สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสกัดสารหอมระเหยและการใช้ประโยชน์จากข้าวเม่าเพื่อเพิ่มมูลค่า

Extraction of Volatile Aroma Components from Khao-Mao and Khao-Mao Utilization for Adding Value

รศ.ดร.จินตนา บุนนาค

ดร.สุมิตรา บุญบำรุง และ อาจารย์ภัทธิรา เลิศปฤงคพ

RCH
TP
435
.R8
ว148211

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 107399
วัน,เดือน,ปี 22 มี.ค. 2553

รายงานการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินงบประมาณ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2550

120623

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสกัดสารหอมระเหยและการใช้ประโยชน์จากข้าวเม่าเพื่อเพิ่มมูลค่า

Extraction of Volatile Aroma Components from Khao-Mao and Khao-Mao Utilization for Adding Value

บทคัดย่อ

ข้าวเม่าเป็นข้าวที่เก็บเกี่ยวหลังติดเมล็ดแล้วประมาณ 15-20 วัน ซึ่งเป็นข้าวอยู่ในระยะที่ยังไม่โตเต็มที่ มีสีเขียว มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของสาร 2-Acetyl-1-pyrroline(2AP) ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า ศึกษาปริมาณและการสกัดสารหอมระเหยจากข้าวเม่า และการแปรรูปข้าวเม่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเพื่อเพิ่มมูลค่า

การศึกษาคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่าที่นำมาจากแหล่งผลิตจังหวัดอุบลราชธานี พบว่า ข้าวเม่ามีความชื้นอยู่ระหว่าง 16.3-23.9 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักข้าวเม่าสด ปริมาณไขมันมีค่าอยู่ในช่วง 1.8-2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีนมีค่าอยู่ในช่วง 6.8-8.8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเยื่อใยมีค่าอยู่ในช่วง 1.4-1.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า มีค่าอยู่ในช่วง 1.2-1.9 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักข้าวเม่าแห้ง

การศึกษาปริมาณและการสกัดสารหอมระเหย 2-Acetyl-1-pyrroline(2AP) โดยการสกัดด้วยวิธีสารละลายอินทรีย์ไดคลอโรมีเทนที่มี2,4,6ไตรเมทิลไพริดีนเป็นสารละลายมาตรฐานภายในนำสารที่สกัดได้ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปคโตรเมทรี (GC-MS) ของข้าวเม่า 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ภูพานและพันธุ์นางขาว ที่นำมาจากแหล่งผลิตของจังหวัดหนองคาย พบว่า ข้าวเม่าพันธุ์นางขาวมีสารหอมระเหย 2AP 0.01 ppm ส่วนพันธุ์ภูพานมี 0.02 ppm ซึ่งมีปริมาณมากกว่าพันธุ์นางขาว ถึง 2 เท่า แต่อย่างไรก็ตาม สารหอมระเหย 2AP ที่พบในข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์มีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับสาร 2AP ในใบเตยซึ่งมีปริมาณมากกว่าข้าวเม่าถึง 44 เท่า ดังนั้นจึงไม่สามารถที่สกัดสารหอมระเหย จากข้าวเม่าไปใช้ประโยชน์ในอาหารได้เพียงอย่างเดียว จึงได้มีการปรับปรุงคุณภาพความหอมของข้าวเม่าโดยการนำน้ำที่คั้นจากใบเตยสดมาผสมคลุกเคล้าลงในข้าวเม่า แล้วทำการนึ่งและคั่วส่วนผสมของข้าวเม่าที่มีน้ำใบเตยสด จากนั้นนำไปตรวจสอบสาร 2AP พบว่า ปริมาณสารหอม 2AP ในข้าวเม่าที่ใส่น้ำคั้นจากใบเตยแล้วนำไปนึ่ง และ คั่ว นั้นมีปริมาณ 0.056 และ 0.073 ppm ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาแปรรูปข้าวเม่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว ในการทำวิจัยนี้ได้ทดลองแปรรูปเป็นข้าวเกรียบที่มีลักษณะคล้ายข้าวเกรียบว่าวแต่มีขนาดพอคำ เพื่อสะดวกในการรับประทาน ได้พัฒนาการแปรรูปจนได้สูตรการทำข้าวเกรียบที่เหมาะสม คือ นำข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่มีความหอมมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ มาปั่นละเอียดเป็นแป้งแล้วนำไปปรุงรสลงในเนื้อแป้งข้าวเม่า จากนั้นใส่น้ำลงไปนวด แล้วนำไปหั่นเป็นชิ้นบาง ๆนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส แล้วนำไปอบทำให้สุกจนพองตัวได้ดี ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส แทนการทอดด้วยน้ำมัน จากนั้นนำมาโรยผงปรุงรสเกลือกระเทียมพริกไทย โดยเคลือบแผ่นข้าวเกรียบด้วยน้ำมันพืชบางๆก่อน แล้วจึงนำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่าสำเร็จรูปไปเก็บรักษาไว้ที่อุณภูมิห้องเป็นเวลา 2 เดือน เพื่อรอการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบชิมได้ผลดังนี้

การตรวจสอบทางกายภาพและเคมี พบว่าลักษณะของข้าวเกรียบข้าวเม่า มีลักษณะภายนอกปกติ ไม่พบเชื้อรา ไม่มีกลิ่นหืน วัดค่าพีเอชได้ 5.0-6.3 และ ค่า a_w เท่ากับ 0.3-0.5 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ชิม 20 คน ที่มีต่อข้าวเกรียบข้าวเม่าที่ปรุงรสชาติกระเทียมพริกไทย พบว่า ผู้ชิมให้คะแนนเฉลี่ยของความชอบโดยรวม ถึง 7.95 คะแนนจากคะแนนสูงสุด 9 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนที่อยู่ในช่วงของความชอบปานกลางจนถึงชอบมาก

ดังนั้นการแปรรูปข้าวเม่าเป็นข้าวเกรียบที่มีขนาดพอคำ และปรุงรสชาติเกลือกระเทียมพริกไทยเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางอาหารจากข้าวเม่า และใช้การอบให้สุกจนพองตัวแทนการทอดด้วยน้ำมัน เป็นการลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นอาหารเพื่อสุขภาพของผู้บริโภค ที่สามารถเพิ่มมูลค่าของข้าวเม่าได้ดีกว่าอาหารขบเคี้ยวที่ไม่มีคุณค่าทางอาหารได้ทางหนึ่งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Khao Mao is one kind of rice harvested 15-20 days after its grain formation. The rice is not fully mature resulting in its green color and unique aroma of 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP). In the present study, we determined the nutritive content of Khao-Mao, extracted the 2AP in Khao-Mao as well as determining its content, and developed a value added Khao-Mao snack product.

In the first study, the nutritive content of Khao-Mao obtained from Ubonrajthani province was determined. The moisture content of Ubonrajthani Khao-Mao was in the range of 16.3-23.9% on wet weight basis. The amount of fat, protein, fiber, and ashes were in ranges of 1.8-2.5%, 6.8-8.8%,1.4-1.7% and 1.2-1.9% on dry basis, respectively.

In the second study, the 2AP, a volatile aromatic component, was extracted from two types of Khao-Mao, Phupaan and Nangkao, obtained from Nongkai province and its concentration in both types of Khao-Mao was determined. The organic solvent extraction method was carried out using 2,4,6-trimethylpyridine (TMP) as an internal standard. The extracted products were analyzed using gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS). The results showed that Nangkao Khao-Mao had 0.01 ppm of 2 AP, while Phupann Kao-Mao contained 0.02 ppm, which was twice more than that of Nangkao. This finding indicated that the 2AP level of the two Khao-Mao species was very low. Therefore, we attempted to improve the aromatic quality of Khao-Mao by adding other source of aroma. Fresh pandan (*Pandanus amaryllifolius*) was selected to analyzed for 2AP content and was found to contain 44-fold more 2AP than in Khao-Mao. We, therefore, added fresh pandan juice extract into Khao-Mao to improve its aroma. The mixtures of Khao Mao and fresh pandan juice extract were further steamed or roasted and then analyzed for their 2AP content. Results showed that the steamed mixture of Khao Mao and fresh pandan juice extract had 0.056 ppm of 2AP, while the roasted mixture contained 0.073 ppm.

In the last study, for value adding, the more aromatic specie, Phupaan Khao-Mao, was processed into crispy cereal Wao cracker, one type of crispy Thai snacks. The crispy Khao-Mao Wao cracker was developed into a bite-size snack for convenience. The processing steps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

consisted of grinding Phupaan Khao-Mao into flour, flavoring, mixing with water, molding into dough, slicing, drying at 50-60 °C, and baking at 200 °C instead of frying. The baked crispy Khao-Mao Wao crackers were then sprayed with palm oil before seasoning with salt, pepper and garlic powder. Final products were stored at room temperature for 2 months before the examination of their physical, chemical and sensory qualities.

After 2 months of storage, physical and chemical evaluations indicated that the appearance of the crispy Khao-Mao Wao crackers was acceptable. No mould contamination or rancidity were observed. The pH of the product was 5.0-6.3 and water activity (a_w) was 0.3-0.5 indicating that the standard requirements were met.

