิ่นอาหารชนิดนั้นๆ ซึ่งจะเรียกสารระเหยเหล่านั้นว่าเป็น key odor compounds สำหรับในใบเตย สารระเหยที่เป็นสารให้กลิ่นสำคัญ ได้แก่ สารระเหยดังต่อไปนี้

1) 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP)

2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) เป็นสารที่เป็นองค์ประกอบหลักของกลิ่นใบเตยและข้าวหอมโดยในใบเตยมี 2AP เป็นปริมาณ 1 ppm โดยน้ำหนักแห้งซึ่งเป็นปริมาณที่มากกว่าในข้าวหอมถึง 10 เท่า 2AP จัดเป็นสารประกอบไนโตรเจนในกลุ่ม heterocyclic compound มีสูตรโครงสร้าง C_6H_9NO น้ำหนักโมเลกุล 111 สูตรโครงสร้างเคมีแสดงในภาพที่ 1 สารประกอบชนิดนี้มีคำบรรยายลักษณะกลิ่นสำหรับชาวตะวันตกว่าคล้ายกลิ่นข้าวโพดคั่ว(popcorn)ส่วนชาวเอเชียให้คำอธิบายกลิ่นว่าคล้ายกลิ่นใบเตย นอกจากจะให้กลิ่นที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคแล้ว 2AP ยังเป็นสารที่มีค่า odor threshold ค่อนข้างต่ำ คือ มีค่าอยู่ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 ppb และนอกจากในใบเตยและข้าวหอมแล้วยังสามารถพบ 2AP ในอาหารชนิดอื่นๆอีกหลายชนิด เช่น ขนมปัง แครกเกอร์ งา เฟรนฟรายด์ (French fries) ข้าวโพด และเนื้อวัว เป็นต้น โดยจะให้คำอธิบายลักษณะกลิ่นเป็นกลิ่นคั่ว (roasty) กลิ่นคล้ายข้าวโพดและเนื้อวัว คล้ายขนมปัง 2AP เป็นสารไม่เสถียร แม้เก็บในสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส โดยสารจะเปลี่ยนจากของเหลวใสไม่มีสีไปเป็นของเหลวสีแดงและสีจะเข้มขึ้นตามเวลาที่เพิ่มขึ้น สีที่เข้มขึ้นเกิดจากปฏิกิริยา คอนเดนเซชัน (condensation) ของหมู่คาร์บอนิลจนได้ conjugated pyridine polymer ดังนั้นการเก็บ 2AP จึงควรเก็บในสภาพสารละลายในน้ำ การเกิด 2AP มีหลายสาเหตุต่อไปนี้



<u>ภาพที่ 1</u> โครงสร้างทางเคมีของ 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP)

ที่มา : แววตา ชี้ทางดี, 2547.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. เกิดจากการสังเคราะห์ตามธรรมชาติ (biosynthesis)

การสังเคราะห์ 2AP ตามธรรมชาติที่มีรายงานการศึกษาจะสามารถพบได้จากการสังเคราะห์สารชนิดนี้ในพืชชั้นสูงบางชนิดหรือในระหว่างกระบวนการหมัก พืชที่มี 2AP เป็นองค์ประกอบหลักที่รู้จักกันดี ได้แก่ ข้าวหอม ซึ่งสำหรับข้าวหอมการสังเคราะห์ 2AP จะเกิดระหว่างการเพาะปลูกโดยมีโพรลีนเป็นสารตั้งต้น สำหรับกลไกการสังเคราะห์โดยละเอียดยังไม่มีการศึกษา ส่วน 2AP ที่เกิดระหว่างกระบวนการหมักจะพบในผลิตภัณฑ์โกโก้ โดยเป็นผลจากการทำงานของจุลินทรีย์ Bacillus cereus และในไวน์จากการทำงานของแบคทีเรียในกลุ่ม Lactic acid bacteria ได้แก่ Lactobacillus hilgardii, Lactobacillus brevis, Pedioncocus sp. และ Lactobacillus plantarum (แววตา ชี้ทางดี , 2547)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการสังเคราะห์ 2AP ตามธรรมชาติจะมีโพรลีนเป็นสารตั้งต้น ซึ่งการสังเคราะห์กรดอะมิโนชนิดนี้ในพืชชั้นสูงจะใช้กรดกลูตามิกและ/หรือออร์นิทีนเป็นสารตั้งต้น เอมไซม์ที่สำคัญที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์โพรลีนในพืช คือ เอมไซม์ pyrroline-5-carboxylate synthetase (P5CS) การทำงานของเอมไซม์ชนิดนี้จะขึ้นกับความแห้งแล้งและความเค็มของดิน เมื่อพื้นที่ปลูกข้าวมีความแห้งแล้งหรือมีดินเค็มจะทำให้ระดับแรงดันออสโมติกในเซลล์พืชผิดปกติพืชจะปรับตัวเพื่อต้านความเครียดจากความแห้งแล้งและความเค็มโดยเพิ่มการสะสมโพรลีนในเซลล์เพื่อปรับแรงดันออสโมติกให้เข้าสู่ระดับปกติด้วยการเร่งกิจกรรมของเอมไซม์ P5CS ด้วยเหตุนี้กลิ่นของพืชจึงขึ้นกับปริมาณน้ำและความเค็มของดินในพื้นที่เพาะปลูก

ข. Strecker Degradation เกิดจากการให้ความร้อนอาหาร

2AP ในอาหารจะเกิดขึ้นมาจากสาเหตุนี้เป็นส่วนใหญ่ กรดอะมิโนที่เป็นสารตั้งต้นของ 2AP ได้แก่ โพรลีน หรือ ออร์นิทีน ตามแต่ชนิดของอาหาร สำหรับการเกิด 2AP โดยมีออร์นิทีนเป็นสารตั้งต้นจะเกิดในผลิตภัณฑ์ที่มียีสต์เป็นส่วนประกอบ เช่น ขนมปัง เป็นต้น ส่วนการเกิด 2AP ผ่านปฏิกิริยา Strecker Degradation โดยมีโพรลีนเป็นสารตั้งต้นมีการศึกษากลไกการเกิดในสารละลายโมเดลของ [u^{12}-C]-D-glucose กับโพรลีน ปฏิกิริยาเริ่มจากหมู่อะมิโนของโพรลีนทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอนิลของ 2-oxopropanal ซึ่งเป็น dicarbonyl compounds ที่เกิดจากการแตกตัวของ [u^{12}-C]-D-glucose เกิดการสูญเสียน้ำจากโมเลกุลตามด้วยการเกิด dicarboxylation และการเติมน้ำเข้าโมเลกุลตามลำดับ ขั้นตอนการเติมน้ำเข้าโมเลกุลนี้สามารถเกิดได้ 2 แนวทาง คือ แนวทางแรกจะได้ 2-acetyltrahydropyridine (ATHP) และอีกแนวทางของปฏิกิริยา คือ จะได้ 1-pyrroline และ hydroxy-2-propanone จะเกิดปฏิกิริยาได้ดีหรือได้สารระเหยชนิดใดเป็นผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำตาลที่เข้าทำปฏิกิริยาและ pH เป็นปัจจัยกำหนด 1-pyrroline ซึ่งเป็นสาร

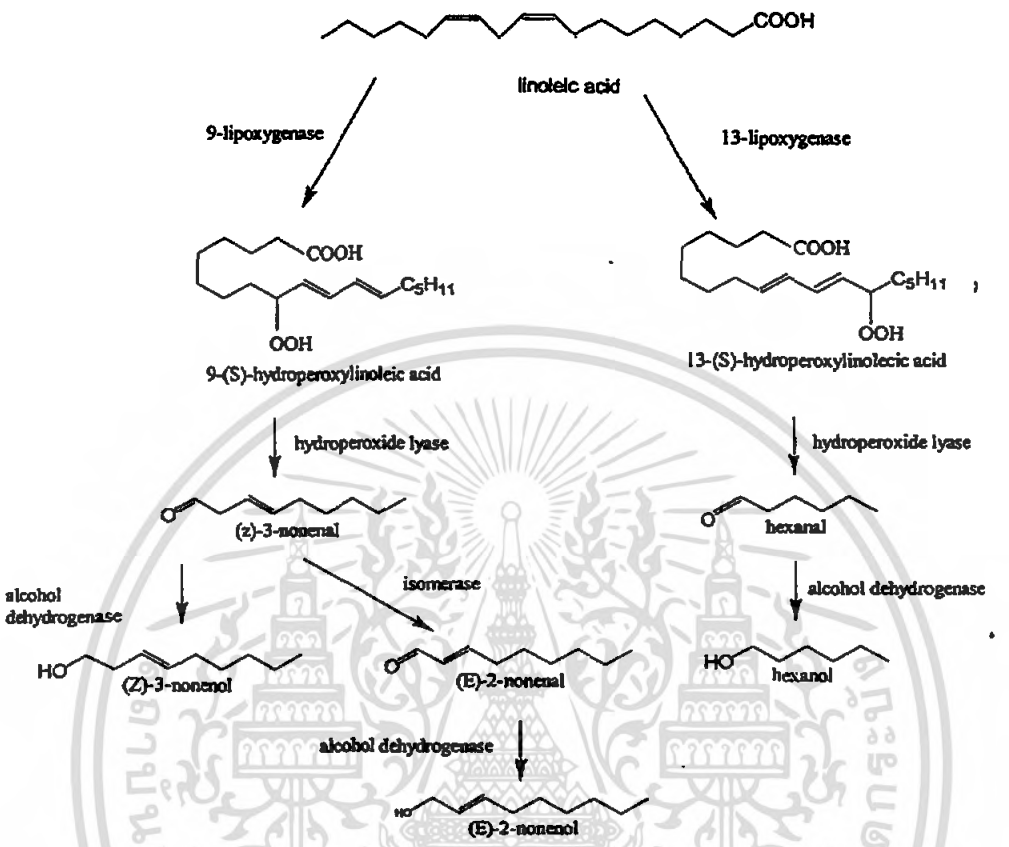
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวกลางที่สำคัญในการเกิด 2AP โดยทำปฏิกิริยาต่อไปกับ 2-oxopropanal เกิดการสูญเสียน้ำออกจากโมเลกุลได้เป็น 2-(1,2-dioxo-1-propyl)-pyrroline ซึ่งจะถูกออกซิไดส์เป็นอนุพันธ์ pyrroline แล้ว rearrangement ไปเป็น 2-acetyl-2-pyrrolidinic acid จากนั้นเกิดการ decarboxylation ได้ 2-acetylpyrrolidine ซึ่งจะถูกออกซิไดส์โดยออกซิเจนในอากาศได้เป็น 2AP การทำปฏิกิริยาของสารตัวกลางได้ 2AP ซึ่งการทำปฏิกิริยาในขั้นตอนนี้จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีน้ำในสภาวะที่ทำปฏิกิริยา ซึ่งพบว่า 2AP ที่เกิดในสภาวะที่มีน้ำจะมีปริมาณมากกว่าในสภาวะที่ไม่มีน้ำถึง 50 เท่า

ค. สารกลุ่มอัลดีไฮด์ที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียว

กลิ่นเหม็นเขียวของใบเตยมาจากอัลดีไฮด์สายสั้นได้แก่ hexenel (กลิ่นใบไม้) nonenal (กลิ่นเหม็นเขียว) nonadienal (กลิ่นใบไม้) และ n-hexanal (กลิ่นหญ้า) สารระเหยเหล่านี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้แก่ ลิโนอิกและ ไลโนลิอิกผ่าน lipoxygenase pathway กระบวนการเกิดสารให้กลิ่นเหม็นเขียวนี้จะเกิดขึ้นเมื่อเนื้อเยื่อพืชเกิดการฉีกขาด กรดไขมันไม่อิ่มตัวของพืชอาจอยู่ในรูป triglycerides, phospholipids หรือ glycolipids ซึ่งจะถูกปลดปล่อยเป็นกรดไขมันอิสระโดยเอมไซม์ acythydrolase จากนั้นกรดไขมันอิสระเหล่านี้จะเปลี่ยนแปลงเป็นสารให้กลิ่น เอมไซม์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงกรดไขมันไม่อิ่มตัวให้เป็นสารให้กลิ่นในพืช กลไกการทำงานของเอนไซม์เหล่านี้ได้แสดงดังภาพที่ 2 และ 3

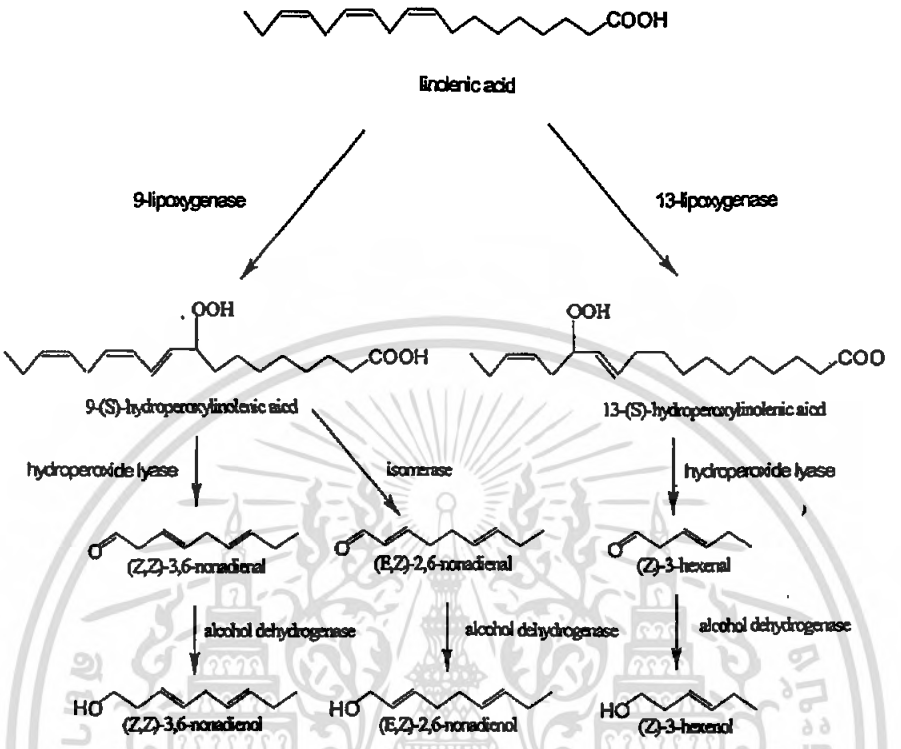
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพที่ 2</u> การเกิดสารให้กลิ่นเหม็นเขียวจากกรดไขมันลิโนเลอิกเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์

ที่มา : ดัดแปลงจาก Takeoka, 1999 (อ้างโดย แววตา ชี้ทางดี, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพที่ 3</u> การเกิดสารให้กลิ่นเหม็นเขียวจากกรดไขมันลิโนเลนิกเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์
ที่มา : ดัดแปลงจาก Takeoka ,1999 (อ้างโดย แววตา ชี้ทางดี, 2547)

จากภาพที่ 5 และ 6 กลไกการเปลี่ยนแปลงกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นสารให้กลิ่นเริ่มจากเอมไซม์ lipoxygenase ไปเร่งปฏิกิริยา dioxygenation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะ 1Z, 4Z-pentadiene ในโครงสร้างทำให้ได้ hydroperoxy unsaturated fatty acid เอมไซม์ lipoxygenase ที่เข้าทำปฏิกิริยาจะมีความจำเพาะต่อตำแหน่งคาร์บอนของกรดไขมันที่ถูกเติมออกซิเจนแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของพืชซึ่งเป็นแหล่งของเอมไซม์ hydroperoxy unsaturated fatty acid ที่ได้อาจเป็นชนิด C-9, 3- และ non-specific hydroperoxide lyase การทำปฏิกิริยาโดยเอมไซม์ที่มี isozymes ที่แตกต่างกันจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้สารให้กลิ่นเหม็นเขียวแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิดจากกลไกที่เกิดกลิ่นเหม็นเขียวในพืชทำให้ทราบว่าหากต้องการศึกษากลิ่นของใบเตยแปรรูปให้ถูกต้อง ควรทำการยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ก่อนการบดตัวอย่างเพื่อสกัดสารระเหยให้กลิ่น เนื่องจากโดยปกติการใช้ใบเตยแต่งกลิ่นอาหารจะใช้ในรูปใบเตยทั้งใบโดยไม่มีการบด ดังเช่นการสกัดเพื่อศึกษาสารให้กลิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3-methyl-2(5H)-furanone เกิดในอาหารเนื่องจากการแปรรูป เช่น พบในชีส, และเฟอร์เม็นเต็ด ซอย ไฮโดรไลซีส (fermented soy hydrolysate)เป็นต้น กลิ่นของ 3-methyl-2(5H)-furanone จะมีในลักษณะของกลิ่นคาราเมล, กลิ่นหวาน, กลิ่นคล้ายยาและกลิ่นน้ำผึ้ง แต่สำหรับในใบเตยมีรายงานว่าจะพบสารระเหยชนิดนี้ในใบเตยสด โดยเป็น secondary metabolite และคาดกันว่าสารชนิดนี้อาจเป็นสารที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารกลุ่มอัลคาลอยด์ที่พบในใบเตย ซึ่งได้แก่ pandamarilactonine-A และ –B เนื่องจากโครงสร้างโมเลกุลของอัลคาลอยด์เหล่านี้มีความเกี่ยวเนื่องกับโครงสร้างของ 3-methyl-2(5H) - furanone ประกอบกับมีการศึกษาพบว่าสามารถเตรียม nor pandamarilactonine - B ซึ่งเป็นสารตัวกลางของกระบวนการสังเคราะห์ pandamarilactonine-B ได้จากการทำปฏิกิริยาของ 3-methyl-2(5H)-furanone กับ 2-pyrrolidinone