For 9-point hedonic sensory evaluation by 20 panelists, the average overall liking score was 7.95, meaning that panelists like the crispy Khao-Mao Wao cracker moderately to like very much.

Therefore, the processing of salt, garlic and pepper seasoning bite-size crispy Wao crackers from Khao-Mao can be a healthy and nutritious snack. Baking instead of frying helps reducing the use of oil, which promotes more health benefit to consumers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงตามความมุ่งหมายได้ด้วยดี จากการได้รับการสนับสนุนและการอนุเคราะห์ของบุคลากรในหน่วยงาน 3 หน่วยงาน คือ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ข้าพเจ้าหัวหน้าโครงการวิจัยขอขอบคุณ คุณเจริญศรี วุฒฑกุล เลขานุการภาควิชาครุศาสตร์เกษตร ที่ได้ช่วยในการจัดรูปแบบของรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร พนักงานวิทยาศาสตร์และนายช่างเทคนิค ของภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ทุกๆคน ที่ได้เป็นผู้ช่วยทำให้งานวิจัยมีความคล่องตัว และช่วยอำนวยความสะดวกในปฏิบัติการ ทำให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

รศ.ดร.จินตนา บุนนาค
หัวหน้าโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ 2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ข้าว 3
2.1.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของเมล็ดข้าว 3
2.1.2 คุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าว 3
2.1.3 คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าว 7
2.2 ข้าวเม่า 9
2.2.1 พันธุ์ข้าวเม่า 10
2.2.2 ระยะการเก็บเกี่ยว 10
2.2.3 วิธีการผลิตข้าวเม่า 11
2.2.4 การพองตัวของข้าวเม่า 14
2.3 อาหารขบเคี้ยว หรือ ขนมอบกรอบ(Snack food) 16
2.3.1 พัฒนาการและความหมายของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว 16
2.3.2 การขยายตัวการผลิตและจำหน่ายอาหารขบเคี้ยว 18
2.4 กลิ่นหอม (aroma) 19
2.5 เตย 20
2.5.1 กลิ่นของใบเตย 20
2.5.2 สารให้กลิ่นสำคัญในใบเตย 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6 การแยกสารระเหยและทำให้เข้มข้น 27

2.6.1 การสกัด 32

2.7 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์หาสารหอมระเหย 33

2.7.1 แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิทรี 33

2.7.2 Mass Spectrometer (MS) 40

2.8 การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) 42

2.9 วอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) 45

2.9.1 แอกติวิตีของน้ำ (Water Activity) 46

2.9.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับอัตราเร็วของปฏิกิริยาเคมี 46

2.9.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับอัตราการเน่าเสียของอาหาร 46

2.10 ข้าวเกรียบ 47

2.10.1 ปัญหาต่างๆ ในการผลิต 47

2.10.2 ปัจจัยที่ผลต่อคุณภาพข้าวเกรียบ 47

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย 49

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้และวิธีดำเนินการวิจัยการศึกษาคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า 49

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้และวิธีดำเนินการวิจัยการศึกษาปริมาณและการสกัดสารหอมระเหย 2-Acetyl-1- pyrroline ในข้าวเม่า 54

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้และวิธีดำเนินการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า 60

บทที่ 4 อภิปรายผลการวิจัยและวิจารณ์ 68

4.1 การศึกษาคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า 68

4.2 การศึกษาปริมาณและการสกัดสารหอมระเหย 2-Acetyl-1- pyrroline ในข้าวเม่า. 75

4.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 97

5.1 สรุปผลการทดลอง 97

5.2 ข้อเสนอแนะ 101

บรรณานุกรม 102

ภาคผนวก 106

ภาคผนวก ก 107

ภาคผนวก ข 109

ภาคผนวก ค 115

ภาคผนวก ง 121

ภาคผนวก จ 122

ภาคผนวก ฉ 124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลส..... 4
2 การแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก..... 5
3 การแบ่งประเภทข้าวตามระดับอุณหภูมิแป้งสุก..... 5
4 ขนาดและรูปร่างของเมล็ด จำแนกตามความยาวของเมล็ดของข้าวกล้อง..... 8
5 คุณค่าทางโภชนาการอาหารของข้าวเม่า..... 13
6 สารอาหารข้าวกล้อง และข้าวสาร..... 13
7 สารอาหารในข้าวเหนียว กข.6..... 14
8 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนการพองตัวของข้าว 5 พันธุ์..... 15
9 ค่าเฉลี่ยปริมาณการพองตัวของข้าว 5 พันธุ์..... 16
10 สารประกอบที่วิเคราะห์พบในใบเตยสด (*Pandanus odorus Ridi.)*..... 21
11 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า..... 61
12 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า..... 63
13 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า..... 65
14 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า..... 66
15 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า..... 67
16 ลักษณะทางกายภาพของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์..... 68
17 ผลการวิเคราะห์หาความชื้นข้าวเม่าที่ยังไม่ผ่านกระบวนการการแปรรูป..... 70
18 ผลการวิเคราะห์หาความชื้นของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์..... 71
19 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์..... 72
20 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์..... 73
21 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์..... 74
22 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์..... 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

23 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณสาร 2 – acetyl – 1 – pyrroline (2 AP) ในข้าวเม่าที่ได้รับ การปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมเทียบกับใบเตยสด และใบเตยแห้ง 83

24 คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบชิมข้าวเม่าที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม โดยน้ำคั้นจากใบเตย 85

25 ค่า a_w ของข่าวเม่า ก่อนและหลังการปรับปรุงด้านกลิ่นหอม 86

26 การเปรียบเทียบผลของการแช่น้ำและไม่แช่น้ำของข้าวเม่าในการทำข้าวเกรียบข้าวเม่า 89

27 ลักษณะทางกายภาพและค่า a_w ของข้าวเกรียบข้าวเม่าที่ใช้แป้งข้าวเม่าปั่นละเอียด 91

28 เปรียบเทียบการพองตัวและค่า a_w ของข้าวเกรียบข้าวเม่าที่อบอุณหภูมิแตกต่างกัน 92

29 คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า จำนวน 2 ตัวอย่าง 93

30 ค่า a_w, pH และลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏของข้าวเกรียบข้าวเม่า 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1 โครงสร้างทางเคมีของ 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP)..... 22

2 การเกิดสารให้กลิ่นเหม็นเขียวจากกรดไขมันลิโนเลอิก
เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์..... 25

3 การเกิดสารให้กลิ่นเหม็นเขียวจากกรดไขมันลิโนเลนิก
เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์.....26

4 แสดงถึงจำนวนสารระเหยที่ค้นพบเพิ่มขึ้นจนถึงปี 1978..... 28

5 วิธีการแยกและทำสารระเหยให้เข้มข้น จากตัวอย่างที่เป็นของแข็ง.....31

6 เครื่อง GC และส่วนของเครื่อง Mass spectrometer..... 33

7 ส่วนประกอบพื้นฐานของ GC.....34

8 แสดงองค์ประกอบของเครื่อง Gas Chromatography..... 35

9 แสดงลักษณะของโครมาโทแกรมที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูลของเครื่อง
Gas Chromatography.....36

10 Chromatogram ที่แสดง Retention Time ขององค์ประกอบ A, B, และ C..... 37

11 แสดงการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยการเปรียบเทียบค่า Retention Timeของสารตัวอย่าง
กับสารองค์ประกอบมาตรฐาน..... 38

12 แสดงผลกระทบของการฉีดปริมาณสารตัวอย่างกับ Retention Time.....39

13 แสดงผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อ Retention Time.....40

14 ส่วนประกอบพื้นฐานของ MS..... 41

15 การสกัดสารหอมด้วยสารละลายกรด..... 56

16 การสกัดสารหอมด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยการใช้เครื่อง Shaking bath
ที่อุณหภูมิ 85องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง..... 57

17 การสกัดสารหอมด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยการใช้เครื่อง Sonicate
ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที.....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

18 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า.....59

19 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า..... 62

20 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่าบดละเอียด..... 64

21 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า..... 67

22 ข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์..... 69

23 สูตรโครงสร้างทางเคมี และ Mass spectrum
ของสาร 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP)..... 77

24 สูตรโครงสร้างทางเคมี และ Mass spectrum
ของ 2, 4, 6 - trimetylpyridine ที่ใช้เป็น internal standard..... 78

25 แสดงลักษณะโครมาโตรแกรมของสารระเหยทั้งหมดจากข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่มีการปรับปรุงด้วยน้ำใบเตยแล้วนำไปคั่ว ที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography.....79

26 แสดงลักษณะโครมาโตรแกรมของสารระเหยทั้งหมดจากข้าวเม่าพันธุ์นางขาวที่ใช้ในการปรับปรุงด้วยน้ำใบเตยแล้วนำไปคั่ว ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography..... 81

27 โครมาโตรแกรมของสารระเหยจากเตยแห้งที่ใช้ในการปรับปรุงกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography.....82