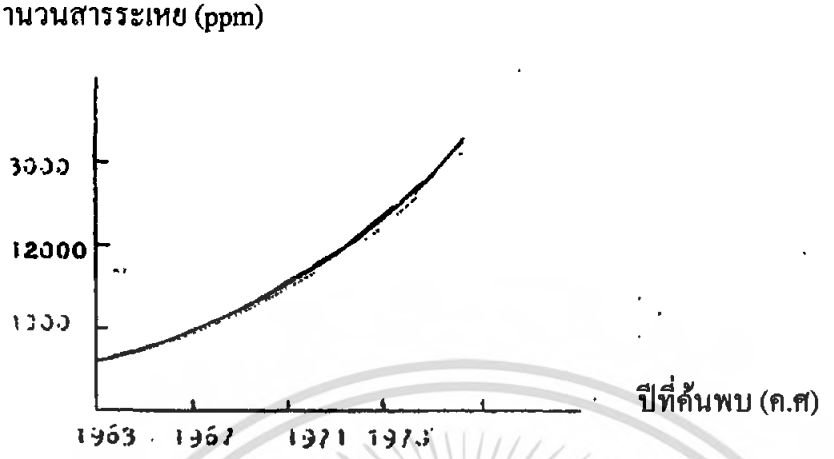
2.5 การแยกสารระเหยและทำให้เข้มข้น

จุดมุ่งหมายของการวิจัยทางด้านสารระเหยนั้น ก็คือ การบ่งบอกชนิดของสารที่มีส่วนร่วมในการให้กลิ่นของอาหาร เมื่อประมาณ 20-30 ปีมาแล้ว ซึ่งเป็นระยะเริ่มแรกของการผลิตเครื่องมือที่ทันสมัย สำหรับการวิจัยด้านนี้ การบ่งบอกชนิดของสารนั้น ทำได้ยากมาก เพราะว่าสารเหล่านี้ มีอยู่ในปริมาณน้อยมาก เทคนิคทางด้านโครมาโตกราฟฟีกาซ (GC) และเทคนิคร่วมระหว่างโครมาโตกราฟฟีกาซกับสเปคโตรเมตรี (GC / MS) ช่วยทำให้การค้นพบสารประกอบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่การค้นพบดังกล่าว ทำความผิดหวังให้แก่นักวิจัย เพราะว่ามีสารประกอบมากมายที่ไม่ค่อยมีความสำคัญในการให้กลิ่นหอม

ตั้งแต่ปี 1960 เป็นต้นมา การบ่งบอกชนิดของสารมีระบบที่ดีขึ้น โดยมีการเจาะจงที่จะค้นหาสารที่มีความสำคัญในการให้กลิ่นหอมระเหยจริงๆ โดยใช้เทคนิคการทดสอบทางด้านกลิ่นมาร่วมด้วย กราฟต่อไปนี้แสดงถึงจำนวนสารระเหยที่ค้นพบเพิ่มขึ้น จนถึงปี 1978 ดังแสดงในภาพที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 4 แสดงถึงจำนวนสารระเหยที่ค้นพบเพิ่มขึ้นจนถึงปี 1978
ที่มา : เกรียงศักดิ์ ไชยโรจน์, 2531.

เทคนิคส่วนมากที่กล่าวถึงในปีนี้ ได้รับการปรับปรุงเป็นพิเศษสำหรับการศึกษาสารระเหยให้กลิ่นที่อยู่ในผลิตภัณฑ์อาหาร ส่วนสำคัญ และควรระมัดระวังเป็นพิเศษในการใช้เทคนิคเหล่านี้ในการศึกษาสารระเหย จะเห็นได้จากกลิ่นต่อไปนี้

- สารที่ช่วยให้กลิ่นมักจะมีปริมาณน้อยกว่าสารระเหยอื่นๆ
- จำนวนสารระเหยในอาหารมีอยู่มาก
- สารเหล่านี้มีความแตกต่างกันหลายอย่างทั้งทางด้านกายภาพ และทางเคมีรวมทั้งความเข้มข้นที่มีอยู่ ซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ระดับ Piccogrammes จนถึง มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของผลิตภัณฑ์
- สัดส่วนของปริมารสารระเหย แต่ละชนิดมีความสำคัญต่อกลิ่นด้วย
- สารให้กลิ่นส่วนมากมักจะไม่เสถียร เมื่อแยกออกมาจากต้นกำเนิด สารอาหารบางอย่างต้องรักษาให้อยู่ในสภาพที่ยังสดอยู่เหมือนกับยังไม่ตาย เพราะปริมาณและคุณภาพของสารให้กลิ่นถูกควบคุมด้วยกระบวนการทางเคมี ผลกระทบต่อกระบวนการทางเคมีหรือชีวเคมี เช่น การแยกสารให้กลิ่น ซึ่งอาจจะต้องนำสารอาหารมาแช่ไว้ ป้องกันมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสารอาหาร
- ความเข้มข้นของสารในไอที่แยกออกมาจากต้นกำเนิดก็มีส่วนสำคัญมาก
- การบ่งบอกชนิดของสารระเหยสามารถบ่งบอกได้โดยเครื่องมือ แต่ไม่มีเครื่องมือชนิดใดที่บอกให้ทราบถึงการมีส่วนร่วมในการให้กลิ่นของสารเหล่านี้ได้นอกจากใช้จมูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
81956

ในที่นี้จะกล่าวถึงการแยกสารระเหยและการเพิ่มความเข้มข้นก่อนที่จะกล่าวถึงการแบ่งแยกสารต่างๆ ออกจากกันในบทต่อไป

คำบางคำที่ใช้ในที่นี้มีความหมายตามที่ได้จาก British Standard Institute (B.S.I.) ได้แก่

ดม = การทดสอบโดยใช้ความรู้สึกจาก olfactory organ หรืออวัยวะรับความรู้สึกทางกลิ่น

กลิ่น = ความรู้สึกที่เกิดจากอวัยวะรับกลิ่น หรือคุณภาพของความรู้สึกจากสารระเหยให้กลิ่น

อโรมา = กลิ่นหอมระเหย

รส = ความรู้สึกที่เกิดกับต่อมรับรส หรือคุณภาพของความรู้สึกที่เกิดจากสารให้รส

รสชาติ = รสและกลิ่นรวมกัน และอาจรวมถึงอุณหภูมิ และรสสัมผัสรสชาติแปลกปลอม

(Off Flavor) = รสชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งมักจะเกิดพร้อมกับการทำลาย และเปลี่ยนแปลงสาร

ในการแยกสารระเหยออกจากสารอาหารโดยตรง จำเป็นต้องใช้วิธีการสองวิธี วิธีที่หนึ่งคือวิธีที่อาศัยหลักความสามารถในการกลายเป็นไอของสาร ซึ่งได้แก่ การกลั่นโดยวิธีต่างๆ วิธีที่สองอาศัยหลักของความสามารถในการละลายของสารในตัวทำละลายหรือตัวสกัด เมื่ออาศัยหลักทั้งสองอย่างนี้ก็สามารถปรับปรุงวิธีการแยกได้ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในขั้นแรกจะกล่าวถึงตัวกำหนดที่จะให้ตัดสินเลือกวิธีการ สำหรับการทดลองอันใดอันหนึ่งโดยเฉพาะตัวกำหนดเหล่านี้ได้แก่

1) ความสามารถในการระเหย และจุดเดือดของสารให้กลิ่น
2) Polarity ของสาร
3) ความเสถียรของสารที่อุณหภูมิสูง และการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน
4) ความเข้มข้นในผลิตภัณฑ์ และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาใช้
5) จุดประสงค์ของการวิเคราะห์ว่าเป็นการวิเคราะห์ทางคุณภาพ หรือปริมาณ
6) การแพร่ของสารระเหยตามจุดต่างๆของผลิตภัณฑ์ว่าอยู่ส่วนไหนมากน้อยเท่าไร
7) สถานะของกายภาพ และองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์

โดยปกติเราสามารถแยกสารระเหยจากอาหารได้หลายวิธี ซึ่งจะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ในการแยกสารระเหยจะต้องระลึกอยู่เสมอว่าสารระเหยมีมากมายหลายชนิด และมีจุดเดือดต่างๆกัน เมื่อใช้วิธีกลั่นจะต้องเลือกเงื่อนไข โดยพิจารณาความสามารถในการกลายเป็นไอของสารที่ต้องการศึกษา ในการเลือกใช้ตัวทำละลายมากๆ จะได้ไม่ปนกับตัวทำละลาย ทำให้แยกสารระเหยออกจากตัวทำละลายในตอนหลังง่ายขึ้น Polarity ของสารระเหยมีความสำคัญในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกตัวทำละลาย ความสามารถในการละลายของสารระเหยในสารละลายจะต้องสูงเงื่อนไขที่ใช้ในการแยกจะต้องคำนึงถึงความเสถียรของสารระเหย หมายถึงเราควรจะทำที่อุณหภูมิต่ำถ้าหากสารระเหยไม่เสถียรเมื่อถูกความร้อน และถ้าสารระเหยเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นง่ายไม่ควรจะให้ถูกกับออกซิเจนมาก

มาตรฐานอื่นๆที่ใช้ตัดสินเลือกวิธีที่เหมาะสมก็คือความเข้มข้นของสารระเหยซึ่งจะช่วยในการกะปริมาณของวัสดุที่นำมาใช้เพื่อให้ได้สารเพียงพอ และควรจะพิจารณาถึงจุดประสงค์ของการทดลองก่อน ถ้าการทดลองเป็นการวิเคราะห์บ่งบอกชนิดของสารระเหยที่ยังไม่รู้จัก จำเป็นจะต้องให้ได้ปริมาณมาก และสิ่งที่สกัดออกมาจะมีความคงสภาพเหมือนเดิมอยู่หรือไม่ ถ้าเป็นการวิเคราะห์หาความเข้มข้นจะต้องทราบว่าผลที่ได้กลับมาในการแยกและสกัด และทำให้ข้นนั้นมากน้อยเท่าไร อาหารมักจะมีสารระเหยตามส่วนต่างๆไม่เท่ากัน และมักจะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ถ้าหากแยกเอาแต่ส่วนที่มีสารระเหยอยู่มากออกก่อน แล้วนำส่วนนี้ไปแยกสารระเหยอีกทีก็จะได้ผลดีขึ้น สถานะของสารอาหารก็มีความสำคัญไม่น้อย ซึ่งสารอาหารอาจอยู่ในรูปของแข็ง ของเหลว หรือไขมัน และน้ำมัน ของแข็งนั้น สามารถนำมาทำให้มีลักษณะเป็นของเหลวขั้นก่อน

วิธีส่วนมากจะใช้ตัวอย่างเป็นของแข็ง หรือของเหลว และมักจะเป็นการทำแบบไม่ต่อเนื่อง จึงควรจะออกแบบเครื่องมือโดยคำนึงถึงขนาด ปริมาณของสารที่จะใช้แต่ละครั้ง สำหรับตัวอย่างที่เป็นของเหลวในระดับห้องปฏิบัติการจะมีเครื่องมือที่เป็นทั้งแบบทดลองต่อเนื่อง และกึ่งต่อเนื่องทำให้สามารถใช้กับสารปริมาณมากๆได้

สิ่งสำคัญอีกประการคือ องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาทดลอง ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณสารระเหยที่ได้กลับคืนมา เช่น เป็นที่ทราบดีว่าโปรตีน และสารโมเลกุลใหญ่อื่น สามารถดูดสารระเหยเอาไว้ได้ นอกจากนั้น องค์ประกอบดังกล่าวยังทำให้เกิดสารแขวนลอยหรือเกิดฟองได้หรือไม่ได้ด้วยในขณะทำการสกัดหรือการกลั่น

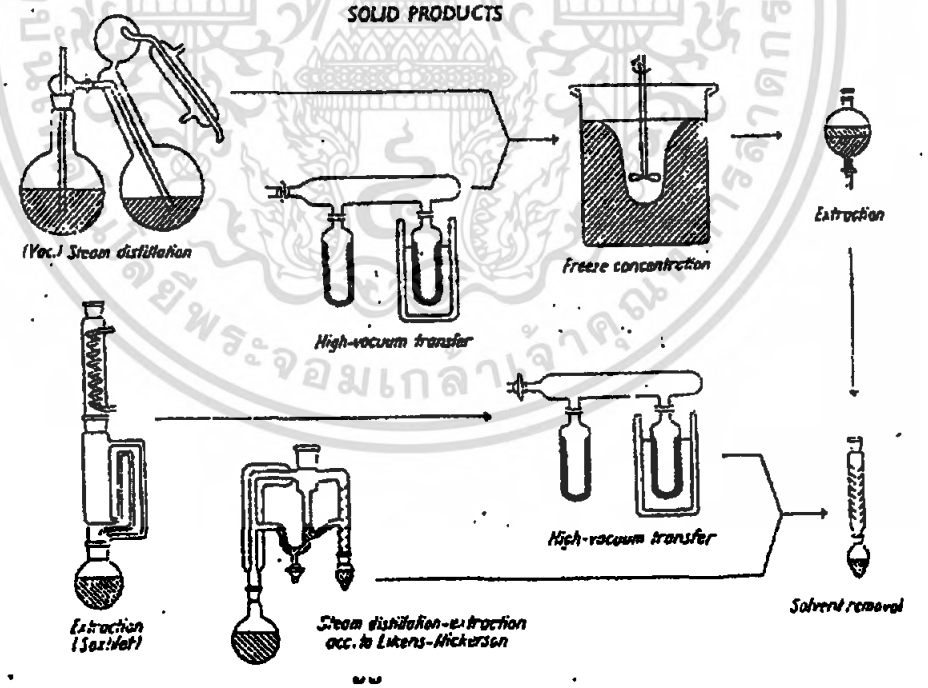
ตามปกติข้อมูลเกี่ยวกับธรรมชาติของสารระเหย และความเข้มข้นของมัน ในผลิตภัณฑ์อาหารมักจะหาไม่ค่อยได้ สิ่งที่สามารถนำมาเป็นตัวตัดสินเลือกวิธีการแยกสารระเหย จึงมีแต่สถานะของผลิตภัณฑ์ องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ จุดประสงค์ในการวิเคราะห์ และการกระจายอยู่ของสารระเหยตามส่วนต่างๆของผลิตภัณฑ์

วิธีการแยกสารระเหยแต่ละวิธีมักจะมีความจำเพาะต่อสารต่างชนิดกันไป จึงเป็นไปไม่ได้ที่จะมีวิธีที่เหมาะสม สำหรับแยกสารระเหยทั้งหมดเพียงวิธีเดียว บางครั้งจึงต้องใช้หลายๆวิธีรวมกัน ภาพที่ 5 เป็นการแยกสารระเหยออกจากสารอาหารที่เป็นของแข็งโดยใช้การกลั่นธรรมดาหรือการกลั่นภายใต้สุญญากาศ การดูดอากาศออกภายใต้ความดันต่ำ (high-vaccuum transfer) การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกัดหรือการกลั่นและสกัดพร้อมกัน สารละลายเจือจางที่ได้ออกมาสามารถนำมาทำให้ข้นหรือลดปริมาณน้ำโดยใช้วิธีทำให้ข้น โดยการทำให้แข็ง (freeze-concentration) แล้วนำสารระเหยที่เข้มข้นสกัดด้วยตัวทำละลาย หลังจากนั้นสามารถทำสารระเหยที่ให้กลิ่นเข้มข้นขึ้นได้ โดยแยกเอาตัวทำละลายที่ใช้สกัดออก สารระเหยให้กลิ่นที่สกัดโดยตรงด้วยตัวทำละลาย จากสารอาหารสามารถนำเอามาทำให้ข้นโดยแยกเอาตัวสกัดออกไป และแยกสารระเหยออกจากสารไม่ระเหยที่ติดออกมาด้วย โดยดูดออกมาด้วยความดันต่ำ และขั้นสุดท้ายก็นำไปแยกเอาตัวทำละลายออกอีกที สำหรับวิธีแยกโดยใช้การกลั่นการสกัดพร้อมกัน สามารถนำมาทำสารระเหยเข้มข้น โดยนำมาแยกเอาตัวทำละลายออกไป

วิธีการแยกและทำสารระเหยให้เข้มข้น โดยละเอียดของแต่ละขั้นตอนจะได้กล่าวถึงต่อไป



ภาพที่ 5 วิธีการแยกและทำสารระเหยให้เข้มข้น จากตัวอย่างที่เป็นของแข็ง
ที่มา : แววตา ชี้ทางดี, 2547.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 การสกัด

การสกัดใช้ในการแยกสารระเหยโดยตรงจากอาหารหรือใช้แยกจากสารละลายที่เจือจางที่ได้จากการกลั่น ในการสกัดจะใช้หลักความสามารถในการละลายในตัวทำละลายของสารระเหย ถ้าต้องการศึกษาสารระเหยทั้งหมด เราก็ไม่จำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายที่จำเพาะแต่ถ้าต้องการจะศึกษาสารระเหยประเภทใดประเภทหนึ่งจะต้องเลือกตัวทำละลายที่สามารถแยกสารดังกล่าวได้ดี และไม่ละลายเอาสารอื่นออกมา สำหรับตัวทำละลายที่ใช้สกัด สามารถตัวอย่างได้ดังนี้

ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำ

Pentane (36 °ซ)

Isopentane (28 °ซ)

Hexane (69 °ซ)

Diethyl ether (35 °ซ)

Dichloromethane (40 °ซ)

Carbon tetrachloride (77 °ซ)

ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดสูง

O – Dichloro benzene , Diethyl phthalate และ Methyl paracresol

ประสิทธิภาพของการสกัดจากสารละลายตัวอย่างจะเพิ่มขึ้น ถ้าเติมเกลือเพื่อให้เกิดสารละลายอิ่มตัว และจะเป็นการดีถ้าจะเพิ่มตัวทำละลายก่อนที่จะเติมเกลือลงไป เกลือที่ใช้ส่วนมากได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมซัลเฟต แต่เกลือแอมโมเนียมซัลเฟตใช้ได้ไม่ดี เพราะจะทำให้เกิดแอมโมเนีย การเติมเกลือจะทำให้การสกัดมีความจำเพาะต่อสารระเหยดีขึ้น

การเลือกเครื่องมือจะยึดหลักสถานะของอาหารว่าเป็นของเหลว หรือของแข็ง ความหนาแน่น และจุดเดือดของตัวทำละลาย และปริมาณสารอาหารที่จะเอามาสกัด อาหารที่มีความชื้นปานกลางสามารถจะทำให้อยู่ในรูปของแข็งได้ โดยใช้สารทำให้แห้งผสมจนกว่าจะได้ผงที่แห้งสามารถกลอกไปมาได้

ปกติในการสกัดมักจะใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำ ซึ่งสามารถกลั่นแยกออกได้หลังการสกัด เพื่อทำให้ได้สารละลายเข้มข้นขึ้น ถ้าหากต้องการศึกษาสารระเหยที่มีจุดเดือดต่ำมากๆ สามารถใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำมากๆ ได้เช่นกัน เช่น Ethyl chloride (12 °ซ) Trichlorofluoro methane (23 °ซ) หรือ Isopentane (23 °ซ) หรือใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว (- 78 °ซ) และยังมีเครื่องที่ได้รับการปรับปรุง เพื่อใช้ในการสกัดด้วย Dichlorodifluoromethane ซึ่งมีจุดเดือดต่ำประมาณ – 29 °ซ อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์หาสารหอมระเหย

2.6.1 แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry)

เป็นวิธีที่สามารถศึกษาชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารได้อย่างค่อนข้างแม่นยำ โดยอาศัยการเปรียบเทียบ Fingerprint ของเลขมวล (Mass number) ของสารตัวอย่างนั้นๆ กับข้อมูลที่มีอยู่ในห้องสมุดสารชนิดต่างๆนอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณ (Quantitative analysis) และเชิงคุณภาพ (Qualitative analysis)GC-MS ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของเครื่อง GC (Gas chromatography) และส่วนของเครื่อง (Mass spectrometer)ดังแสดงในภาพที่ 6

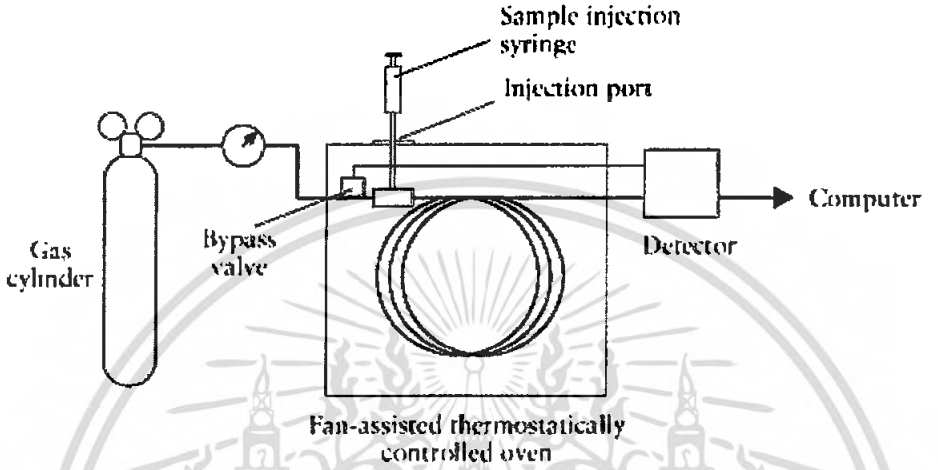
ภาพที่ 6 เครื่อง GC และส่วนของเครื่อง Mass spectrometer
ที่มา : ดวงกมล อมรศักดิ์โสภณ, 2543.

2.6.1.1 Gas Chromatograph (GC)

ทำหน้าที่ในการแยกองค์ประกอบของสารที่สามารถระเหยกลายเป็นไอ (Volatile organic compounds) ได้เมื่อถูกความร้อน กลไกที่ใช้ในการแยกองค์ประกอบต่างๆ ในสารตัวอย่างอาศัยหลักของความชอบที่แตกต่างกันขององค์ประกอบในตัวอย่างที่มีต่อเฟส 2 เฟส คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stationary phase และ Mobile phaseองค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ส่วนประกอบพื้นฐานของ GC
ที่มา : ดวงกมล อมรศักดิ์โสภณ, 2543.

1. Injector คือ ส่วนที่สารตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าสู่เครื่องและระเหยเป็นไอก่อนที่จะเข้าสู่ Column อุณหภูมิที่เหมาะสมของ injector ควรเป็นอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้สารตัวอย่างสามารถระเหยได้แต่ต้องไม่ทำให้สารสลายตัว ตัวอย่างของ injector ที่ใช้ได้แก่ Split, Splitless, On column

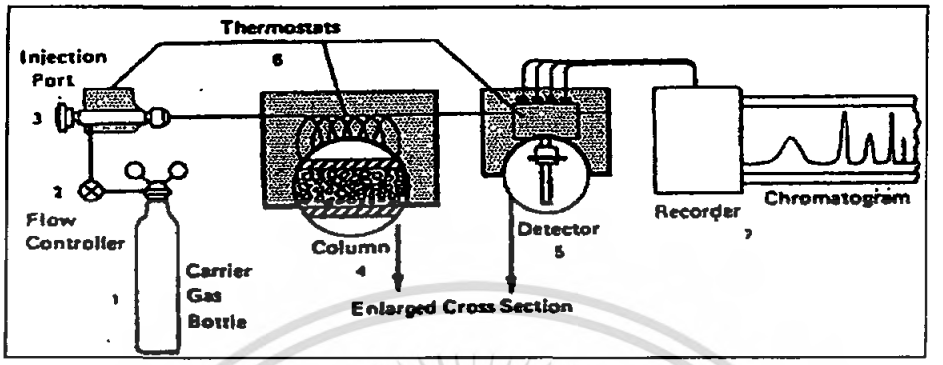
2. Oven คือ ส่วนที่ใช้สำหรับบรรจุ Column และเป็นส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิของ Column ให้เปลี่ยนไปตามความเหมาะสมกับสารที่ต้องการวิเคราะห์

3. Detector คือส่วนที่จะใช้สำหรับตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างและดูว่าสารตัวอย่างชนิดที่เราสนใจมีปริมาณอยู่เท่าใด

2.6.1.2 หลักการของ Gas Chromatography

Gas Chromatography (GC) เป็นเทคนิคสำหรับแยกสารตัวอย่างที่เป็นสารผสม โดยเปลี่ยนสารผสมให้เป็นไอที่อุณหภูมิหนึ่ง แล้วให้ไอของสารเหล่านั้นผ่านเข้าไปยัง column ที่บรรจุด้วยเฟสคงที่ (stationary phase) โดยอาศัยการพาไปของเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) หรือ carrier gas องค์ประกอบของสารผสมที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่และการกระจายตัวผ่านเฟสคงที่ต่างกันจะแยกออกจากกัน โดยองค์ประกอบภายในเครื่อง GC แสดงในภาพที่ 8

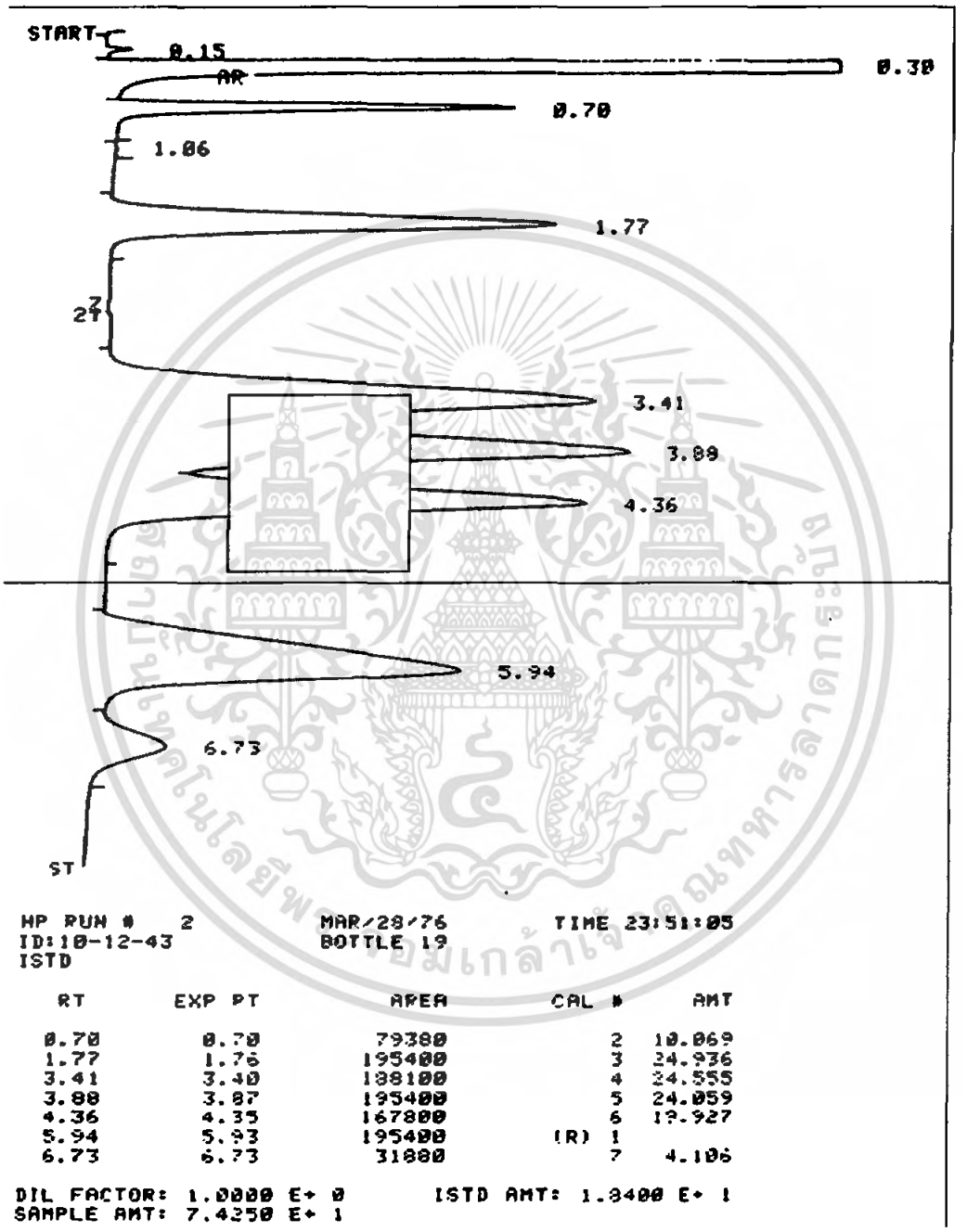
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แสดงองค์ประกอบของเครื่อง Gas Chromatography
ที่มา : วนิดา คูอมรพัฒนะ, 2542.

ในการวิเคราะห์ สารผสมตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าที่ sample injection port (ดังภาพที่ 8) สารผสมจะถูกให้ความร้อนจนกลายเป็นไอแล้วถูกพาเข้าไปใน column ด้วยเฟสเคลื่อนที่ องค์ประกอบของสารผสมจะแยกออกจากกันเมื่อเคลื่อนผ่าน column และถูกตรวจวัดโดย detector สัญญาณการตรวจวัดที่ได้จาก detector จะถูกบันทึกและแสดงออกมาในรูปของ chromatogram ดังภาพที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



HP RUN # 2 MAR/28/76 TIME 23:51:05
ID:10-12-43 BOTTLE 19
ISTD

RT	EXP RT	AREA	CAL #	AMT
0.70	0.70	79380	2	10.069
1.77	1.76	195400	3	24.936
3.41	3.40	188100	4	24.555
3.88	3.87	195400	5	24.059
4.36	4.35	167800	6	19.927
5.94	5.93	195400	(R) 1	
6.73	6.73	31880	7	4.106

DIL FACTOR: 1.0000 E+ 0 ISTD AMT: 1.8400 E+ 1
SAMPLE AMT: 7.4350 E+ 1

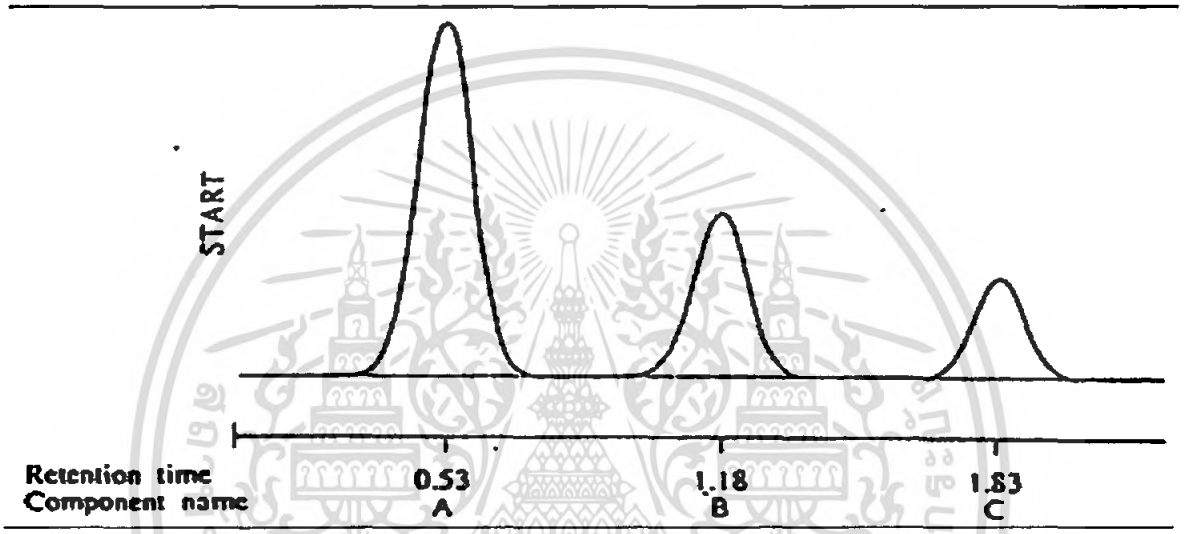
ภาพที่ 9 แสดงลักษณะของโครมาโทแกรมที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography

ที่มา : วนิดา ดูอมรพัฒนะ, 2542.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.3 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