28 ข้าวเม่าหลังจากที่มีการปรับปรุงด้วยน้ำคั้นจากใบเตย..... 87

29 ลักษณะของข้าวเม่าพันธุ์ภูพาน.....88

30 ขั้นตอนการทำข้าวเกรียบข้าวเม่าเปรียบเทียบกันระหว่างแบบแช่น้ำและไม่แช่น้ำ..... 89

31 ข้าวเม่าปั่นละเอียดเพื่อทำข้าวเกรียบว่าว.....90

32 แป้งข้าวเม่าและการนวดขึ้นรูป.....91

33 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า..... 96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่มีการเพาะปลูกกันทั่วไปในทุกภาคของประเทศ และเป็นผลผลิตเกษตรที่สำคัญในด้านที่เป็นอาหารหลัก และเป็นสินค้าที่ส่งออกที่สำคัญที่ทำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละนับหมื่นล้านบาทแต่ประชากรของประเทศโดยส่วนใหญ่คือเกษตรกรผู้ผลิตกับมีฐานะยากจน เพราะต้องประสบปัญหาทางด้านราคาข้าวเปลือกตกต่ำ จึงทำให้ผลผลิตข้าวล้นตลาดเป็นผลให้มีปริมาณวัตถุดิบเหลือใช้มาก โดยเฉพาะข้าวเหนียว เพราะประชากรของประเทศส่วนใหญ่บริโภคข้าวชนิดนี้น้อยกว่าข้าวเจ้า ทำให้มีผลกระทบต่อรายได้ของประชากรส่วนใหญ่นอกจากนั้นยังมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ แนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้คือการนำข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

ข้าวเม่า คือข้าว ที่ถูกตำ หรือทุบ จนเม็ดข้าวแบน ซึ่ง ทำจากข้าวเหนียวที่ไม่อ่อนเกินไปหรือไม่แก่เกินไปเป็นข้าววัยแรกรุ่น ที่เลยระยะน้ำนมแล้ว ข้างในเปลือกข้าวเริ่มแข็งตัวเป็นเม็ด มีสีขาว และห่อหุ้มด้วยเยื่อบาง ๆ สีเขียว เมื่อข้าวแก่เยื่อสีเขียวนี้จึงกลายเป็นสีน้ำตาล และกลายเป็นรำอันเป็นแหล่งรวมของวิตามินหลายชนิด ข้าวเหนียวเป็นข้าวพื้นเมืองของไทยเป็นที่นิยมบริโภคโดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 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 นอกจากนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังมีการศึกษาในแง่ที่จะรักษาให้สารหอมระเหยตัวนี้คงตัวอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารให้นานที่สุดด้วยเทคโนโลยีต่างๆเพื่อกักเก็บกลิ่นของข้าวไว้โดยอาศัยคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

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

สารหอมระเหยในข้าวที่ให้กลิ่นหอมเฉพาะตัวและเป็นกลิ่นที่ผู้บริโภคทั่วไปยอมรับโดยเฉพาะในข้าวเม่าที่ยังเป็นเมล็ดอ่อนมีกลิ่นหอมเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่ต้องการศึกษาปริมาณสารหอมระเหย คือ 2-Acetyl-1-pyrroline ในข้าวเม่าเพื่อประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารต่อไป

ข้าวเม่าเป็นผลิตภัณฑ์ตัวหนึ่งที่ได้จากการนำข้าวมาแปรรูปสามารถผลิตได้ทั้งจากข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ข้าวเม่าเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวชนิดอื่น พบว่าข้าวเม่ามีโปรตีนและเหล็กสูงกว่าข้าวกล้องและข้าวขาว (วิเชียร, 2546) นอกจากนี้ข้าวเม่ามีลักษณะเฉพาะตัวที่มีความหอมและมีสีเขียวธรรมชาติของเมล็ดข้าวจึงเป็นที่นิยมและยอมรับของผู้บริโภค แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ยังมีปัญหาในการเก็บรักษา โดยเก็บได้เพียง 1-2 วัน เนื่องจากข้าวเม่ามีความชื้นสูงทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย โดยส่วนใหญ่การแปรรูปข้าวเม่าจะนำไปเป็นองค์ประกอบในอาหารหวานมากที่สุดได้แก่ ข้าวเม่าคลุก ข้าวเม่าหมี่ ข้าวตูข้าวเม่า และอื่นๆ จากเหตุผลดังกล่าวข้างบนและข้อจำกัดการเก็บรักษาข้าวเม่าจึงเป็นแรงจูงใจให้ผู้ทำวิจัยได้คิดค้นวิธีการแปรรูป และพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าเพื่อเพิ่มมูลค่าและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า
2. เพื่อศึกษาปริมาณของสารหอมระเหย ในข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์นางขาวและภูพาน
3. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาอาหารขบเคี้ยวประเภทข้าวเกรียบจากข้าวเม่า
4. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้ชิมทางด้านประสาทสัมผัสที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว คือข้าวเกรียบจากข้าวเม่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าว

2.1.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

โครงสร้างของข้าวประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ส่วนหลักคือ ส่วนแรกเป็นเปลือก ซึ่งประกอบด้วยเปลือกแข็งและเปลือกหุ้มเมล็ด ส่วนที่สองเป็นเนื้อเมล็ด และส่วนที่สาม คือ คัพภะ ในแต่ละส่วนจะมีสารอาหารเป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน ส่วนแรกที่เป็นเปลือกแข็ง ประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ จึงต้องแยกออกก่อนบริโภค แต่ส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดจะมีสารอาหารพวกวิตามินและแร่ธาตุอยู่มาก ส่วนที่สอง ซึ่งเป็นเนื้อเมล็ด จะมีคาร์โบไฮเดรต คือ สตาร์ชเป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ก็ยังมีน้ำ โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามินอยู่ด้วย ส่วนที่สาม คือ คัพภะ ซึ่งเป็นส่วนที่จะเจริญเป็นต้นอ่อน จึงมีสารอาหารอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ครบถ้วนมากกว่าส่วนอื่นของข้าวโดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมันมีมากกว่าในส่วนอื่น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อรวมคุณค่าทางอาหารของข้าวทั้งหมดแล้วก็ยังมีไม่พอที่จะเป็นอาหารสมบูรณ์เพียงอย่างเดียว เพื่อการบริโภคของมนุษย์ที่จะใช้ในการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกายมนุษย์จึงบริโภค เป็นอาหารหลักร่วมกับอาหารจากแหล่งอื่น เช่น เนื้อสัตว์ต่างๆ ผักและผลไม้

2.1.2 คุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าว

คุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมี หมายถึง สัดส่วนและองค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุกโดยมีผลทำให้ข้าวสุกนั้นนุ่ม เหนียว หรือร่วนขึ้นหม้อ ซึ่งคุณภาพข้าวสุกนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพเมล็ดทางเคมี คือ สัดส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน ความคงตัวของแป้งสุก อุณหภูมิแป้งสุกการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก โปรตีน กลิ่นหอม ความชื้น และการเก็บรักษา (งามชื่น คงเสรี , 2538 : 94)

2.1.2.1 ปริมาณของอะมิโลส และอะมิโลเพคติน (amylose and amylopectin content)

เมล็ดข้าวสารโดยทั่วไปมีองค์ประกอบส่วนใหญ่ คือ เม็ดสตาร์ช (starch granule ซึ่งภายในโครงสร้าง จะประกอบไปด้วยอะมิโลเพคตินเป็นองค์ประกอบหลักและมีอะมิโลสเป็นองค์ประกอบรอง อัตราส่วนของอะมิโลส และ อะมิโลเพคติน เป็นปัจจัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ทำให้ข้าวสุกนั้นมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน โดยข้าวที่มีอะมิโลสสูงจะดูดน้ำและขยายปริมาตรในระหว่างการหุงต้มได้มากกว่าหรือที่เรียกกันว่าหุงขึ้นหม้อ ส่วนความนุ่มและความเหนียวของข้าวสุกจะขึ้นกับสัดส่วนของอะมิโลเพคตินในสตาร์ช ข้าวเหนียวมักจะมีอะมิโลเพคตินเกือบทั้งหมดทำให้ดูดน้ำและขยายตัวน้อยกว่าข้าวเจ้า ข้าวสุกที่ได้จะเหนียวและนุ่มกว่า สำหรับข้าวเจ้าในประเทศไทย มีส่วนประกอบของสตาร์ชที่มีอะมิโลสอยู่ระหว่างร้อยละ 12-31 โดยข้าวที่มีความนุ่มเช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มี อะมิโลส ร้อยละ 12-16 จัดเป็นข้าวอะมิโลสต่ำ (งามชื่น คงเสรี, 2538:58) ได้แบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลส ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลส