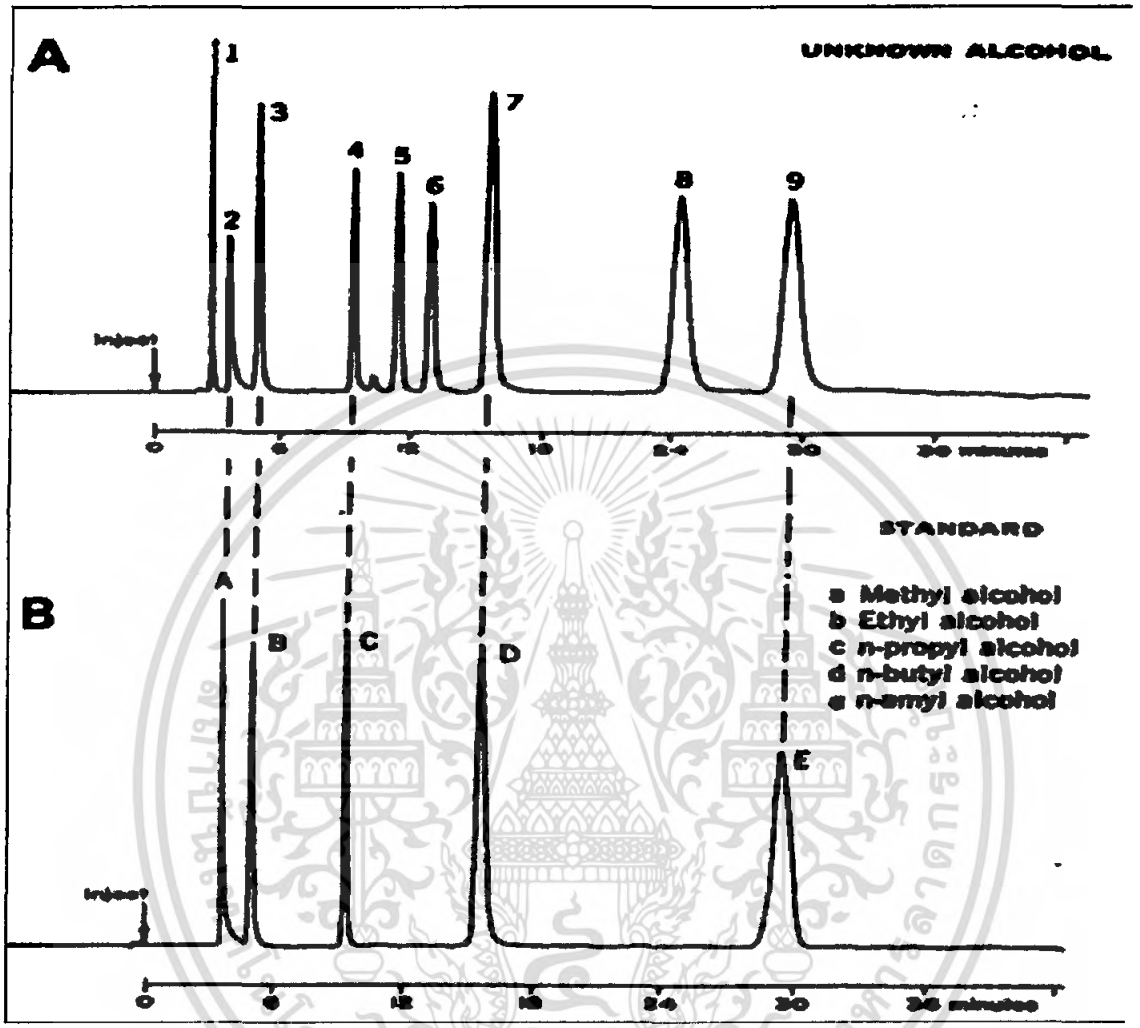
Retention time (RT) คือ เวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ในการเคลื่อนที่ผ่าน column นับจากเวลาเริ่มต้นของการวิเคราะห์ถึงตำแหน่งเวลาที่ detector อ่านค่าสัญญาณสูงสุด (peak) จากการตรวจวัดของสารนั้น ๆ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 Chromatogram ที่แสดง Retention Time ขององค์ประกอบ A, B, และ C
ที่มา : วนิดา ดูอมรพัฒนะ,2542.

โดย Retention time เป็นลักษณะเฉพาะของสารแต่ละชนิดในสภาวะการวิเคราะห์เดียวกัน ทั้งชนิดของ column และอุณหภูมิที่ใช้ ค่า retention time ของสารชนิดเดียวกันที่วิเคราะห์ได้ควรจะต้องคงที่หรือมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังนั้น การตรวจพิสูจน์ชนิดของสารองค์ประกอบใด ๆ ในของผสมตัวอย่างสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบค่า retention time ระหว่างสารองค์ประกอบในของผสมตัวอย่าง (unknown) กับสารองค์ประกอบมาตรฐาน ดังแสดงในภาพที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

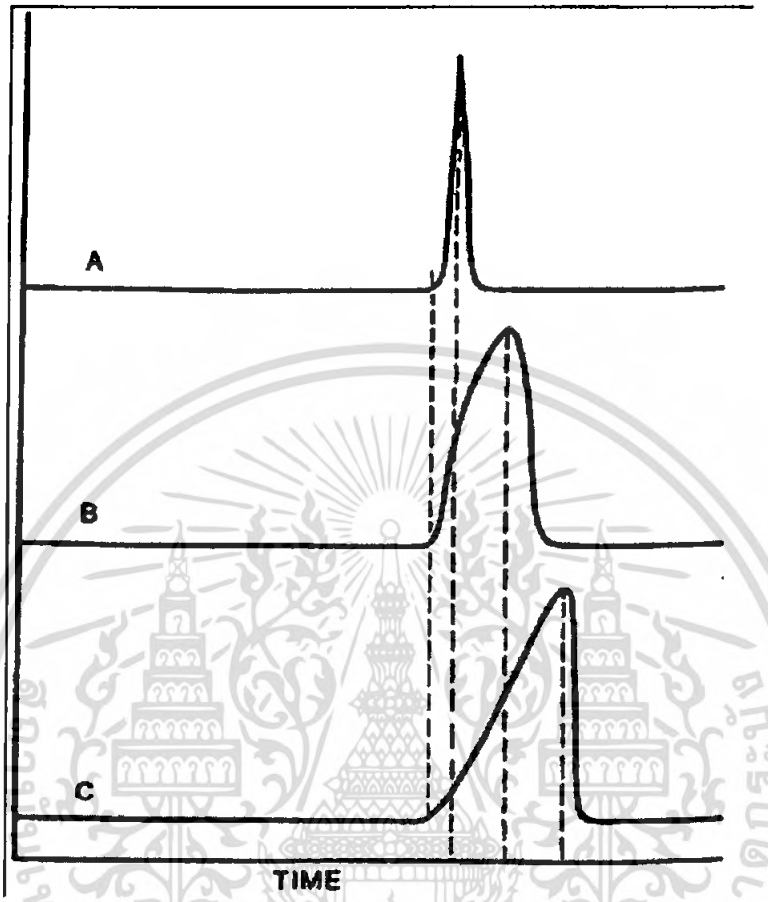


ภาพที่ 11 แสดงการวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยการเปรียบเทียบค่า Retention Time ของสารตัวอย่างกับสารองค์ประกอบมาตรฐาน

ที่มา : วนิดา คูอมรพัฒนะ, 2542.

ขนาดของสารตัวอย่าง มีความสำคัญอย่างมากในการวิเคราะห์ ซึ่งถ้าฉีดสารตัวอย่างเข้าไปมากเกินไปทำให้เกิด column overloaded ซึ่ง peak ที่ตรวจวัดได้จะเปลี่ยนไป ทำให้ค่า retention time เปลี่ยนไป ดังแสดงในภาพที่ 12 ซึ่งต้องลดขนาดของสารตัวอย่างลงให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพที่ 12</u> แสดงผลกระทบของการฉีดปริมาณสารตัวอย่างกับ Retention Time

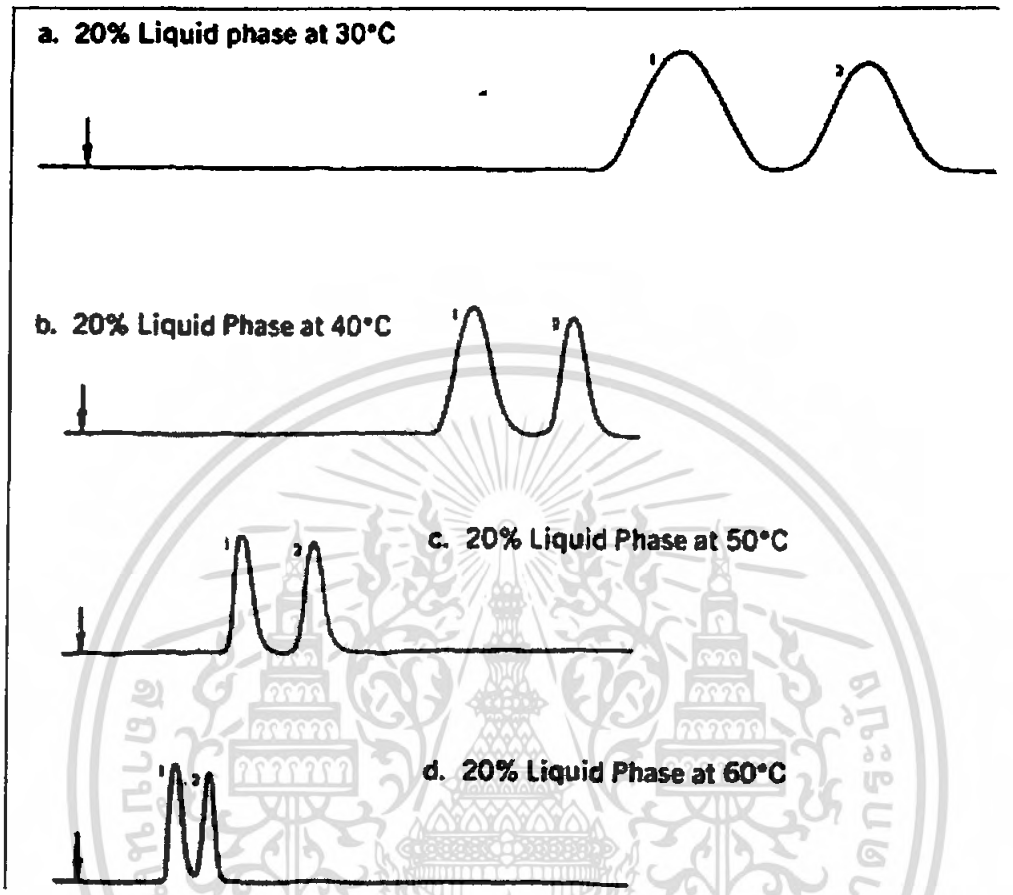
A. เมื่อคอลัมน์ไม่ overloaded

B. เมื่อคอลัมน์มี overloaded เล็กน้อย

C. เมื่อคอลัมน์มี overloaded มาก

ที่มา : วนิดา ดูอมรพัฒนะ, 2542.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 แสดงผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อ Retention Time
ที่มา : วนิดา ดูอมรพัฒนะ,2542.

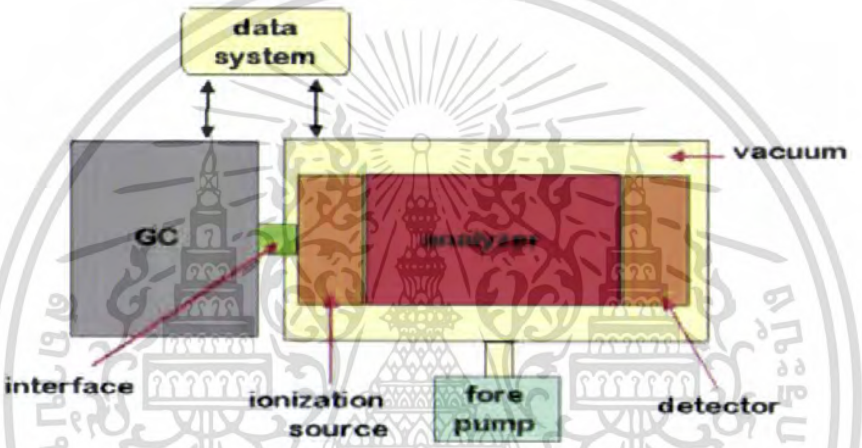
อุณหภูมิของ Column มีส่วนสำคัญต่อการแยกสารตัวอย่าง ดังภาพที่ 13 โดยเมื่ออุณหภูมิของคอลัมน์เพิ่มขึ้นจะทำให้องค์ประกอบของสารมีการเคลื่อนที่เร็วขึ้น ช่วยให้การวิเคราะห์เร็วขึ้น ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิของคอลัมน์ลดลงจะช่วยให้เกิดการแยกขององค์ประกอบต่างๆดีขึ้น ดังนั้นเพื่อให้เกิดการแยกที่ดี และมี retention time ไม่นานเกินไปควรเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเลือกใช้อุณหภูมิเฉลี่ยของจุดเดือดของสารตัวอย่างนั้น ๆ แต่ก็ควรระวังไม่ให้สูงเกินกว่าอุณหภูมิของ packing ที่จะทนได้

2.6.2 Mass Spectrometer (MS)

เป็น Detector ที่ใช้ตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างโดยอาศัยกลไก คือ โมเลกุลขององค์ประกอบที่ถูกแยกออกมาจากสารตัวอย่างโดยเครื่อง GC จะถูกไอออนไนซ์ในสภาวะสุญญากาศ แล้วตรวจวัดออกมาเป็นเลขมวล (Mass number) เทียบกับฐานข้อมูลอ้างอิง แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลผลออก มาเป็นชื่อขององค์ประกอบนั้นๆ ส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่อง Mass Spectrometer (MS) ดังแสดงในภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ส่วนประกอบพื้นฐานของ MS

ที่มา : ดวงกมล อมรศักดิ์โสภณ , 2543

ข้อดีของ GC-MS

1. สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งแบบทั่วไปและแบบเฉพาะเจาะจงให้ความไวสูง
2. สามารถบ่งชี้ชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างได้
3. สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

ข้อเสียของ GC-MS

1. ราคาแพง และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องสูง
2. ต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation)

การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อวัด วิเคราะห์ และ แปลความขณะที่ รับความรู้สึก สัมผัสโดยการเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การชิมรส และการสัมผัส ค่าทางประสาทสัมผัสหรือคุณภาพทางประสาทสัมผัส คือสิ่งที่ผู้บริโภคใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวหนัง และส่วนต่างๆของร่างกาย เป็นเครื่องวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ออกมาในคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่น สี ขนาด รูปร่าง กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส เป็นต้น

- การวัดคุณภาพทางอ้อม (subjective measurement) จะทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้มนุษย์เป็นเครื่องทดสอบ แทนเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ในการวัดค่าต่างๆ

- การวัดคุณภาพโดยตรง (objective measurement) จะใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ในการวัดค่าทางเคมี หรือการวัดค่าทางกายภาพต่างๆ เพื่อใช้วัดค่าของผลิตภัณฑ์

จุดมุ่งหมายของการประเมินค่าทางประสาทสัมผัส

1. ประเมินผลการเลือกชนิดและคุณภาพของวัตถุดิบ
2. ศึกษาถึงผลกระทบจากกระบวนการผลิตต่อผลิตภัณฑ์
3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์
4. ศึกษาปฏิกิริยาของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์
5. รักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์
6. คัดเลือกและฝึกฝนผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส
7. สร้างเค้าโครงของผลิตภัณฑ์
8. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

ปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

1. สถานที่ทำการทดสอบ (area / environment)
2. ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ (sample)
3. ผู้ทดสอบ (tester / panelist)
4. วิธีการทดสอบ (method)

1) สถานที่ทดสอบ (area / environment)

- ต้องทำการควบคุมเพื่อลดอคติของผู้ทดสอบ เพิ่มความไวในการทดสอบ กำจัดตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สถานที่ทดสอบควรอยู่ในบริเวณที่ไม่แออัด สะดวกสบาย เงียบและไม่มีสิ่งรบกวน เช่น เสียง และกลิ่น เป็นต้น

- มีแสงสว่างเพียงพอ ผนังและเพดานควรมีสีขาวหรือเทาอ่อน

- มีการหมุนเวียนอากาศดี ควรมีเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิประมาณ 22-25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 45-55 องศาเซลเซียส

- ควรแยกบริเวณที่ทดสอบออกจากบริเวณที่เตรียมตัวอย่าง

- มีบริเวณทดสอบลักษณะเป็นช่องๆ หรือบูท (booth) เพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกันระหว่างผู้ทดสอบ

- ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทดสอบ ควรเป็นเวลา 10.00 น. และ 15.00 น.

- ช่วงเวลาที่ไม่ควรทดสอบ คือ ช่วงก่อนการรับประทานอาหาร 1 ช.ม. และหลังการรับประทานอาหาร 2 ช.ม

2) ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ (sample)

ต้องมีการควบคุมเพื่อประกันว่า ผลที่ได้เกิดจากสิ่งทดลองเท่านั้น และเพื่อลดอคติในการทดสอบชิม ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบต้องคำนึงถึง 3 ส่วน คือ

1. การสุ่มตัวอย่าง (sampling)
2. การเตรียมตัวอย่าง (preparation of sample)
3. ลำดับการนำเสนอตัวอย่าง (order of presentation)

1. การสุ่มตัวอย่าง (sampling)

ควรทราบข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง เช่น แหล่งผลิตที่ไหน เมื่อไร การสุ่มตัวอย่างจะใช้เพื่อบอกว่าใช้ตัวอย่างเท่าไร ถ้าสุ่มตัวอย่างไม่สม่ำเสมอจะต้องทำการผสมใหม่และบรรจุใหม่

2. การเตรียมตัวอย่าง (preparation of sample)

2.1 อุปกรณ์ นอกจากอุปกรณ์หลักในครัว (เตา มีด ฯลฯ) จะต้องมี

- เครื่องชั่ง ชั่งตัวอย่าง ส่วนผสม
- เครื่องแก้ว ตวง เก็บรักษาตัวอย่าง
- นาฬิกาจับเวลา ควบคุมเวลาในการเตรียมตัวอย่าง
- อุปกรณ์ต่างๆ stainless steel สำหรับผสม และใส่ตัวอย่าง

2.2 ภาชนะ

จะต้องเลือกด้วยความระมัดระวัง เพื่อลดอคติ (bias) และตัวแปรอื่น ๆ ภาชนะควรสะอาด มีสีขาว ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม ภาชนะพลาสติก ไม่เหมาะนำมาบรรจุ เพราะทำให้กลิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป ภาชนะที่ทำด้วยไม้ ไม่ควรนำมาใช้ เช่น เขียง โถ ภาชนะสำหรับผสม เพราะไม้มีรูพรุน ดูดซับน้ำ และน้ำมันได้ ควรใช้แก้ว ถ้วยเคลือบ stainless steel

2.3 วิธีการเตรียมตัวอย่าง สิ่งที่ต้องคำนึง คือ

1) การควบคุมวิธีการทดสอบ เช่น ตัวอย่างต้องเก็บในตู้เย็น

2) จะต้องไม่มีกลิ่นรสอื่นมาปนเปื้อนในตัวอย่าง

3) ความเที่ยงตรงของเครื่องชั่ง กระบอกตวง ช้อนตวง

4) ควบคุมเวลาและอุณหภูมิ โดยต้องทราบเวลาที่น้อยที่สุดและมากที่สุดที่ตัวอย่างจะเก็บไว้ได้ก่อนเสริ์ฟ

5) อุณหภูมิในการเสริ์ฟตัวอย่าง (serving temperature) โดยอุณหภูมิของตัวอย่างต้องควบคุมให้อยู่ในลักษณะการบริโภคปกติ เช่น

- hot food 140-150 องศาฟาเรนไฮต์
- ice cream 30-35 องศาฟาเรนไฮต์
- soft drink 40-35 องศาฟาเรนไฮต์

6) ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบจะต้องพอเหมาะ

- ในการทดสอบหาความแตกต่าง ของเหลว ใช้ปริมาณอย่างน้อย ½ oz. (15 ml) ของแข็ง ใช้ปริมาณอย่างน้อย 1 oz. (27 g)

- ในการทดสอบความชอบหรือการยอมรับ ควรเพิ่มปริมาณตัวอย่างเป็น 2 เท่า

3. ลำดับการนำเสนอตัวอย่าง (order of presentation)

ลำดับการนำเสนอตัวอย่างจะต้องใช้การสุ่ม (random) หรือทำให้ลำดับการนำเสนอในแต่ละตัวอย่างเท่ากัน สุ่มรหัสเลข 3 ตัวให้กับแต่ละตัวอย่าง ยกตัวอย่าง เช่น การเรียงลำดับตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง ลำดับตัวอย่างที่เกิดขึ้น คือ ABC - ACB - BCA - BAC - CBA - CAB ดังนั้น ผู้ทดสอบควรมีจำนวนเป็นเท่าของ 6 เพื่อที่จะได้เสริ์ฟตัวอย่างของ 6 กลุ่ม ได้ในจำนวนครั้งที่เท่ากัน การเสริ์ฟตัวอย่าง สุ่มลำดับการนำเสนอโดยการจับฉลากหรือตารางเลขสุ่ม (Random permutation) การเลือกรหัสตัวอย่างใช้ตารางเลขสุ่ม (random numbers)

ผู้ทดสอบสามารถแบ่งตามความเชี่ยวชาญได้ 4 กลุ่ม คือ

3.1 ผู้บริโภค (consumer panel)

- เป็นผู้ทดสอบที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝน (consumer untrained panel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เป็นกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับหรือความชอบ

- จำนวนที่ใช้จะมากกว่า 100 คน

3.2 ผู้บริโภคประเภทเดียวกัน (consumer-type panel)

- เป็นกลุ่มผู้บริโภคที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่นกลุ่มนักศึกษาในมหาวิทยาลัย กลุ่มคนงาน หรือกลุ่ม ผู้บริโภคเป้าหมาย

- เป็นกลุ่มที่ใช้ในการทดสอบความชอบ

- จำนวนที่ใช้ จะอยู่ในช่วง 40-100 คน

3.3 ผู้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ (laboratory panel)

- เป็นกลุ่มผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝนให้มีความรู้ทางด้านประสาทสัมผัส และมีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์บ้างพอสมควร (trained panel)

- จำนวนที่ใช้ไม่จำเป็นต้องมาก อาจอยู่ในช่วงตั้งแต่ 5-20 คน ควรใช้ประมาณ 10 คน (อย่างน้อย 6 คน)

3.4 ผู้เชี่ยวชาญ (the expert panel)

- เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ มีความชำนาญเป็นพิเศษเฉพาะผลิตภัณฑ์

- มักใช้ทดสอบผลิตภัณฑ์ประเภทไวน์ ชา กาแฟ

ผู้ที่ฝึกมาเพื่อชิมและผู้บริโภคสามารถช่วยชี้ถึงอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้ วิธีการหนึ่งที่จะบอกว่าผลิตภัณฑ์ใกล้หมดอายุแล้วดูได้จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ผู้ที่ได้รับการฝึกมาเพื่อชิมสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์ และประเมินผลของอัตราการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัสได้ นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดรูปแบบของผลิตภัณฑ์และช่วยชี้ความผิดปกติของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผู้บริโภค ดังนั้นสรุปได้ว่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความสัมพันธ์กับผลของการวิเคราะห์และสามารถนำไปใช้ทำนายอายุการเก็บได้ (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545)

2.8 วอเตอร์แอกทิวิตี (a_w)

Water activity (a_w) หมายถึง อัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหาร ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่จุดอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน น้ำในอาหารทำให้เกิดความดันไอ ซึ่งความดันไอที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1. ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร
2. อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น เกลือและน้ำตาล

2.8.1 แอกติวิตีของน้ำ (Water Activity)

แอกติวิตีของน้ำ หมายถึง อัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหาร (P) ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ (P_o) ที่อุณหภูมิเดียวกัน ซึ่งก็คือ ความดันไอสัมพัทธ์นั่นเอง เนื่องจากน้ำที่อยู่ในอาหารอยู่ในรูปสารละลายซึ่งหากสารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้น ความดันไอของน้ำในอาหารก็จะลดลง ค่าแอกติวิตีของน้ำในอาหารจึงลดลง นอกจากค่าแอกติวิตีของน้ำในอาหารจะสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายอาหารแล้ว ยังสัมพันธ์กับความชื้นสัมพันธ์ของอากาศ เพราะเมื่อทิ้งอาหารไว้ในอากาศ อาหารอาจจะสูญเสียความชื้นหรือไม่ก็ดูดความชื้นขึ้นกับความสัมพันธ์ระหว่างค่าแอกติวิตีของน้ำในอาหารและความสมดุลกับความชื้นสัมพันธ์ของอากาศ

2.8.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับอัตราเร็วของปฏิกิริยาเคมี

a_w มีผลกระทบต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาเคมีหลายชนิดที่เกิดขึ้นในอาหาร และอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งจะสัมพันธ์กับชนิดของน้ำในอาหารปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในอาหารซึ่งเป็นเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ จะเป็นปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์จะไม่เกิดขึ้นในอาหารที่มีน้ำชนิดโมโนเลเยอร์ วอตเตอร์ (Monolayer water) ซึ่งมีค่า a_w ระหว่าง 0 -0.2 รวมทั้งจุลินทรีย์ต่าง ๆ ก็ไม่สามารถเจริญได้ จึงทำให้อาหารมีความคงตัวสูง และเก็บรักษาได้นาน

2.8.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับอัตราการเน่าเสียของอาหาร

a_w เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณภาพและการเน่าเสียของอาหาร เพราะความชื้นในอาหารและค่า a_w จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมีหรือปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์อย่างช้าๆและมีการเจริญของจุลินทรีย์เกิดขึ้นซึ่งเป็นต้นเหตุที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ดังนั้นการลดปริมาณน้ำในอาหารให้น้อยลงเพื่อให้ค่า a_w ลดต่ำลง จึงเป็นการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี วิธีการลดปริมาณน้ำอาจใช้วิธีการทำแห้งแบบต่าง ๆ หรือการเติมตัวถูกละลายลงไป เช่น การเติมน้ำตาลในแยม หรือผลไม้แช่อิ่ม หรือการเติมเกลือลงไปในผักดอง เป็นต้นจุลินทรีย์ทุกชนิดจะหยุดการเจริญเมื่ออาหาร มีค่า a_w 0.6 หรือต่ำกว่า จุลินทรีย์ประเภทราจะหยุดการเจริญเมื่อ มีค่า a_w 0.7 หรือต่ำกว่า ยีสต์จะเริ่มเจริญได้เมื่ออาหารมี a_w อยู่ในช่วง 0.7–0.8 แบคทีเรียจะเริ่มเจริญเมื่อ a_w มีค่ามากกว่า 0.8 (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาปริมาณสารให้ความหอม 2-Acetyl-1- pyrroline ในข้าวเม่าและการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า

ก.วัตถุดิบ

1. ข้าวเม่าพันธุ์ภูพาน
2. ข้าวเม่าพันธุ์นางขาว
3. ใบเตย

ข.สารเคมี

1. Dichloromethane
2. 2,4,6 trimethylpyridine
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
4. Sodium sulfate, Anhydrous
5. Hydrochloric acid fuming 37 %

ค.อุปกรณ์

1. ตู้อบ
2. เครื่องชั่งละเอียด
3. เครื่อง Water bath
4. เครื่องบดข้าว
5. เครื่องเขย่า
6. เครื่อง Sonicate
7. เครื่อง Vortex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เครื่อง Centrifuge

9. เครื่อง Rotary evaporator

10. เครื่อง Centrifuge Rotary evaporator

11. เครื่องวัดค่า a_w

12. เครื่องวัดค่า MC

13. ไมโครปิเปต

14. ผ้าขาว

15. กระดาษลิตมัส

16. ขวดเก็บสารขนาดเล็ก (V – shaped vial)

17. Parafilm

18. Aluminum Foil

19. เครื่องแก้วที่ใช้วิเคราะห์ทางเคมี

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการ

1. การสกัดสารหอมระเหยจากข้าวเม่าก่อนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม

วิธีการสกัดสารหอมระเหยจากข้าวเม่า มี 2 วิธีการที่นำมาใช้ในการสกัด เพื่อให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพของสารหอมระเหย วิธีการสกัดดังต่อไปนี้

วิธีการที่ 1 การสกัดสารหอมระเหยด้วยสารละลายกรด (ดัดแปลงวิธีการจาก Wongpornchai, et al, 2004)

ในการสกัดสารหอมระเหยได้ใช้พันธุ์ข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นางขาวและภูพาน โดยมีวิธีการสกัด ดังนี้

1. ข้าวเม่าที่บดแล้วตัวอย่างละ 5 กรัมใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml (ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ)

2. เติมสารละลาย กรดไฮโดรคลอริก ซึ่งมี HCl เข้มข้น 0.1 M ปริมาตร 50 ml ซึ่งในสารละลายกรดนี้ ประกอบด้วย 2, 4, 6 trimethylpyridine ที่ความเข้มข้น 0.25 mg/l สำหรับเป็นสารละลายมาตรฐาน (Internal standard) เขย่าตัวอย่างนาน 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง

3.กรองแยกสารละลายส่วนใส แล้วนำส่วนใสที่ได้ 30 ml ใส่ pear shaped separatory funnel ขนาด 125 ml เติม NaOH ความเข้มข้น 5.0 M ปริมาตร 1.2 ml เพื่อปรับสารละลายให้เป็นด่าง ที่พีเอช 12 – 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เติม Dichloromethane ปริมาตร 30 ml สำหรับเป็น Organic solvent ทำการสกัดแยกโดยการเขย่าเพื่อให้ Dichloromethane สกัดเอา สารหอมระเหยออกจากสารละลายตัวอย่างที่ผ่านการใช้กรดสกัดทำการสกัดซ้ำด้วย Dichloromethane 2 ครั้ง

5.เก็บ Dichloromethane ที่สกัดสารหอมระเหย 50 ml แล้วเติม Sodium sulfate, Anhydrous เพื่อดูดความชื้น

6. นำมาระเหยแห้งให้เหลือปริมาตร 1 ml โดยการระเหยไล่ Dichloromethane ด้วยเครื่อง rotary evaporator แบบลดความดัน ที่อุณหภูมิ 28 °C

7.นำสารสกัดที่เหลือจากการระเหยไล่ Dichloromethane แล้วถ่ายใส่ V- shaped vial ก่อนนำไปวิเคราะห์สารหอมระเหยด้วย การฉีดเข้าเครื่อง (GC) เพื่อหาปริมาณของสารหอมระเหยประเภท 2- acetyl – 1 – pyrroline เทียบกับ Internal standard

8. ขั้นตอนการสกัดสารหอมด้วยสารละลายกรด ดังภาพที่ 15

ข้าวเม่าที่บดแล้วตัวอย่างละ 5 กรัม

↓

เติมสารละลาย กรด HCl ปริมาตร 50 ml ซึ่งมีสาร
2,4,6 trimethylpyridine ที่ความเข้มข้น 0.25 mg/l เขย่านาน 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง

↓

กรองแล้ว นำส่วนใส 30 ml ใส่ pear shaped separatory funnel

เติม NaOH 1.2 ml , pH 12 – 14

↓

เติม Dichloromethane ปริมาตร 50 ml ทำการสกัดซ้ำด้วย Dichloromethane 2 ครั้ง

↓

เก็บ Dichloromethane ที่สกัด 90 ml เติม Anhydrous sodium sulfate

↓

นำมาระเหยแห้ง ที่อุณหภูมิ 28 °C ให้เหลือปริมาตร 1 ml

↓

นำสารสกัดที่ได้ แล้วถ่ายใส่
V- shaped vial นำวิเคราะห์สารหอมระเหยด้วยการฉีดเข้าเครื่อง (GC)

<u>ภาพที่ 15</u> การสกัดสารหอมด้วยสารละลายกรด

ที่มา : Wongpornchai, et al, (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการที่ 2 การสกัดสารหอมระเหยด้วยตัวทำละลายอินทรีย์มี 2 วิธีการดังนี้

วิธีการที่ 2.1 การสกัดสารหอมระเหยด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยการใช้เครื่อง Shaking bath ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง (ดัดแปลงวิธีการจาก Laohakunjit and Kerdchoechuen, 2007) โดยมีวิธีการสกัดดังนี้

1. ชั่งข้าวเม่าที่ผ่านการบดแล้ว ตัวอย่างละ 0.3 กรัมลงในหลอดขนาด 12 × 32 mm. ปิดฝาสนิทด้วย TFE septa

2. เติม Dichloromethane 2.0 มิลลิลิตรซึ่งประกอบด้วย TMP 0.459 ng / ml (as internal standard)

3. นำมาเขย่า ให้ความร้อนโดยใช้เครื่อง Shaking bath ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง

4. จากนั้นนำเข้าเครื่อง Centrifuge เป็นเวลา 5 นาที กรองเอาส่วนใสที่สกัดได้เก็บในขวด Vial ขนาด 2 ml

5. รอการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Capillary GC / MS

6.ขั้นตอนการสกัดสารหอมระเหยด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยการใช้เครื่อง Shaking bath ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง ดังภาพที่ 16

ข้าวเม่าที่บดแล้วตัวอย่างละ 0.3 กรัม

↓

เติม Dichloromethane 2.0 มิลลิลิตร

↓

เขย่า ให้ความร้อน โดยใช้เครื่อง Shaking bath ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.5 ชม

↓

จากนั้นนำเข้าเครื่อง Centrifuge เป็นเวลา 5 นาที

↓

นำสารสกัดที่ได้ แล้วถ่ายใส่V- shaped vial

นำวิเคราะห์สารหอมระเหยด้วยการฉีดเข้าเครื่อง (GC-MS)

ภาพที่ 16 การสกัดสารหอมด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยการใช้เครื่อง Shaking bath ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง

ที่มา : Laohakunjit and Kerdchoechuen, (2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการที่ 2.2 การสกัดสารหอมระเหยด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยการใช้เครื่อง Sonicate ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที (ดัดแปลงวิธีการจาก Laohakunjit and Kerdchoechuen, 2007) โดยมีวิธีการสกัดดังนี้

1. ชั่ง ข้าวเม่าที่ผ่านการบดแล้วตัวอย่าง 3.0 กรัม
2. เติมสารตัวทำละลาย Dichloromethane 20 มิลลิลิตร
3. นำมาเขย่าผสมโดยใช้เครื่อง Vortex ตัวอย่างละ 2 นาที
4. นำมาเข้าเครื่อง Sonicate ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที
5. จากนั้นแยกกรองส่วนที่ใสทำการระเหยให้เหลือตัวอย่างละ 0.5 มิลลิลิตร ทำการเก็บในขวด Vial ขนาด 2 มิลลิลิตร รอทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/MS
6. ขั้นตอนการสกัดสารหอมระเหยด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยการใช้เครื่อง Sonicate ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ดังภาพที่ 17