ประเภทข้าว	ปริมาณอะมิโลส (ร้อยละ)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	1-2	เหนียวมาก
ข้าวเจ้าอะมิโลสต่ำมาก	2-9	เหนียวนุ่ม
ข้าวเจ้าอะมิโลสต่ำ	9-20	เหนียวนุ่ม
ข้าวเจ้าอะมิโลสปานกลาง	20-25	นุ่มค่อนข้าวเหนียว
ข้าวเจ้าอะมิโลสสูง	25-33	ร่วนแข็ง

ที่มา : งามชื่น คงเสรี, 2538 : 97

2.1.2.2 ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency)

ความคงตัวของแป้งสุก เป็นผลมาจากปริมาณของอะมิโลสเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณภาพแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากข้าวสุกเมื่อเย็นตัวแล้วจะมีความแข็ง หรือความคงตัวแตกต่างกัน ข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกอ่อน จะนุ่มกว่าข้าวพันธุ์ที่มีความคงตัวของแป้งสุกแข็งการหาค่าความคงตัวของแป้งสุก อาศัยหลักการทำให้แป้งใสโดยการต้มในสารละลายเบสแล้วทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และวัดระยะทางที่แป้งไหลไปเมื่อวางบนที่ราบ สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (งามชื่น คงเสรี, 2538 : 84-86) ได้จัดแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุกดังตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก

ความคงตัวของแป้งสุก	ระยะทางที่แป้งไหล (มม.) (แป้ง 100 มก. ใน KOH 0.2 N. 2 มล.)
แข็ง	น้อยกว่า 35
ค่อนข้างแข็ง	36-60
ปานกลาง	41-60
อ่อน	มากกว่า 60

ที่มา : วุฒิชัย นาครักษา, 2535 : 15

2.1.2.3 อุณหภูมิแป้งสุก

อุณหภูมิแป้งสุกหมายถึง อุณหภูมิที่เม็ดสตาร์ชเริ่มพองในน้ำร้อน และเปลี่ยนลักษณะทึบแสงเป็นโปร่งใส อุณหภูมิแป้งสุกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการหุงต้ม ถ้าข้าวมีอุณหภูมิแป้งสุกสูงจะหุงสุกช้ากว่าข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ แม้ว่าระยะเวลาการหุงต้มจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของแป้งสุกก็ตามแต่ความกว้างและความหนาของเมล็ดข้าวก็มีผลต่อเวลาหุงต้มด้วย ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกเท่ากันแต่มีเมล็ดหนากว่าจะใช้เวลาการหุงต้มนานกว่าสำหรับข้าวเหนียวหรือข้าวอะมิโลสต่ำที่อุณหภูมิแป้งสุกปานกลางหรือสูง จะให้เวลาหุงต้มนานกว่าเมล็ดข้าวจึงดูดน้ำได้มากทำให้ข้าวสุกมีลักษณะแฉะ ดังนั้นข้าวเหนียวหรือข้าวอะมิโลสต่ำควรมีอุณหภูมิแป้งต่ำจึงมีคุณภาพดี สำหรับข้าวเจ้าอะมิโลส ปานกลางหรือสูง จะไม่เป็นปัญหาดังกล่าว ได้แบ่งประเภทข้าวตามระดับอุณหภูมิแป้งสุกเป็น 3 ประเภท

ตารางที่ 3 การแบ่งประเภทข้าวตามระดับอุณหภูมิแป้งสุก

อุณหภูมิแป้งสุก(องศาเซลเซียส)	ประเภทอุณหภูมิแป้งสุก
ต่ำกว่า70	ต่ำ
70 – 74	ปานกลาง
สูงกว่า 75	สูง

ที่มา: วุฒิชัย นาครักษา, 2535: 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.4 อัตรายืดตัวของเมล็ดข้าวสุก

อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกเป็นผลจากการให้ความร้อนระหว่างการหุงต้มโดยเมล็ดข้าวจะขยายตัวออกรอบด้านโดยเฉพาะด้านยาว ซึ่งผู้บริโภคนิยมข้าวพันธุ์ที่มีอัตราการยืดตัวมากกว่าพันธุ์ข้าวที่มีอัตราการยืดตัวได้น้อย(ข้าวสุกที่ยืดตัวได้มากและไม่เหนียวติดกันจัดเป็นข้าวที่หุงขึ้นหม้อ) นอกจากนี้ การที่เมล็ดข้าวขยายตัวได้มากทำให้เนื้อภายในโปร่งไม่อัดแน่นและช่วยให้ข้าวนุ่มมากขึ้น พันธุ์ข้าวที่มีอัตราการยืดตัวดี ได้แก่ พันธุ์ข้าวบาสมาติ 370 ซึ่งสามารถยืดตัวได้มากกว่า 2 เท่าของความยาวเมล็ดข้าวสาร และข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีการยืดตัวดีทำให้ข้าวสุกมีขนาดยาวน่ารับประทานและนุ่ม แต่เนื่องจากข้าวเหนียวมีอะมิโลสต่ำข้าวสุกจึงเหนียวและหุงไม่ขึ้นหม้ออัตราการยืดตัวของเมล็ดหาได้จากสัดส่วนของความยาวของข้าวสุกต่อความยาวของข้าวสาร หรือคำนวณได้จากสูตร

$$\text{อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก} = \frac{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสุก 10 เม็ด}}{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสาร 10 เม็ด}}$$

2.1.2.5 ปริมาณโปรตีน (Protein content)

ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวโดยทั่วไปมีอยู่ประมาณร้อยละ 9.8 ซึ่งนับว่ามีน้อยแต่ก็มีผลกระทบต่อคุณภาพการหุงต้มและรับประทานเช่นกัน ได้กล่าวว่าปริมาณโปรตีนมีความสัมพันธ์กับเวลาในการหุงต้มกล่าวคือ ทำให้ระยะเวลาการหุงต้มข้าวสุกนานขึ้น เมื่อปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นเนื่องจากโปรตีนเป็นตัวขัดขว้างการซึมผ่านของน้ำเข้าไปในเมล็ด และโปรตีนยังมีความสัมพันธ์กับการดูดซึมน้ำของเมล็ด ความนุ่ม และความเหนียว กล่าวคือ เมล็ดดูดซึมน้ำได้น้อยลงข้าวสุกมีความนุ่มและความเหนียวลดลง พบว่าข้าวสุกไม่ว่าจะเป็นสายพันธุ์ใดก็ตามที่มีโปรตีนต่ำจะมีความอ่อนนุ่ม ความเหนียวและมีกลิ่นรสมากกว่าข้าวที่มีโปรตีนสูงกว่า

2.1.2.6 ปริมาณความชื้น (moisture content)

ความชื้นในเมล็ดข้าวจะมีผลต่อการหุงขึ้นหม้อและความร่วนของข้าว เช่นกันข้าวที่มีความชื้นต่ำส่วนใหญ่เป็นข้าวเก่าจะหุงขึ้นหม้อ และมีความร่วนมากกว่าข้าวที่มีความชื้นสูงหรือข้าวใหม่ ในประเทศไทยผู้บริโภคข้าวเจ้านิยมที่จะบริโภคข้าวเก่าซึ่งจะหุงขึ้นหม้อดีกว่า และราคาข้าวเก่าจะสูงกว่าข้าวใหม่ นอกจากนี้ความชื้นในข้าวยังเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาข้าวและถ้าเมล็ดข้าวมีความชื้นสูงทำให้ราและจุลินทรีย์ต่างๆ เจริญเติบโตได้ข้าวจะเสื่อมคุณภาพในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นมาตรฐานข้าวในประเทศต่างๆ จึงได้กำหนดระดับความชื้นของข้าวไว้เช่า ประเทศไทยกำหนดความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 และสำหรับประเทศที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศหนาวเย็นจะมีระดับความชื้นสูงถึงร้อยละ 16

2.1.2.7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว 3-4 เดือน เนื่องจากความชื้นลดลงทำให้มีผลต่อคุณสมบัติข้าวสุก คือ ทำให้ข้าวสุกแข็งและร่วนมากขึ้น ข้าวสุกขยายปริมาณได้มากขึ้นหรือหุงขึ้นหม้อ เมล็ดจะดูดน้ำได้มากขึ้น น้ำข้าวจะใสขึ้น และใช้เวลาหุงต้มให้สุกนานขึ้นเล็กน้อย เมื่อต้มสุกจะไม่ค่อยแตกตัวออก

ผู้บริโภคบางคนนิยมข้าวเก่าที่หุงขึ้นหม้อและไม่แฉะ และมีรายงานว่าสามารถเร่งข้าวใหม่ให้กลายเป็นข้าวหุงขึ้นหม้อและไม่แฉะได้โดยการเพิ่มความร้อนให้กับข้าวสารสูงขึ้นถึง 110 องศาเซลเซียส ในภาชนะที่ปิดฝา โดยไม่ให้ความร้อนสูญหายไปได้ โดยการเป่าด้วยลมร้อน 150-260 องศาเซลเซียสชั่วครู่ หรืออาจแช่เมล็ดข้าวสารในน้ำดอกทานตะวันที่ 60 องศาเซลเซียสค้างคืน โดยจะช่วยให้ความเหนียวของข้าวลดลง การนำข้าวเปลือกไปนึ่งในระยะเวลาสั้นๆ จะช่วยลดความเหนียวของข้าวสุกได้และได้เร่งข้าวใหม่ (ทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า) ให้เป็นข้าวเก่าโดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียสนานกว่า4 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปเก็บที่ 42 องศาเซลเซียส เวลานาน 4 ชั่วโมง พบว่าข้าวที่ได้มีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น (เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข,2534:20-39)