ข้าวเม่าที่บดแล้วตัวอย่างละ 3.0 กรัม

↓

เติมสาร Dichloromethane 20 มิลลิลิตร

↓

นำมาเขย่าโดยใช้เครื่อง Vortex ตัวอย่างละ 2 นาที

↓

นำมาเข้าเครื่อง Sonicate ที่อุณหภูมิ 50°C เวลา 15 นาที

↓

นำสารสกัดที่ได้มาระเหยจนเหลือตัวอย่างละ 0.5 มิลลิลิตรถ่ายใส่ V- shaped vial นำวิเคราะห์สารหอมระเหยด้วยการฉีดเข้าเครื่อง (GC)

<u>ภาพที่ 17</u> การสกัดสารหอมด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยการใช้เครื่อง Sonicate ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การสกัดสารหอมระเหยจากข้าวเม่าหลังการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม

กรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า โดยการนำใบเตยสดมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม ของข้าวเม่า มีวิธีการดังนี้

1. นำใบเตยสด 1,600 กรัม ปั่นให้ละเอียด

2. ผสมกับน้ำกรอง 1,200 กรัม จากนั้นผสมให้เข้ากัน คั้นเอาเฉพาะส่วนของน้ำ

3. นำมาผสมกับข้าวเม่า พันธุ์ภูพาน และ พันธุ์นางขาว โดยใช้ตัวอย่างข้าว ชนิดละ 500 กรัม ต่อน้ำใบเตย 75 มิลลิกรัม

4. นำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นนำมาทำการนึ่ง 5 นาที และนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง 10 นาที

5. นำอีกตัวอย่างมาทำการคั่วโดยใช้เวลา 10 นาที จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง 30 นาที

6. นำตัวอย่างที่ได้มาทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสและทำการวิเคราะห์หาค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) จะต้องได้ค่าไม่เกิน 0.6

7. ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่าดังภาพที่ 18

ใบเตยสด 1,600 กรัม น้ำกรอง 1,200 มิลลิลิตร

↓

ปั่นให้เข้ากันแล้วคั้นจนได้น้ำเตยสด

↓

กรองส่วนใสของน้ำเตยที่ได้ ใช้น้ำเตยสด 75 มิลลิลิตร

↓

นำมาพรมกับข้าวเม่าตัวอย่างละ 500 กรัม (ทำตัวอย่างละ3 ซ้ำ)

↓

จากนั้นนำมานึ่งนาน 5 นาที หรือคั่วนาน 10 นาที

↓

อบจนข้าวเม่ามีค่า $a_w < 0.6$ (ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนฉบับที่ ๗๓๕/๒๕๔๘)

↓

ทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสและและหาปริมาณของ 2 AP

ภาพที่ 18 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาปริมาณสารหอมระเหยของข้าวเม่า 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว ดังวิธีการในภาพที่ 15, 16, 17 ได้ผลการทดลองดังนี้

ข้าวพันธุ์ภูพาน **ข้าวพันธุ์นางขาว**

ภาพที่ 19 ข้าวเม่า 2 สายพันธุ์ คือพันธุ์ภูพานและพันธุ์นางขาว ก่อนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม

จากภาพที่ 19 แสดงลักษณะของข้าวเม่า 2 สายพันธุ์ คือพันธุ์ภูพานและพันธุ์นางขาว มีลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ โดยข้าวเม่าพันธุ์ภูพาน จะมีลักษณะแบน และเมล็ดสีเขียวเข้มกว่าพันธุ์นางขาว

1. การวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว ก่อนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม

ผลการทดลองจากการวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว ก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม พบว่าการสกัดสารหอมระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวิธีการที่ 1 ตรวจพบปริมาณสารหอมระเหย คือ 2 – acetyl – 1 pyrroline (2 AP) สูงกว่าวิธีการที่ 2.1 และ 2.2 ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีการดังปรากฏในภาพที่ 15 ในการสกัดปริมาณสารหอมระเหย 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) ตลอดการทำปัญหาพิเศษนี้

จาก การวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว ก่อนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม ด้วยวิธีการสกัดด้วยสารละลายกรด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยในข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์ ซึ่งข้าวเม่าพันธุ์ภูพานมีสารหอม 2-Acetyl-1-pyrroline (2 AP) มากกว่าข้าวเม่าพันธุ์นางขาว ประมาณ 2 เท่า คือ 0.02 ppm และ 0.01 ppm ตามลำดับ สารหอมระเหยที่พบมีปริมาณที่น้อยมากจึงได้มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม ดังแสดงในภาพที่ 18 และใช้วิธีการสกัดสารดังภาพที่ 15 ซึ่งผลการทดลองดังปรากฏในข้อที่ 2

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว หลังปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า

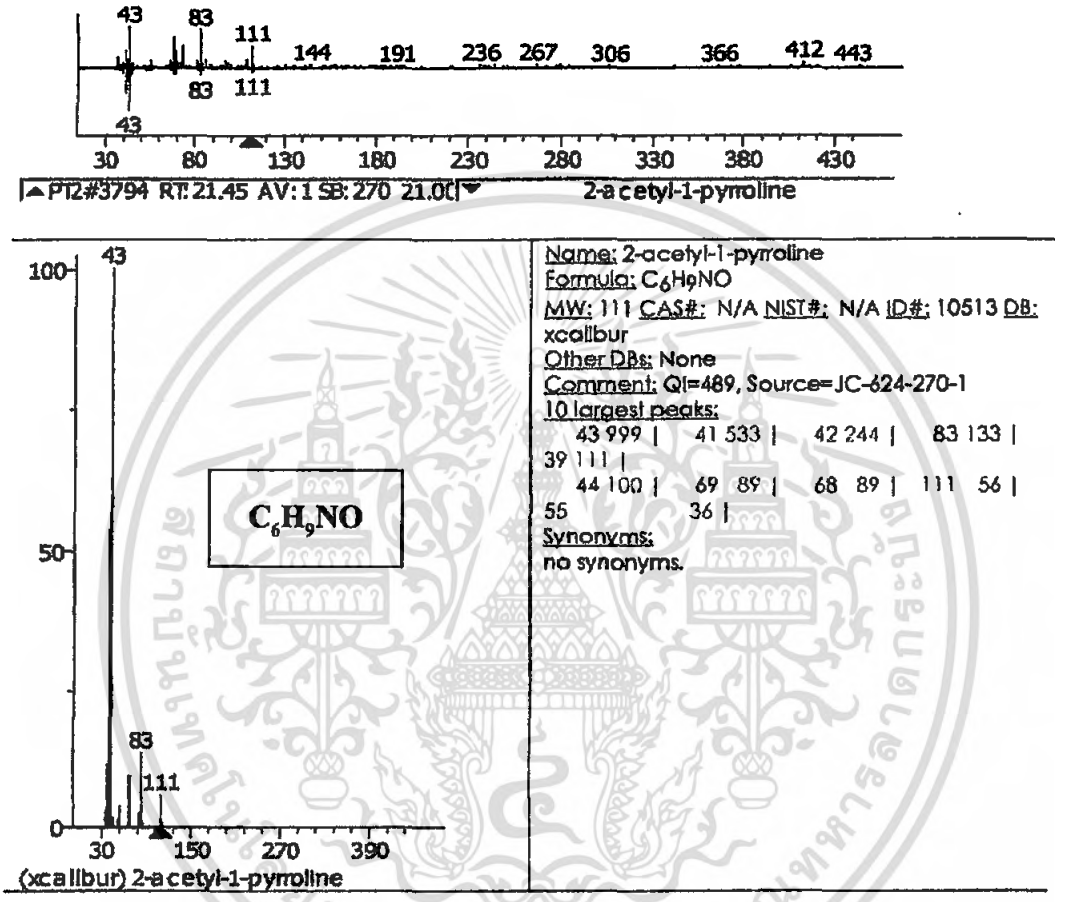
โดยการนำน้ำคั้นจากใบเตยสดมาคลุกเคล้ากับข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์ และนำไปทำการนึ่งหรือคั่ว เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า ดังแสดงในวิธีการในภาพที่ 18 โดยใช้วิธีการสกัดที่ปรากฏในภาพที่ 15

ผลการทดลองหลังจากที่ได้มีการทดลองการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่าสูตรผสมน้ำคั้นจากใบเตย ได้ผลดังนี้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว หลังจากการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม และทำการฉีดสารหอมระเหยที่ได้จากการสกัด ด้วยเครื่อง GC พบ 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2AP) และ สาร 2, 4, 6 - trimetylpyridine ซึ่งเป็นสารละลายมาตรฐาน (Internal standard) ซึ่งผลการทดลอง ดังปรากฏในภาพที่ 20 และภาพที่ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

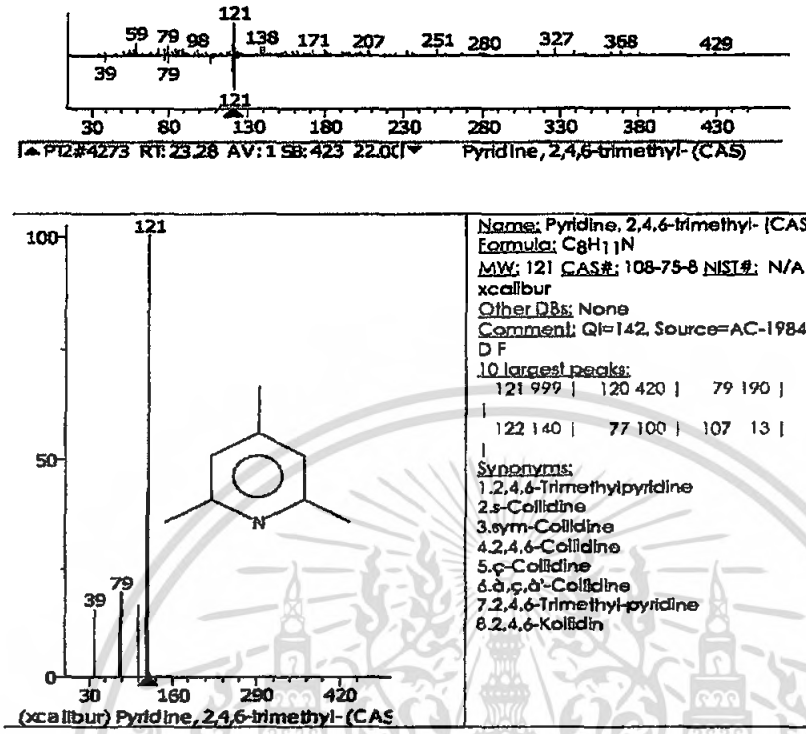
จากการทดลอง สารหอมระเหย 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) จัดเป็นสารประกอบไนโตรเจนในกลุ่ม heterocyclic compound มีสูตรโครงสร้าง C_6H_9NO น้ำหนักโมเลกุล 111 ดังปรากฏในภาพที่ 20



ภาพที่ 20 สูตรโครงสร้างทางเคมี และ Mass spectrum ของสาร 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP)

จากภาพที่ 20 แสดงให้เห็นถึง ลักษณะของโครงสร้างทางเคมี ของ สาร 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) ที่พบในข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์และใบเตย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

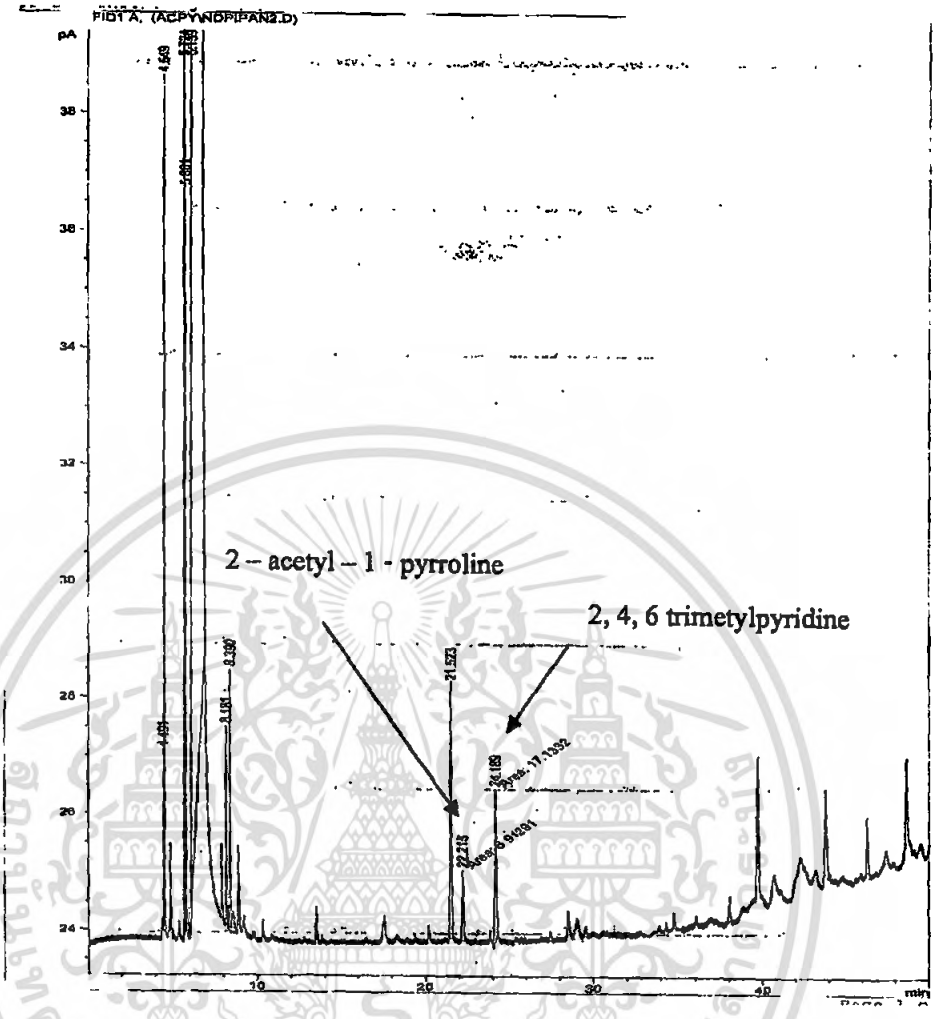


ภาพที่ 21 สูตรโครงสร้างทางเคมี และ Mass spectrum ของ 2, 4, 6 - trimetylpyridine ที่ใช้เป็น internal standard

จากภาพที่ 21 แสดงให้เห็นถึง ลักษณะของโครงสร้างทางเคมี ของ 2, 4, 6-trimetylpyridine ที่ใช้เป็น Internal standard ในการหาปริมาณสารหอมระเหย 2 APในข้าวเม่า ทั้ง 2 สายพันธุ์

จากการวิเคราะห์หาสารหอมระเหยจากข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่มีการปรับปรุงด้วยน้ำคั้นจากใบเตยแล้วนำมาคั่วโดยใช้วิธีการสกัดสารหอมด้วยสารละลายกรด ดังแผนภาพที่ 15 และทำการวิเคราะห์หาสารหอมระเหยที่เป็นองค์ประกอบชนิดต่างๆในข้าวเม่าที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Capillary GC ได้สารสกัดที่มีกลิ่นหอมของข้าวเม่า คือ 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) เปรียบเทียบกับสาร 2, 4, 6 trimetylpyridine ซึ่งผลการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