2.1.3 คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าว

คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าว หมายถึง คุณสมบัติต่างๆของเมล็ดข้าวที่สามารถมองเห็นได้หรือ ชั่ง ตวง วัดได้ เช่นน้ำหนักเมล็ด สีของข้าวกล้อง ขนาดรูปร่างเมล็ด ลักษณะท้องไข่ ความใสของเมล็ด ความขาวของข้าวสาร และคุณภาพการสี

2.1.3.1 น้ำหนักเมล็ด

เป็นลักษณะที่คงที่มากที่สุดควบคุมโดยพันธุกรรมเป็นส่วนใหญ่น้ำหนักเมล็ดจะแปรไปตามขนาดและรูปร่างของเมล็ด ความชื้น ชนิดของดิน การใส่ปุ๋ย และสภาพอากาศก็มีผลกระทบต่อน้ำหนักเมล็ดด้วย จากการตรวจสอบน้ำหนักข้าวเปลือก 100 เมล็ดพันธ์ข้าวไทย จำนวน 344 พันธุ์ พบว่ามีน้ำหนักแปรปรวนระหว่าง 1.16-4.17 กรัม ข้าวพันธุ์ดีของไทยที่รัฐบาลส่งเสริมให้ปลูกจะมีน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดระหว่าง 2.25-3.61 กรัม

2.1.3.2 สีข้าวกล้อง

เกิดจากสารสีที่เยื่อหุ้มผล ส่วนเนื้อในเมล็ดข้าวทุกชนิดมีสีขาวเสมอจากการสำรวจพันธุ์ข้าวต่างๆ ในธนาคารเชื้อพันธุ์ข้าวของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี พบว่าข้าวกล้องมี 4 สี คือ ขาว น้ำตาล แดง และดำ(ม่วง) ส่วนใหญ่มีสีขาว ข้าวกล้องที่มีสีแดงและม่วง มีสารพวกแอนโทไซยานิน ข้าวกล้องที่มีสีเข้มต้องใช้เวลาในการ ขัดรำนาน หรือใช้แรงกดมาก เพื่อทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของรำที่มีสีเข้มหลุดออกเป็นผล ทำให้ข้าวหนักมากมีปริมาณข้าวสารน้อย ดังนั้นข้าวกล้องที่มีสีอ่อนจึงเป็นที่นิยม เช่น สีขาว หรือสีน้ำตาล

2.1.3.3 ขนาดรูปร่างเมล็ด

ได้แก่ ความยาว ความกว้าง ความหนา ความป้อม หรือเรียว ข้าวพวกอินดิก้าจะมีรูปร่างเมล็ดเรียว ค่อนข้างป้อม พวกวาจานิก้า มีเมล็ดกว้างและหนา ส่วนพวกจาปอนิก้า มีเมล็ดสันและกลม(เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข,2534:39-40) ประภาส วีระแพทย์ (2536:42)ได้จำแนกขนาดของเมล็ดและรูปร่างของข้าวกล้องไว้ดังนี้

ตารางที่ 4 ขนาดและรูปร่างของเมล็ด จำแนกตามความยาวของเมล็ดเป็น 4 พวกดังนี้ คือ

ขนาดเมล็ด	ความยาว(มิลลิเมตร)
ยาวมาก	มากกว่า7.50
ยาว	6.61 – 7.50
ยาวปลานกลาง	5.51 – 6.60
สั้น	น้อยกว่า5.50
รูปร่างเมล็ด จำแนกตามอัตราส่วนระหว่างความยาวกับความกว้างเป็น 3 พวกคือ	
รูปร่างเมล็ด	ความยาว/ความกว้าง
เรียว	มากกว่า3.0
ปานกลาง	2.1 – 3.0
ป้อม	น้อยกว่า2.1

2.1.3.4 ลักษณะท้องไข่

ลักษณะท้องไข่ที่ได้แก่จุดขาวขุ่นคล้ายชอล์กที่เกิดขึ้นในเนื้อของเมล็ด เป็นลักษณะที่เกิดจาก การจับตัวอย่างหลวมๆของเมล็ดสตาร์ชกับเม็ดโปรตีนและในเนื้อเมล็ด ลักษณะนี้ควบคุมโดยพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ลักษณะท้องไข่เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพและราคาของข้าว ข้าวที่เป็นท้องไข่มาก เมื่อนำไปสีจะมีข้าวหักมากและไม่เป็นข้าวเกรดสูง เช่น ข้าว 100 เปอร์เซ็นต์ หรือ ข้าว 5 เปอร์เซ็นต์ เพราะข้าวเกรดสูงมีท้องไข่ได้ไม่เกินร้อยละ 0.5 (เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข,2534:42)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.5 ความใสของเมล็ด

ความใสหรือขุ่นของเมล็ด หมายถึง ความทึบแสง หรือความใสของเนื้อเมล็ด ซึ่งสังเกตความแตกต่างได้ในข้าวเจ้า ส่วนในข้าวเหนียวจะมีลักษณะขุ่นอย่างเดียวปัจจุบันยังไม่พบสาเหตุของความใสหรือขุ่นในเนื้อเมล็ดข้าวเจ้า แต่คาดว่าอาจจะเนื่องจากทางพันธุ์ข้าวและพื้นที่เพราะปลูก เพราะพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่นิยมปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีเมล็ดใส แต่ที่ปลูกใน แถบภาคกลางบางแห่ง ข้าวสารจะค่อนข้างขุ่น เป็นต้น

2.1.3.6 ความขาวของข้าวสาร

ความขาวขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระดับการสี ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดเกรดของข้าว อายุการเก็บข้าว โดยข้าวที่เก็บไว้นานๆ จะมีสีคล้ำกว่าข้าวใหม่ นอกจากนั้นยังพบว่า ข้าวสารที่มีโปรตีนสูงจะมีสีคล้ำกว่าข้าวโปรตีนต่ำ

2.1.3.7 คุณภาพการสี

สิ่งที่เป็นผลผลิตจากการสีข้าว ได้แก่ แกลบประมาณร้อยละ 20-24 รำ ร้อยละ 8-10 และข้าวสารร้อยละ 68-70 ของข้าวเปลือก ข้าวสารที่ได้ทั้งหมดจากการขัดขาวจะนำไปคัดแยกเป็นข้าวเต็มเมล็ดต้นข้าวและข้าวหักซึ่งจะได้แต่ละส่วนมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับคุณภาพข้าวเปลือกก่อนสีปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพการสี ได้แก่ พันธุ์ข้าว การปฏิบัติรักษาก่อนการเก็บเกี่ยวระยะเวลาและวิธีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม การตากข้าวก่อนนวดและหลังนวด การนวดข้าว การเก็บรักษา และกระบวนการสี

สำหรับข้าวเหนียวพันธุ์เขียวงูมีรูปร่างลักษณะเรียวยาวความยาวเมล็ดโดยเฉลี่ยประมาณ 7.42 มิลลิเมตร มีความกว้างประมาณ 2.31 มิลลิเมตร น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ดประมาณ 18.17 กรัม หุงสุกได้ในอุณหภูมิ 68 องศาเซลเซียส และมีปริมาณอะมิโลสในแป้งต่ำมากประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ข้าวหุงสุกแล้วจะมีความนุ่มเหนียว (เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข,2534 :42-47)

2.2 ข้าวเม่า

ข้าวเม่า คือ ข้าวที่ผลิตมาจากต้นข้าวเหนียวที่ตั้งท้องออกรวงและผ่านระยะน้ำนมประมาณ 5-7 วัน ข้าวจะเริ่มมีเมล็ดแต่ยังไม่แก่จัดชาวบ้านจะเรียกว่า “ข้าวเม่า” เวลามีงานบุญประเพณีต่างๆชาวบ้านจะใช้ข้าวในระยะนี้มาแปรรูปเป็น “ข้าวเม่า” ในการแปรรูปจะเริ่มจากการนำข้าวระยะนี้มารูดเอาเฉพาะเมล็ดนำมาคั่วแล้วตำด้วยครกกระเดื่อง หรือครกมองเพื่อแยกเปลือกข้าวออก ชาวบ้านในหลายจังหวัดของภาคอีสานมีการผลิตข้าวเม่าทั้งเพื่อการบริโภคในครัวเรือนและเพื่อการจำหน่าย จังหวัดที่มีการผลิตกันมาก ได้แก่ อุบลราชธานี นครพนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยเอ็ด สกลนคร อุดรธานี และหนองคาย ข้าวเม่าที่มีการออกสู่ตลาดโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของข้าวเม่าสด หรือข้าวเม่าอ่อน ซึ่งเป็นข้าวเหนียวที่ยังคงมีสีเขียวอยู่ นอกจากนี้ยังมีการผลิตในรูปของข้าวเม่าราง ซึ่งเป็นข้าวเม่าที่ไม่มีสีเขียวเพราะผลิตจากข้าวเปลือกแก่ ชาวบ้านนิยมซื้อไปทำเป็นอาหารหวานที่เรียกกันว่า "ข้าวเม่าคลุก"

ข้าวเม่ามีลักษณะเฉพาะตัวที่ความหอมและสีเขียวธรรมชาติของเมล็ดข้าวจึงเป็นที่นิยมและยอมรับของผู้บริโภค แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ยังมีปัญหาในการเก็บรักษา โดยเก็บได้เพียง 1-2 วัน เนื่องจากข้าวเม่ามีความชื้นสูงทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย

2.2.1 พันธุ์ข้าวเม่า

การเก็บเกี่ยวข้าวเม่าส่วนใหญ่พันธุ์ข้าวที่จะนำมาใช้จะเป็นพันธุ์ข้าวเหนียว แต่มีบางท้องที่มีการผลิตข้าวเม่าจากข้าวเจ้า แต่มีปริมาณน้อยเนื่องจากคุณภาพสู้ข้าวเหนียวไม่ได้ เพราะข้าวเม่าที่ได้จากข้าวเจ้ามีความนุ่มน้อยกว่า สำหรับพันธุ์ข้าวเหนียวที่นำมาใช้ในการผลิตพบว่าโดยทั่วไปสามารถใช้ได้ทุกพันธุ์ แต่คุณสมบัติที่สำคัญสำหรับข้าวที่นำมาผลิตข้าวเม่านั้นควรมีความนิ่มและมีกลิ่นหอม นอกจากนั้นพบว่าพันธุ์ข้าวที่ใช้สำหรับการผลิตข้าวเม่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นพันธุ์พื้นเมือง ได้แก่ พันธุ์เหลืองบุญมา พันธุ์ดอกมะขาม พันธุ์สันป่าตอง ส่วนพันธุ์อื่นที่มีการปลูกกันมาก ได้แก่ กข6 กข8 กข10 ซึ่งเป็นพันธุ์นอกเหนือจากพันธุ์พื้นเมือง ในแต่ละจังหวัดมีการปลูกข้าวพันธุ์ที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและลักษณะพื้นที่การเพาะปลูกของจังหวัดนั้นๆ

ปัจจุบันนักวิชาการด้านการเกษตรได้ทำการวิจัย เพื่อหาข้าวเหนียวสายพันธุ์ใหม่ที่มีความเหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวเม่า ดร.ศิรวิชชญ์ เรืองสุข นักวิชาการเกษตรของศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดอุบลราชธานี ได้ค้นพบข้าวเหนียวสายพันธุ์ใหม่คือ สายพันธุ์ KK-NUR-82003-SKN-69-1-1 ซึ่งเป็นข้าวไม่ไวแสง ปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรังอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 125 วัน ต้นสูง 140 เซนติเมตร เมล็ดเรียวยาวเมื่อนึ่งสุกอ่อนนุ่มและมีกลิ่น

2.2.2 ระยะการเก็บเกี่ยว

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวข้าวสำหรับทำข้าวเม่าจะเริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคมเป็นต้นไป จนถึงเดือนตุลาคม ของทุกปี สำหรับการผลิตข้าวเม่า จากข้าวแก่เป็นการผลิตข้าวเม่านอกฤดูกาลจะใช้ ข้าวที่มีสีเหลืองอยู่ในระยะแก่จัด เป็นข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะปกติ จะต้องนำข้าวมาแช่น้ำ ให้นุ่มเหมือนกับข้าวอ่อน หลงจากนั้นจึงนำมาคั่ว และตำให้แบนเหมือนการเตรียมข้าวเม่าจากข้าวอ่อน ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีสีและไม่มีกลิ่นมากนักส่วนใหญ่มักจะเติมแต่งด้วยสีผสมอาหาร แต่บางแห่งอาจใช้สีย้อมผ้า

2.2.3 วิธีการผลิตข้าวเม่า

การผลิตข้าวเม่าจะมีวิธีการผลิตเหมือนกันเกือบทุกท้องที่ โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1. การแยกเนื้อข้าวออกจากรวง ข้าวที่เก็บเกี่ยวมาทำข้าวเม่ามักมีสีเขียวและลำต้นยังสด อยู่มากเมล็ดยังติดแน่นอยู่บนรวง ก่อนอื่นจะต้องแยกเมล็ดออกจากรวง วิธีที่ปฏิบัติกัน คือ นำรวงข้าวมามัดเป็นฟ่อน แล้วฟาดลงบนราวไม้ โดยใช้เท้าย่ำและขยี้ไปมา ให้เมล็ดข้าวหลุดออกและหล่นลงบนผ้าใบ หลังจากนั้นจึงเก็บรวมไว้แล้วนำไปทำข้าวเม่าทันที

2. การทำความสะอาด เมล็ดข้าวที่ได้จากการฟาด มักมีสิ่งสกปรกอยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเศษใบข้าวและเศษใบหญ้า สิ่งเหล่านี้จะแยกออกไป วิธีที่ปฏิบัติ คือ นำข้าวไปลอยน้ำ ส่วนที่ เป็นเศษใบไม้และเมล็ดลีบจะลอยตัวใช้ช้อนทิ้งไป ส่วนข้าวแก่ที่ใช้ผลิตข้าวเม่านอกฤดูกาล ก็ต้องนำมาแช่น้ำเช่นกัน เป็นการทำลายฝุ่นละอองที่ติดอยู่ให้หมดไป นอกจากนี้ยังทำให้ข้าวนิ่มด้วย ข้าวที่แช่น้ำ แล้วจะนุ่มไม่แหลกเป็นผง เมื่อนำไปตำเป็นข้าวเม่า สำหรับเวลาการแช่ของข้าว แต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไป เช่น ข้าวเหนียวและข้าวเจ้าธรรมดา จะใช้เวลา ประมาณ 24 ชั่วโมง แต่ข้าวหอมมะลิ ใช้เวลา ประมาณ 12 ชั่วโมง สำหรับขั้นตอนนี้จะมีการใส่สีผสมอาหารลงไปด้วย เป็นการเตรียมข้าวให้มีสีเขียวอ่อนๆ

3. การคั่วข้าว การคั่วเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เป็นขั้นตอนที่ทำให้ข้าวสุกมีเนื้อนุ่มสามารถบีบให้แบน โดยไม่ทำให้เมล็ดแตก การคั่วจะเริ่มขึ้นเมื่อมีการเตรียมเครื่องตำให้พร้อม ป้องกันไม่ให้เมล็ดข้าวเย็นตัวก่อนตำ นำข้าวมาใส่ลงในภาชนะที่สานด้วยไม้ไผ่ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ แล้วเทลงในกระทะคั่วให้สุก ถ้าต้องการให้กลิ่นข้าวใหม่ จะต้องใส่ใบเตย ที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆลงไปด้วยการคั่ว จะสิ้นสุดลง เมื่อมีการแตกของข้าว 6 – 8 เมล็ด หรือใช้เวลา คั่วประมาณ 15 – 20 นาที ค่อยยกลงจากเตา

4. การบีบให้แบน การบีบให้แบนเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งข้าวที่ผ่านการคั่วและทำให้เนื้อนุ่มแล้วจะผ่านการตำเพื่อให้แบน วิธีการผลิตจะเหมือนกันหมด คือการตำส่วนจะตำให้แบนเท่าใดหรือนานเท่าใดนั้นมิได้กำหนดไว้ แต่อาศัยประสบการณ์ ข้าวเม่าที่ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มี 2 แบบ คือแบบกลมและแบบแบน การตำข้าวเม่าชนิดแบนต้องการแรงกระแทกของกระเดื่องมากกว่าการตำข้าวเม่าชนิดกลมและใช้เวลาในการตำนานกว่า การตำมักจะก่อให้เกิดปัญหาบ้างในบางครั้ง กล่าวคือ จะทำให้เมล็ดข้าวที่ติดกันเป็นก้อน ชาวบ้านเรียกว่า "ขี้แมว" โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าเมล็ดข้าวนุ่มเกินไป การทิ้งข้าวไว้ 5 – 10 นาที หรือมีอุณหภูมิประมาณ 80 – 90 องศาเซลเซียส จะช่วยให้เมล็ดข้าวเย็นตัวลง การตำจะไม่ทำให้เมล็ดข้าวเกาะตัวกัน อีกประการหนึ่งในขณะตำควรคุ้ยข้าว เพื่อให้เมล็ดข้าวสัมผัสกับการตำมากที่สุด ก็จะช่วยให้เมล็ดข้าวแยกตัวกันด้วย การตำในขั้นนี้ยังมีความสำคัญที่ช่วยให้เมล็ดข้าวหลุดออกจากเนื้อข้าวด้วย การทิ้งข้าวให้เย็นมากเกินไปเมล็ดจะแตกเมื่อสัมผัสกับการตำ หรือทำให้ข้าวเม่าป่นละเอียด