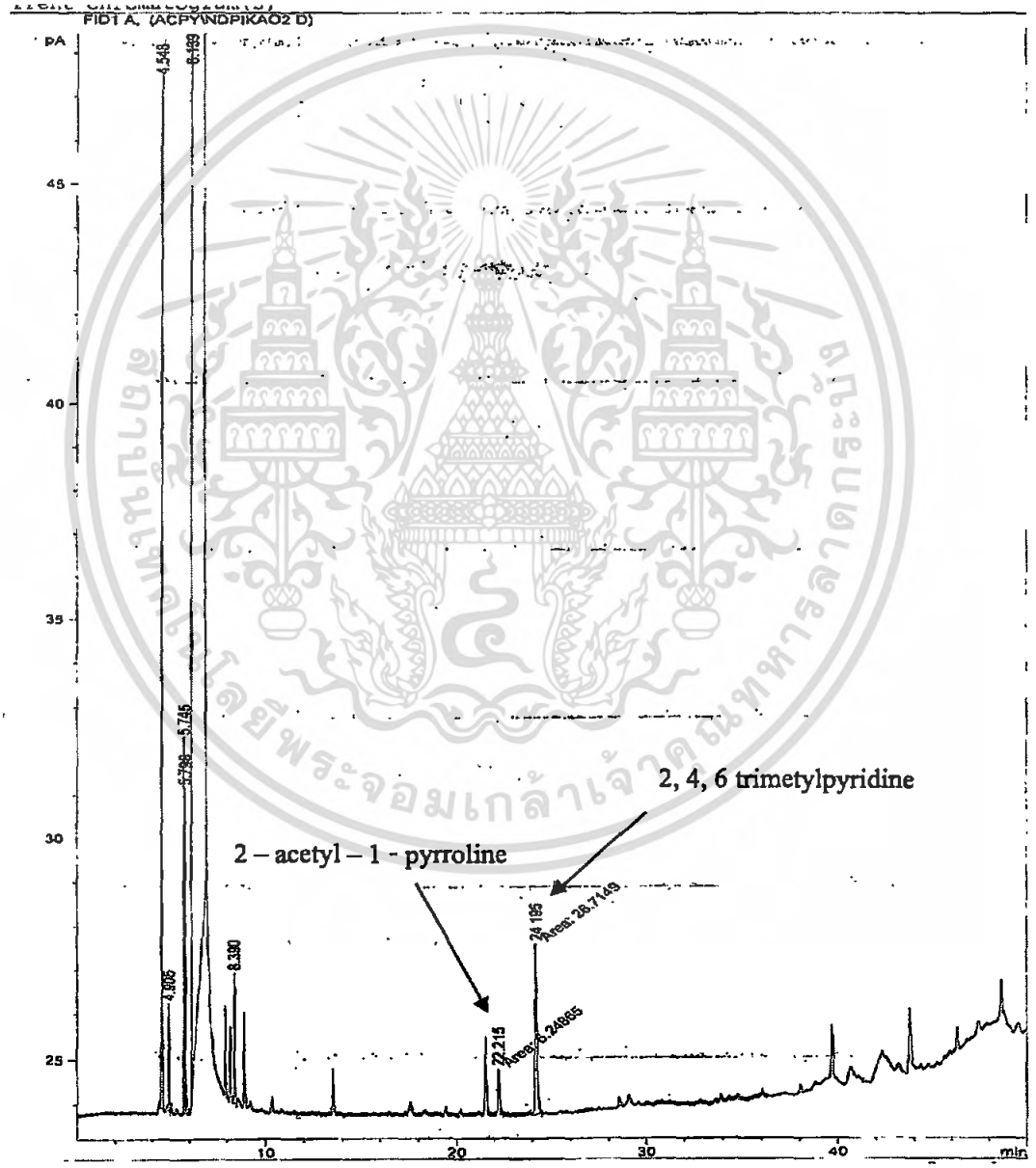


ภาพที่ 22 แสดงลักษณะโครมาโตรแกรมของสารระเหยทั้งหมดจากข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่มีการปรับปรุงด้วยน้ำใบเตยแล้วนำไปคั่ว ที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography

จากภาพที่ 22 บ่งชี้ถึงปริมาณสารหอมระเหย 2 - acetyl - 1- pyrroline (2 AP) ซึ่งปรากฏในโครมาโตแกรม ที่คำนวณได้จากการเปรียบเทียบพื้นที่ใต้พีคของสาร2, 4, 6 - trimetylpyridine (internal standard) เป็นสารละลายมาตรฐานที่ทราบปริมาณแน่นอนกับสาร 2 AP ซึ่งปรากฏในโครมาโตรแกรมที่เวลา 22.196 โดยที่สารหอมระเหย คือ 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) ในขณะที่สาร internal standard จะปรากฏที่เวลา 24.147 ดังปรากฏบนจอเครื่อง GC ซึ่งในการคำนวณหาปริมาณสาร 2 AP สามารถคำนวณหาปริมาณสารหอมระเหยได้จากสูตร $\frac{2AP}{IS}$ x 0.25 (ดังแสดงในภาคผนวก ก ข้อที่ 3) และศึกษาผลการทดลองได้จาก ตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์หาสารหอมระเหยจากข้าวเม่าพันธุ์นางขาวที่มีการปรับปรุงด้วยน้ำใบเตย แล้วนำมาคั่วโดยใช้วิธีการสกัดสารหอมด้วยสารละลายกรด ดังภาพที่ 15 และทำการวิเคราะห์หาสารหอมระเหยที่เป็นองค์ประกอบชนิดต่างๆในข้าวเม่าที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Capillary GC ได้สารสกัดที่มีกลิ่นหอมของข้าวเม่า คือ 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) เปรียบเทียบกับสาร 2, 4, 6 trimetylpyridine ซึ่งผลการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 23



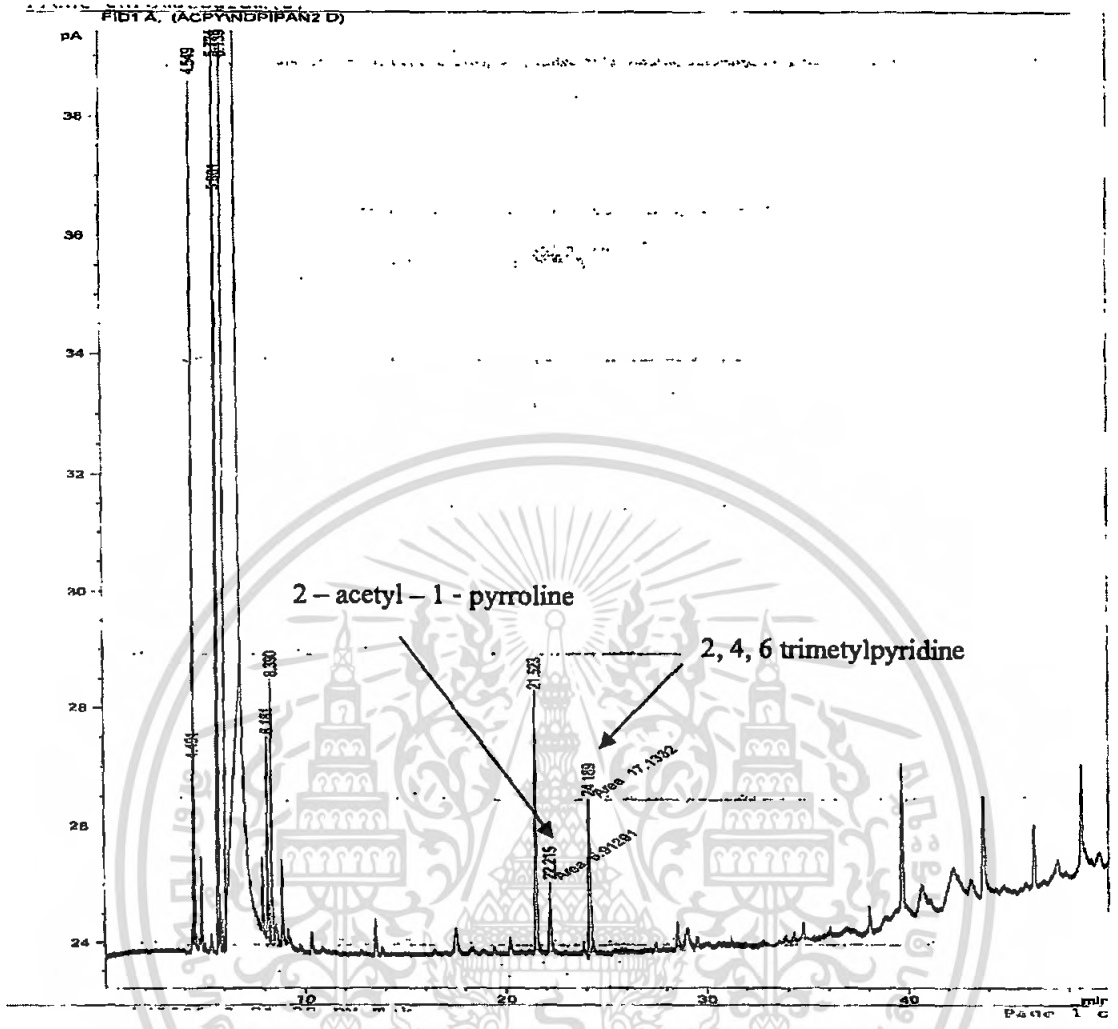
<u>ภาพที่ 23</u> แสดงลักษณะโครมาโตรแกรมของสารระเหยทั้งหมดจากข้าวเม่าพันธุ์นางขาวที่ใช้ในการปรับปรุงด้วยน้ำใบเตยแล้วนำไปคั่ว ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 23 บ่งชี้ถึงปริมาณสารหอมระเหย 2 - acetyl - 1- pyrroline (2 AP) ซึ่งปรากฏในโครมาโตแกรม ที่คำนวณได้จากการเปรียบเทียบพื้นที่ใต้พีคของสาร2, 4, 6 - trimetylpyridine (internal standard) เป็นสารละลายมาตรฐานที่ทราบปริมาณแน่นอนกับสาร 2 AP ซึ่งปรากฏในโครมาโตรแกรมที่เวลา 22.215 โดยที่สารหอมระเหย คือ 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) ในขณะที่สาร internal standard จะปรากฏที่เวลา 24.195 ดังปรากฏบนจอเครื่อง GC ซึ่งในการคำนวณหาปริมาณสาร 2 AP สามารถคำนวณหาปริมาณสารหอมระเหยได้จากสูตร $\frac{2AP}{IS}$ x 0.25 (ดังแสดงในภาคผนวก ก ข้อที่ 3) และศึกษาผลการทดลองได้จาก ตารางที่ 3

จากการวิเคราะห์หาสารหอมระเหยจากใบเตยคั่วที่มีการอบแห้ง ดังภาพที่ 15 และทำการวิเคราะห์หาสารหอมระเหยที่เป็นองค์ประกอบชนิดต่างๆ โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Capillary GC ได้สารสกัดที่มีกลิ่นหอม คือ 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) เปรียบเทียบกับสาร 2, 4, 6 trimetylpyridine ซึ่งผลการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 24 โครมาโตรแกรมของสารระเหยจากเตยแห้งที่ใช้ในการปรับปรุงกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography

จากภาพที่ 24 บ่งชี้ถึงปริมาณสารหอมระเหย 2 - acetyl - 1- pyrroline (2 AP) ซึ่งปรากฏในโครมาโตแกรม ที่คำนวณได้จากการเปรียบเทียบพื้นที่ใต้พีคของสาร2, 4, 6 - trimetylpyridine (internal standard) เป็นสารละลายมาตรฐานที่ทราบปริมาณแน่นอนกับสาร 2 AP ซึ่งปรากฏในโครมาโตรแกรมที่เวลา 22.215 โดยที่สารหอมระเหย คือ 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) ในขณะที่สาร internal standard จะปรากฏที่เวลา 24.189 ดังปรากฏบนจอเครื่อง GC ซึ่งในการคำนวณหาปริมาณสาร 2 AP สามารถคำนวณหาปริมาณสารหอมระเหยได้จากสูตร $\frac{2AP}{IS}$ x 0.25 (ดังแสดงในภาคผนวก ก ข้อที่ 3) และศึกษาผลการทดลองได้จาก ตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณสาร 2 – acetyl – 1 – pyrroline (2 AP) ในข้าวเม่าที่ได้รับ การปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมเทียบกับใบเตยสดและใบเตยแห้ง ดังนี้

ลำดับที่	ชนิดตัวอย่าง	ครั้งที่ทดลอง	Peak Area		ปริมาณสาร 2 AP (ppm)	ค่าเฉลี่ยปริมาณสาร 2 AP (ppm)
			2 AP	IS		
1	ใบเตยสด	1	59	16.9	0.87	0.88
		2	120.7	32.1	0.94	
		3	70.6	21.1	0.83	
2	ใบเตยนึ่ง	1	300.5	17	4.42	3.89
		2	496.4	36	3.45	
		3	430.4	28.3	3.80	
3	ใบเตยคั่ว	1	494.9	30	4.12	4.14
		2	245.2	14.7	4.17	
		3	197.54	11.9	4.15	
4	ภูพานนึ่ง	1	4.56	11.4	0.10	0.11
		2	4.2	8	0.13	
		3	5.6	13.3	0.11	
5	ภูพานคั่ว	1	8.4	20	0.12	0.12
		2	6.4	16.1	0.12	
		3	6.1	11.4	0.13	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิดตัวอย่าง	ครั้งที่ทดลอง	Peak Area		ปริมาณสาร 2 AP (ppm)	ค่าเฉลี่ยปริมาณสาร 2AP (ppm)
			2 AP	IS		
		1	2.3	7.1	0.08	
6	นางขาวนึ่ง	2	3.3	16.3	0.05	0.073
		3	2.7	7.9	0.09	
		1	5.9	27.5	0.05	
7	นางขาวคั่ว	2	5.7	25.5	0.06	0.056
		3	6.7	28.9	0.06	

หมายเหตุ

IS (internal standard) คือ สาร 2, 4, 6 - trimetylpyridine ที่ใช้เป็น Internal standard

จากตารางที่ 3 พบว่าปริมาณสารหอมระเหย คือ 2 – acetyl – 1 – pyrroline (2 AP) ที่พบในใบเตยสด 0.88 ppm ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าใบนึ่งและคั่ว คือ 3.89 และ 4.14 ตามลำดับ พบว่าใบเตยที่ผ่านการนึ่งและคั่วมีปริมาณน้ำน้อยกว่าใบเตยสด เนื่องจากมีการใช้อุณหภูมิสูงในการนึ่งและคั่ว โดยการนึ่งและคั่ว ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ปริมาณสารหอมระเหยในข้าวเม่าพันธุ์นางขาวและข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่ได้จากการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม เทียบกับสารหอมระเหยที่ได้จากใบเตย คือ 2 – acetyl – 1 – pyrroline (2 AP) ซึ่งได้แก่ ข้าวเม่าที่ได้ใช้น้ำคั้นจากใบเตยผสมคลุกเคล้าที่ผ่านการนึ่งและคั่ว ข้าวเม่าผสมน้ำเตยคั้นที่ผ่านการนึ่งได้ปริมาณสารหอมระเหย 2AP มากกว่าในข้าวเม่าผสมน้ำเตยคั้นที่ผ่านการคั่ว คือ 0.073 ppm และ 0.056 ppm ตามลำดับ

การปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์นางขาวและพันธุ์ภูพาน ที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมได้ทำการปรับปรุงโดยการนำใบเตยสดมาใช้

ได้ทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์ ซึ่งได้แก่ตัวอย่างข้าวเม่าก่อนและหลังการปรับปรุงกลิ่นหอม จากการทดสอบชิมได้ใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 10 คน พบว่าปริมาณความชอบข้าวเม่าที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยในส่วนของข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่มีน้ำคั้นจากใบเตยแล้วทำการคั่วและนำมาอบแห้งโดยให้คะแนนเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านสี มีค่า เท่ากับ 5.86 คะแนนเฉลี่ยด้านความหอมมีค่า เท่ากับ 5.46 คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสมีค่า เท่ากับ 5.53 คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสมีค่า เท่ากับ 5.73 และคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมมีค่าเท่ากับ 5.93 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากผู้ทดสอบชิมให้คะแนนในส่วนของข้าวเม่าพันธุ์ภูพานผสมเตยคั่วในปริมาณมาก และผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการที่นำมาสกัดสารหอมระเหยในตารางที่ 3 และผลที่ได้สรุปเป็นคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบชิมข้าวเม่าที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม โดยน้ำคั้นจากใบเตย

ตัวอย่าง	สี	ความหอม	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ความชอบของข้าวภูพานผสมเตยนึ่ง	5.40	5.06	5.53	5.53	5.60
ความชอบของข้าวภูพานผสมเตยคั่ว	5.86	5.46	5.53	5.73	5.93
ความชอบของข้าวภูพาน	3.40	3.33	3.20	3.06	3.13
ความชอบของข้าวนางขาวผสมเตยนึ่ง	5.20	5.00	5.26	5.33	5.46
ความชอบของข้าวนางขาวผสมเตยคั่ว	5.00	5.46	5.73	5.73	5.60
ความชอบของข้าวนางขาว	3.26	3.40	3.40	5.40	3.33

สำหรับการหาค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ซึ่ง เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหารและเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญและการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์ หลังจากก่อนและหลังที่มีการทดลองแล้วได้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ดังแสดงในตารางที่ 5 กรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า โดยการนำใบเตยสดมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า หลังจากที่มีการนำมาวัดค่า a_w โดยใช้อุณหภูมิที่ 25.1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ค่า a_w ของข่าวเม่า ก่อนและหลังการปรับปรุงด้านกลิ่นหอม

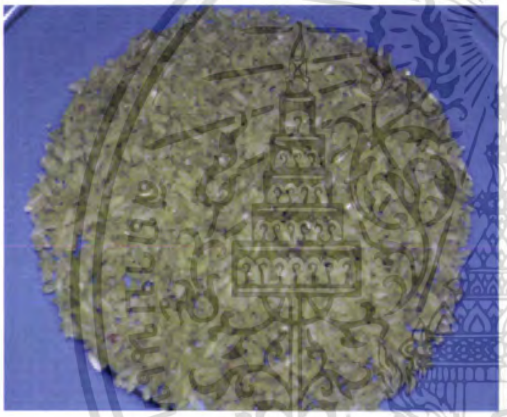
ลำดับที่	ชนิดพันธุ์ข้าวเม่า	ข้าวก่อนการปรับปรุง ค่า(a_w)	ข้าวหลังการปรับปรุง ค่า(a_w)
1	ข้าวพันธุ์ภูพาน สูตรนึ่ง	0.91	0.50
2	ข้าวพันธุ์ภูพาน สูตรคั่ว	0.91	0.54
3	ข้าวพันธุ์นางขาว สูตรนึ่ง	0.86	0.56
4	ข้าวพันธุ์นางขาว สูตรคั่ว	0.86	0.52