การบีบให้แบนเป็นเป็นเทคนิคของผู้ผลิตแต่ละราย ผู้ที่ใช้เครื่องจักรจะบังคับใช้แรงได้ตามต้องการ 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 ส่วนจะผ่านตะแกรงชั้นกลางและตกลงภาชนะที่ รองรับอยู่ด้านล่าง สำหรับการผลิตแบบอุตสาหกรรมจะใช้ตะแกรงร่อนอย่างต่อเนื่อง โดยแยกเปลือกและรำออกไปอย่างอัตโนมัติ

6. การตากแห้ง ข้าวเม่าที่ผลิตในฤดูกาลจะนำไปทำเป็นข้าวเม่าคลุก และนำไปขายทันที ไม่มีการตากแห้ง ส่วนที่เหลือจะเก็บไว้ในกระบุงหรือกระจาด เป็นภาชนะที่โปร่ง ลมจะผ่านได้ข้าวเม่าจะไม่เสียเพราะเชื้อรา 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

คุณค่าทางโภชนาการอาหารของข้าวเม่า พบว่า ข้าวเม่ามีปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องหรือ ข้าวซ้อมมือจากข้าวเม่าข้าวเจ้า และยังมีสีเขียวธรรมชาติของคลอโรฟิลล์ ทำให้น่ารับประทาน ดังแสดงในตาราง 5

ตารางที่ 5 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

คุณค่าทางโภชนาการอาหารของข้าวเหนียว ข้าวกล้อง และข้าวสาร พบว่า ข้าวกล้อง มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวสารและข้าวเหนียว ดังแสดงในตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 สารอาหารข้าวกล้อง และข้าวสาร (ร้อยละ)

สารอาหารและวิตามิน	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร
โปรตีน	7.1-8.3	6.3-7.1
ไขมัน	1.6-2.8	0.3-0.5
เยื่อใย	0.6-1.0	0.2-0.5
เถ้า	1.0-1.5	0.3-0.8
แป้ง	75.9	76.7-78.4
วิตามิน บี1	2.9-6.1	0.2-1.1
วิตามิน บี2	0.4-1.4	0.2-0.6
วิตามิน บี3	35-53	13-24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 สารอาหารในข้าวเหนียว กข.6

สารอาหาร	ร้อยละ
ความชื้น	10.31
ไขมัน	0.75
โปรตีน	6.47
เถ้า	0.53
เยื่อใย	0.43
คาร์โบไฮเดรต	81.51

2.2.4 การพองตัวของข้าวเม่า

จากการเปรียบเทียบการพองตัวของข้าวเม่าดั่วพอง และทอดพอง พบว่าข้าวเม่าทอดพองที่ได้ จากพันธุ์ข้าวทุกพันธุ์ที่ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวเดียวกันจะมีคุณภาพการพองตัวได้แก่ อัตราส่วนการพองตัว (ตารางที่ 6) และปริมาตรการพองตัว (ตารางที่ 7) ที่สูงกว่าข้าวเม่าดั่วพอง เนื่องจากการทอดใช้น้ำมันเป็นตัวนำความร้อนน้ำมันที่ร้อนจะสัมผัสกับเมล็ดข้าวตลอดเวลา และทุกส่วนของเมล็ดจนกระทั่งเมล็ดข้าวพองตัวได้หมด การพองตัวของเมล็ดข้าวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ทอดด้วย น้ำมันที่ใช้ทอดควรมีอุณหภูมิ 175 – 200 องศาเซลเซียส (Fox และ Camaron, 1970) ถ้าหากข้าวมีความชื้นต่ำหรือสูงเกินไป จะทำให้ได้การพองตัวของเมล็ดข้าวที่ต่ำ คือข้าวจะพองได้น้อยหรือพองได้ไม่เต็มที่ นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการพองตัวด้วย การใช้อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ข้าวไหม้ก่อนที่จะพองตัวได้หมด แต่ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำเกินไปอาจทำให้ข้าวไม่พองหรือพองได้น้อยลงเพราะแรงดันไอ (stream pressure) ที่เกิดขึ้นไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการพองตัวของเมล็ดข้าว นอกจากนั้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบค่า bulk density พบว่าข้าวทอดพองให้ค่า bulk density ที่สูงกว่าข้าวเม่าดั่วพอง ทั้งๆ ที่มีอัตราส่วนการพองตัว และปริมาตรการพองตัวที่สูงกว่าซึ่งควรจะให้ค่า bulk density ที่ต่ำกว่า เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากวิธีทอดเป็นการลดความชื้นและเพิ่มน้ำมันในอาหาร ปริมาณน้ำมันจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความชื้นของผลิตภัณฑ์ก่อนทอด ถ้ามีความชื้นสุดท้ายก่อนทอดสูงจะดูดน้ำมันได้มาก และอุณหภูมิที่ใช้ทอดถ้าต่ำเกินไป และทอดนานจนทำให้สุกมากเกินไปก็เป็นสาเหตุททำให้อมน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนการพองตัวของข้าว 5 พันธุ์

วิธีการแปรรูป	ประเภท	พันธุ์	อัตราส่วนการพองตัว (เท่า)		
			หลังติดเมล็ด 15 วัน	หลังติดเมล็ด 20 วัน	หลังติดเมล็ด 25 วัน
คั่วพอง	ข้าวเจ้า	ขาวดอกมะลิ 105	3.12	2.7	2.48
		กข 15	2.53	1.81	3.02
	ข้าวเหนียว	กข 6	2.4	2.48	2.59
		กข 8	2.59	2.9	2.89
		สันป่าตอง	2.75	2.46	2.62
ทอดพอง	ข้าวเจ้า	ขาวดอกมะลิ 105	4.12	3.38	3.84
		กข 15	3.14	3.21	4.19
	ข้าวเหนียว	กข 6	3.73	4.16	3.68
		กข 8	4.72	4.54	4.71
		สันป่าตอง	4.32	3.93	4.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยปริมาณการพองตัวของข้าว 5 พันธุ์

วิธีการแปรรูป	ประเภท	พันธุ์	ปริมาณการพองตัว (ml/g)		
			หลังติดเมล็ด 15 วัน	หลังติดเมล็ด 20 วัน	หลังติดเมล็ด 25 วัน
คั่วพอง	ข้าวเจ้า	ขาวดอกมะลิ 105	4.12	3.81	3.58
		กข 15	3.5	2.61	4.2
	ข้าวเหนียว	กข 6	3.29	3.67	3.85
		กข 8	3.71	3.98	3.55
		สันป่าตอง	3.81	3.52	3.46
ทอดพอง	ข้าวเจ้า	ขาวดอกมะลิ 105	5.52	4.92	5.49
		กข 15	4.51	4.6	5.96
	ข้าวเหนียว	กข 6	5.26	5.36	5.09
		กข 8	5.86	6.08	6.08
		สันป่าตอง	6.09	5.29	6.5

สัดส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินในแป้งมีผลต่อคุณสมบัติทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่น ข้าวเหนียวมีอะไมโลสร้อยละ 0-5 จะให้ผลิตภัณฑ์ที่กรอบร่วนมาก ในทางตรงกันข้ามถ้าแป้งอะไมโลสสูงจะให้ผลิตภัณฑ์ที่แข็งกรอบ (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538)

2.3 อาหารขบเคี้ยว หรือ ขนมอบกรอบ (Snack food)

2.3.1 พัฒนาการและความหมายของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวนับว่ามีบทบาทในวิถีชีวิตของผู้บริโภครุ่นใหม่เป็นอย่างยิ่งดังจะเห็นได้ว่า มีการจัดวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในร้านค้าทั่วไปจำนวนมากและมีผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เข้าสู่ท้องตลาดอยู่ตลอดเวลา

1. พัฒนาการของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว (Snack food) พัฒนามาจากอาหารที่ใช้รับประทานระหว่างมื้อที่เรียกว่า อาหารว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การรับประทานอาหารว่างมีเหตุผลแตกต่างกันไปแต่ละคน บางคนรับประทานด้วยความเคยชินที่เป็นวัฒนธรรมในครอบครัวหรือในท้องถิ่น เป็นการใช้โอกาสในการพูดคุยเพื่อเพิ่มความใกล้ชิดสนิทสนม บางคนใช้เป็นเวลาเพื่อพักผ่อน บางคนรับประทานด้วยเหตุผลในเชิงสุขภาพ เพื่อให้ได้รับอาหารมากขึ้นเป็นต้น

การพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารว่างในระดับสากล มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตพัฒนาส่วนผสมที่ใช้ปรุงรส และรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้อาหารว่างน่ารับประทานและสะดวกมากยิ่งขึ้น

เทคโนโลยีการผลิตอาหารขบเคี้ยวที่ได้นำความรู้ทางเคมีและฟิสิกส์มาพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเป็นที่รู้จักกันดี คือ เทคโนโลยีของเครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์ (extruder) ที่ช่วยผลิตอาหารประเภทพองกรอบโดยมีรูปร่างและขนาดต่างๆ กัน เป็นที่นิยมกันแพร่หลายของผู้บริโภค