จากตารางที่ 5 พบว่าเมื่อนำข้าวเม่าทั้ง 2 พันธุ์ คือพันธุ์ภูพานและพันธุ์นางขาวมาทำการปรับปรุงแล้วความหอมโดยผสมกับน้ำคั้นใบเตยพบว่าค่า a_w มีค่า 0.5 – 0.56 ซึ่งค่า a_w ที่ได้ต่ำกว่าค่า a_w ของข้าวเม่า ซึ่งมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดต้องมีค่าต่ำกว่า 0.6 ตัวอย่างของข้าวทั้ง 2 พันธุ์หลังจากที่มีการปรับปรุง แสดงลักษณะปรากฏที่ได้ดังภาพที่ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A = ข้าวภูพานผสมเตยนึ่ง

B = ข้าวภูพานผสมเตยคั่ว



C = ข้าวนางขาวผสมเตยนึ่ง

D = ข้าวนางขาวผสมเตยคั่ว

ภาพที่ 25 ข้าวเม่าหลังจากที่มีการปรับปรุงด้วยน้ำคั้นจากใบเตย

หมายเหตุ

A = ข้าวภูพานผสมเตยนึ่ง

B = ข้าวภูพานผสมเตยคั่ว

C = ข้าวนางขาวผสมเตยนึ่ง

D = ข้าวนางขาวผสมเตยคั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาวก่อนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม

ผลการทดลองจากการวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว ก่อนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมในวิธีการที่ 1 ข้าวเม่าพันธุ์ภูพานมีสารหอม 2-Acetyl-1-pyrroline (2 AP) มากกว่าข้าวเม่าพันธุ์นางขาว ประมาณ 2 เท่า คือ 0.02 ppm และ 0.01 ppm ตามลำดับ ซึ่งได้สารหอมระเหยในปริมาณที่น้อยมากจึงได้มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมดังวิธีการที่ 2 แต่ใช้วิธีการสกัดสารหอมระเหย ดังวิธีการที่ปรากฏในภาพที่ 15

2. การสกัดสารหอมระเหย ในข้าวเม่าหลังจากการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า

พบว่าปริมาณสารหอมระเหย คือ 2 – acetyl – 1 – pyrroline (2 AP) ที่พบในใบเตยสด 0.88 ppm ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าใบนึ่งและคั่ว คือ 3.89 และ 4.14 ตามลำดับ เนื่องจากใบเตยที่ผ่านการนึ่งและคั่วมีปริมาณน้ำน้อยกว่าใบเตยสด เนื่องจากมีการใช้อุณหภูมิสูงในการนึ่งและคั่ว ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ส่วนปริมาณสารหอมระเหยในข้าวเม่าพันธุ์นางขาวและข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่ได้จากการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม เทียบกับสารหอมระเหยที่ได้จากใบเตย คือ 2 - acetyl -1-pyrroline (2 AP) ซึ่งได้แก่ ข้าวเม่าที่ได้ใช้น้ำคั้นจากใบเตยผสมคลุกเคล้าที่ผ่านการนึ่งและคั่ว ข้าวเม่าผสมน้ำเตยคั้นที่ผ่านการนึ่งได้ปริมาณสารหอมระเหย 2 AP มากกว่าในข้าวเม่าผสมน้ำเตยคั้นที่ผ่านการคั่ว คือ 0.073 ppm และ 0.056 ppm ตามลำดับ

การปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์นางขาวและพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภูพาน ที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมได้ทำการปรับปรุง โดยการนำใบเตยสดมาใช้ในการปรับปรุง ได้ทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์ ซึ่งได้แก่ตัวอย่างข้าวเม่าก่อนและหลังการปรับปรุงกลิ่นหอม จากการทดสอบชิมได้ใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 10 คน พบว่าปริมาณความชอบข้าวเม่าที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยในส่วนของข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่มีน้ำคั้นจากใบเตยแล้วทำการคั่วและนำมาอบแห้งโดยให้คะแนนเฉลี่ยด้านสี มีค่า เท่ากับ 5.86 คะแนนเฉลี่ยด้านความหอมมีค่า เท่ากับ 5.46 คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสมีค่า เท่ากับ 5.53 คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสมีค่า เท่ากับ 5.73 และคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมมีค่าเท่ากับ 5.93 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากผู้ทดสอบชิมให้คะแนนในส่วนของข้าวเม่าพันธุ์ภูพานผสมเตยคั่วในปริมาณมาก และผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการนำมาสกัดสารหอมระเหย

สำหรับการหาค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหารและเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญและการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์ หลังจากทำการทดลองปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า ได้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี น้อยกว่า0.6 ซึ่งเป็นค่าที่ได้ตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ฉบับที่ ๗๔๑/๒๕๔๘ ได้กำหนดไว้ดังแสดงในภาคผนวก ข และ ภาคผนวก ค

ข้าวเม่ามีปริมาณสารหอมระเหยน้อย ซึ่งไม่เพียงพอต่อการนำเอาสารหอมระเหย คือ 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) ที่สกัดได้จากข้าวเม่าไปใช้ในทางอุตสาหกรรม จึงต้องใช้ใบเตยมาปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่น เนื่องจากในใบเตยมีปริมาณสารหอมระเหย คือ 2-Acetyl-1-pyrroline (2 AP) เช่นเดียวกับที่พบในข้าวเม่า นอกจากใบเตยจะมีกลิ่นหอมแล้วยังสามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพด้านสี เพื่อให้ผู้บริโภคเกิดการยอมรับ ดังที่ปรากฏผลตามที่มีการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพราะได้ค่า ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนฉบับที่ ๗๓๕/๒๕๔๘ ได้มีการกำหนดไว้ ดังแสดงในภาคผนวก ข และ ภาคผนวก ค

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ใบเตยสดที่นำมาใช้ในการปรบปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า ควรมาจากแหล่งที่จำหน่ายหรือสถานที่เพาะปลูกเดียวกัน เพราะมีผลต่อกลิ่นของใบเตยที่สกัดได้ในการทดลอง

2. ในการทำการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า ควรมีการศึกษาวิธีการสกัดด้วยวิธีการอื่นเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรรณิกา นากลางและรณชัย ช่างศรี.2545.กลิ่นและความหอมของข้าว.ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

เกรียงศักดิ์ ไชยโรจน์. 2531. การสกัดและแยกสารระเหย. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 254 น.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2543. "ข้าวเม่า" มข. วิจัยปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กันยายน. แหล่งที่มา : http:22 www.ora.kku .ac.th / journal 3 _43 / 183k สืบค้นวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2550

ข้าวเม่า. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ฉบับที่ ๗๔๑/๒๕๔๘

ฉรงค์ นิยมวิทย์. 2538. องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ฟอร์แมทพริ้นติ้ง.

ดวงกมล อมรศักดิ์โสภณ . 2543. GC-MS(Gas Chromatography-Mass Spectrometry) . แหล่งที่มา : http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/gc.html,ln สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2550

นิจศิริ เรืองรังสี และพะยอม ตันติวิวัฒน์.2534. พืชสมุนไพร. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

นิตยา อำไพวรรณ. 2548. ข้าวเม่า, ข้าวตอก. แหล่งที่มา : http: // www. Thaigoodvicw.com, สืบค้นวันที่ 23 เมษายน 2550

ใบเตยแห้ง.มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ฉบับที่ ๗๓๕/๒๕๔๘

ไพโรจน์ วิริยจารี.2545. การประเมินทางประสาทสัมผัส. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.435 น.

วนิดา ดูอมรพัฒนะ.2542. GAS CHROMATOGRAPHY.แหล่งที่มา : www.eg.mahidol.ac.th , สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2551

แววตา ชี้ทางดี. 2547. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิด 2 – Acetyl -1 – pyrroline และสารให้กลิ่นอื่นๆในใบเตย, กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 98 น.

สุมิตรา บุญบำรุง.2545.การสกัดสารหอมระเหยจากข้าวและตรวจวิเคราะห์โดยใช้เครื่องGas Chromatography ร่วมกับ Mass Spectrometer (GC/MS). สถาบันวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jiang, J. 1999. Volatile composition of pandan leaves (*pandanus amaryllifolius*), pp. 105 – 109. In Shahidi, F. and C.T. Ho,ed. Flavor Chemistry of Ethnic Foods. Kluwer Acedemic / Plenum Publishers, New York

Laohakunjit, N. & Kerdchoechuen, O. 2007.Aroma enrichment and the change during storage of non – aromatic milled rice coated with extracted natural flavor. Food chemistry, 101, 339 – 344.

Takeoga G. 1999. Flavor Chemistry of Vegetables. Pp 287 – 304. In Teraniahi R., Emily L.W. and Irwin H, ed. Flavor Chemistry : 30 Years of Progress. Kluwer Acedemic / Publishers, New York.

Wongpornchai, S., Jongkaewwattana, S., & Siri, B. 2004. Effects of drying methods and storage time on the aroma and milling quality of (*Oryza sativa L.)* cv. Khao Dawk Mali 105. Food Chemistry, 87, 407 – 414.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

1. การเตรียมสารละลายกรดความเข้มข้น 0.1 M Hydrochloric acid fuming 37 % (HCl) 0.1 M

เตรียม Volumetric flak ขนาด 1000 มิลลิลิตร

↓

เติมน้ำกลั่น ประมาณ 500 มิลลิลิตร

↓

เติม Hydrochloric acid fuming 37 % (HCl) 10 มิลลิลิตร ทำการเขย่าให้สารละลายเข้ากัน

↓

ปรับปริมาตร ให้ได้ สารละลาย 1000 มิลลิลิตร

โดยการเติมน้ำกลั่นทำการเขย่าสารละลายให้เข้ากันอีกครั้ง

↓

นำสารละลายกรดที่ได้ไปใช้ในการเตรียมสารละลายมาตรฐาน

(Internal standard) ในข้อที่ 2 ต่อไป

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน (Internal standard) ที่ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัม/ลิตร

ขวดที่ 1 เตรียมสารละลาย Internal standard (2,4,6 - trimethylpyridine)

ปริมาตร 273.6 µl / 1 ลิตร 0.1 M

Hydrochloric acid fuming 37 % (HCl)

(โดยการปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มิลลิลิตร, ทำการเขย่าสารละลายให้เข้ากัน)

↓

ขวดที่ 2 ดึง Internal standard จากขวดที่ 1 มา 1 มิลลิลิตร (ml) / 1 ลิตร 0.1 M

Hydrochloric acid fuming 37 % (999 มิลลิลิตร)

(ปรับให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร)

ทำการเขย่าสารละลายให้เข้ากัน

↓

ดึง Internal standard จากขวดที่ 2 มาใช้ กับตัวอย่าง อย่างละ 50 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคำนวณหาปริมาณสาร 2 AP (ppm) ที่ระเหยได้ จาก ใบเตยสด , ใบเตยแห้ง และข้าวเม่า ทั้ง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นางขาวและพันธุ์ภูพาน

ตัวอย่างที่ใช้ในการสกัด $= \frac{2AP}{IS} \times 0.25$

Area 2 AP = พื้นที่ใต้พีคของสารหอมระเหย 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP)

Area IS = พื้นที่ใต้พีคของสาร 2,4,6 trimethylpyridine (Internal standard)

0.25 = ความเข้มข้นของสาร 2,4,6 trimethylpyridine (Internal standard,ppm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ข้าวเม่า

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมข้าวเม่าที่ทำให้แห้งแล้วและบรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ข้าวเม่า หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเปลือกมาทำความสะอาด อาจผสมน้ำคั้นจากพืช เช่นน้ำคั้นใบเตย น้ำคั้นดอกอัญชัน หรือสีผสมอาหาร เพื่อให้มีสีและกลิ่นตามต้องการ คั่วให้สุก แล้วตำให้แบน แยกเอาแกลบออก ทำให้แห้ง

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องแบน แห้ง อาจมีเศษแกลบหรือเมล็ดที่เกาะติดกันได้บ้างเล็กน้อย

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเม่า

3.3 กลิ่น

ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเม่า ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืนเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วอเตอร์แอกทิวิตี

ต้องไม่เกิน 0.6

หมายเหตุ วอเตอร์แอกทิวิตีเป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหารและเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์

3.6 วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้สีผสมอาหาร ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.7 จุลินทรีย์

3.7.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1 × 103 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.2 รา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำข้าวเม่า ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุข้าวเม่าในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของข้าวเม่าในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุข้าวเม่าทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร

(4) น้ำหนักสุทธิ

(5) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา

(7) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ข้าวเม่าที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.4 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าข้าวเม่ารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่น ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.3 จึงจะถือว่าข้าวเม่ารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตีและวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 และข้อ 3.6จึงจะถือว่าข้าวเม่ารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัมกรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.7 จึงจะถือว่าข้าวเม่ารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างข้าวเม่าต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าข้าวเม่ารุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่น

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบข้าวเม่าอย่างน้อย 5คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างข้าวเม่าลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางภาคผนวกที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องแบน แห้ง อาจมีเศษแกลบหรือเมล็ดที่เกาะติดกันได้บ้าง	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเม่า	4	3	2	1
กลิ่น	ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเม่า ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตีให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ (25 ± 2) องศาเซลเซียส

8.4 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหารให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบจุลินทรีย์ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.6 การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุขลักษณะ

1. สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

1.2.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

2. เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความ
สะอาดได้ง่าย

2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

3.การควบคุมกระบวนการทำ

3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

4. การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

5. บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผม เพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ใบเตยแห้ง

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมใบเตยแห้งที่มีใบเตยเป็นส่วนประกอบหลัก อยู่ในลักษณะเป็นชิ้นแห้งและเป็นผง อาจบรรจุในซองเยื่อกระดาษ บรรจุในภาชนะบรรจุ ใช้สำหรับชงเป็นเครื่องดื่ม

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ใบเตยแห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำใบเตยหอมที่อยู่ในสภาพดีมาล้างให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ อบให้แห้ง อาจบดเป็นผง อาจผสมส่วนผสมอื่นจากธรรมชาติ เช่น ใบตะไคร้ ใบขลู่

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นชิ้นหรือผง แห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของใบเตยแห้ง

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของใบเตยแห้ง ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

3.4 การสกัดด้วยน้ำเดือด

ของเหลวที่ได้ต้องมีลักษณะที่ดีตามธรรมชาติของใบเตยแห้งเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3.6 ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก

3.7 การเจือสี

ต้องไม่พบการเจือสีใด ๆ

3.8 จุลินทรีย์

3.8.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1 × 104 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.2 รา ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำใบเตยแห้ง ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ข .

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุใบเตยแห้งในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของใบเตยแห้งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุใบเตยแห้งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ใบเตยแห้ง ใบเตยแห้งชงดื่ม

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(3) น้ำหนักสุทธิ

(4) วัน เดือน ปีที่ทำการผลิตและวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)"

(5) ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ใบเตยแห้งที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าใบเตยแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และการสกัดด้วยน้ำเดือดให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 จึงจะถือว่าใบเตยแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้นและการเจือสี ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 100 กรัมกรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 และข้อ 3.7 จึงจะถือว่าใบเตยแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัมกรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.8 จึงจะถือว่าใบเตยแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างใบเตยแห้งต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าใบเตยแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และการสกัดด้วยน้ำเดือด

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบใบเตยแห้งอย่างน้อย 5 คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างใบเตยแห้งลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบลักษณะทั่วไปและสีโดยการตรวจพินิจ

8.1.3 เทตัวอย่างใบเตยแห้งลงในภาชนะที่เหมาะสม เติมน้ำเดือดตามปริมาณที่ระบุไว้ที่ฉลาก ปิดฝาทิ้งไว้ 6 นาทีตรวจสอบกลิ่นรสและการสกัดด้วยน้ำเดือดโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.4 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางภาคผนวกที่ 2 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน) ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นชิ้นหรือผง แห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของใบเตยแห้ง	4	3	2	1
กลิ่น	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของใบเตยแห้ง	4	3	2	1
การสกัดด้วยน้ำเดือด	ของเหลวที่ได้ต้องมีลักษณะที่ดีตามธรรมชาติของใบเตยแห้ง	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบความชื้นให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.4 การทดสอบการเจือสีเทตัวอย่างใบเตยแห้งประมาณ 0.5 กรัมถึง 1 กรัมลงบนกระดาษกรอง พับกระดาษกรองเข้าหากันแล้วขยี้เทตัวอย่างใบเตยแห้งออกจากกระดาษกรองให้หมด พ่นน้ำลงบนกระดาษกรองพอเปียก ต้องไม่มีสีเกิดขึ้นเห็นได้ชัดเจน ยกเว้นสีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้บนกระดาษกรองนั้น

8.5 การทดสอบจุลินทรีย์ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.6 การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

สุขลักษณะ

1. สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

2 .เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

3. การควบคุมกระบวนการทำ

3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

4. การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

5. บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้