อาหารว่างหลายชนิดที่ได้พัฒนารูปแบบที่เหมาะสมจึงสามารถเข้าสู่ความต้องการของผู้บริโภคได้โดยง่ายก่อให้เกิดพฤติกรรมในการรับประทานอาหารที่ไม่เป็นเวลาที่แน่นอนจนยากที่กำหนดว่าเป็นอาหารว่างในช่วงเวลาใด เพราะมีการรับประทานในทุกโอกาสตามแต่ผู้บริโภคแต่ละคนต้องการ

จากพฤติกรรมการบริโภคอาหารจุบจิบ (nibble type products) ดังกล่าว จึงทำให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากอาหารว่างที่ใช้รับประทานทั่วไปให้มีลักษณะเฉพาะ ที่สะดวกต่อการบริโภคมากขึ้นในทุกโอกาสไม่ต้องเสียเวลาจัดเตรียม การจะเรียกว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างอาจก่อให้เกิดความสับสน เพราะไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการบริโภค การรับประทานไม่ใช่รับประทานเฉพาะในเวลาอาหารว่างเท่านั้น แต่มีการรับประทานในเวลาต่างๆ กัน และยังมีอาหารว่างอื่นอีกหลายชนิดที่ยังไม่ได้พัฒนารูปแบบที่เหมาะสม ที่จะจัดอยู่ในอาหารกลุ่มใหม่นี้ ด้วยเหตุผลนี้จึงมีการเรียกผลิตภัณฑ์กลุ่มใหม่นี้ว่า “ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว”

2. ความหมายของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ที่ผ่านมายังไม่มีการให้ความหมายของคำว่า “อาหารขบเคี้ยว” อย่างชัดเจน เป็นเพียงความพยายามในการที่จะจัดกลุ่มของผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ ในการใช้คำภาษาอังกฤษเมื่อกล่าวถึงผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวนิยมใช้คำว่า Snack food หรือ Snack food producte มากกว่าคำว่า Snack ที่รู้จักกันดีว่าหมายถึง อาหารว่าง แต่ทั้งนี้ไม่ได้มีการตกลงที่ชัดเจน จึงยังมีการใช้คำต่างๆ เหล่านี้ปะปนกันอยู่ตลอดเวลา

ดังนั้นเมื่อกล่าวถึง “อาหารว่าง” และ “อาหารขบเคี้ยว” ในความหมายของการนำมารับประทานระหว่างมื้อก็สามารถหมายถึงอาหารชนิดเดียวกันได้เพราะอาหารขบเคี้ยวสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

107399

นำมารับประทานเป็นอาหารว่างได้ แต่อาหารที่ใช้รับประทานเป็นอาหารว่างมิใช่จะจัดเป็นอาหารขบเคี้ยวได้ ต้องพิจารณารูปแบบและลักษณะของอาหารเสียก่อน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่รับประทานง่าย สามารถรับประทานได้ทันที หรือไม่ต้องเสียเวลาจัดเรียงมากนัก สะดวกในการพกติดตัวใช้รับประทานเป็นอาหารว่างหรือในโอกาสต่างๆ ตามที่ผู้บริโภคต้องการ โดยไม่มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้เป็นอาหารหลัก

2.3.2 การขยายตัวการผลิตและจำหน่ายอาหารขบเคี้ยว

ธุรกิจผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างกว้างขวางทั้งในเชิงการผลิตและการจัดจำหน่าย แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 6 ประเภท คือ อาหารขบเคี้ยวที่ทำจากแป้ง ถั่วอบกรอบ มันฝรั่งทอดกรอบ ข้าวเกรียบกุ้ง ปลาหมึก ปลาเส้น และข้าวโพด โดยมีตลาดผลิตภัณฑ์ประเภทแป้งปรุงรสเป็นตลาดใหญ่ที่สุด การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในตลาดที่มีการแข่งขันกันสูงจึงจำเป็นที่ผู้ผลิตจะต้องสร้างจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ให้ชัดเจน กลยุทธ์ที่สำคัญได้แก่ การเน้นคุณภาพที่ไม่เหมือนใคร หรือแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น เช่น เน้นรสชาติ รูปแบบ คุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนภาชนะบรรจุให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ (Health snack food) มีแนวโน้มในการขยายตัวมากยิ่งขึ้น เพราะนอกจากจะรับประทานเป็นอาหารว่างหรือรับประทานเพื่อประทังความหิวแล้วยังให้คุณค่าทางโภชนาการสอดคล้องกับพฤติกรรมผู้บริโภคยุคใหม่ที่ให้ความสนใจในการดูแลสุขภาพของตนเองมากยิ่งขึ้น จากการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารพบว่าผู้บริโภคบางกลุ่มคือ เด็ก วัยรุ่น หญิงมีครรภ์ และหญิงให้นมบุตรมีความเสี่ยงต่อการได้รับสารอาหารบางชนิดไม่เพียงพอและเกิดปัญหาสุขภาพได้ ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการคิดค้นและพัฒนาอาหารขบเคี้ยวเพื่อช่วยให้ผู้บริโภคดังกล่าวได้รับสารอาหารเพิ่มมากยิ่งขึ้น

2.3.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเป็นกลุ่มของผลิตภัณฑ์ที่มีหลายชนิด และเป็นกลุ่มที่อยู่ระหว่างการพัฒนา จึงทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ออกมาอยู่ตลอดเวลา การให้ความหมายหรือแม้แต่การจัดแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจึงยังไม่มีการกำหนดที่ชัดเจน แต่ที่การจัดแบ่งประเภทที่แตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. การจัดแบ่งตามประเภทของส่วนประกอบหลักที่ใช้ในการผลิต เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทแป้ง มันฝรั่ง นม เนื้อสัตว์ ถั่ว ผลไม้ ช็อกโกแลต ลูกอมหรือลูกกวาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การจัดแบ่งประเภทตามอุณหภูมิอาหารขณะเสิร์ฟ เป็นประเภทร้อน (hot snack) เช่น พิซซ่าขนาดเล็ก ก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูป ปอเปี๊ยะทอด ครัวซองสอดไส้ (filled croissants) หรือที่เป็นประเภทเย็น เช่น โยเกิร์ต คุกกี้ ผลไม้อัดเป็นแท่ง ช็อกโกแลต

3. การจัดแบ่งตามอายุการเก็บรักษา โดยจัดแบ่งเป็นประเภทที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น ไม่เกิน 7 วัน เช่น พาสตา (pasta) พาย (pie) แซนด์วิช ซึ่งเป็นกลุ่มของอาหารคาว (savory snack) และน้ำผลไม้ และเค้กผลไม้ซึ่งเป็นกลุ่มอาหารหวาน (sweet snack) และประเภท ที่มีอายุการเก็บรักษานาน คือ เก็บได้นานกว่า 7 วัน โดยมากเป็นประเภทอาหารหวานมากกว่าอาหารคาว เช่น ผลไม้อัดเป็นแท่ง (fruit bar)

4. การจัดแบ่งตามประเภทกรรมวิธีการผลิต โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทที่ผลิตด้วยวิธีเอกซ์ทรูดเดอร์ และประเภทที่ผลิตด้วยวิธีอื่นๆ ที่ไม่ใช้วิธีเอกซ์ทรูดเดอร์ เช่น อบ คั่ว ทำให้แห้ง ฯลฯ

2.4 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 สำหรับพันธุ์ข้าวไม่หอมนั้นพบว่าปริมาณแฮกซานอลมีความสัมพันธ์ทางด้านลบกับกลิ่นหอมของข้าว คือ ข้าวที่มีปริมาณแฮกซานอลมากจะมีกลิ่นหอมลดน้อยลง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2.5 เตย

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

2.5.1 กลิ่นของใบเตย

สารประกอบที่ให้กลิ่นในใบเตยมีหลายชนิด โดยกลิ่นของใบเตยจะเปลี่ยนไปเมื่อมีการนำใบเตยมาแปรรูป ซึ่งทำให้องค์ประกอบของสารให้กลิ่นเปลี่ยนแปลง ในใบเตยสดสารระเหยที่วิเคราะห์พบเป็นปริมาณหลัก โดยคิดเป็นร้อยละ 73 ของสารระเหยที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 2 คือ 3-methyl-2(5H)-furanone ซึ่งให้กลิ่นในลักษณะฉุน, หวาน และคล้ายยา และจะพบสารให้กลิ่นเหม็นเขียว ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน 6 อะตอม ได้แก่ 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 กลิ่นใบยาสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เกิดในพืชส่วนใหญ่จะเกิดจากกระบวนการแปรรูปไปเปลี่ยนแปลงสารที่ไม่ระเหยให้กลายเป็นสารให้กลิ่นเช่นเดียวกับการเกิดกลิ่นต้มในอาหาร (Jiang,1999 อ้างโดย แววตา ชี้ทางดี , 2547)

ตารางที่ 10 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)

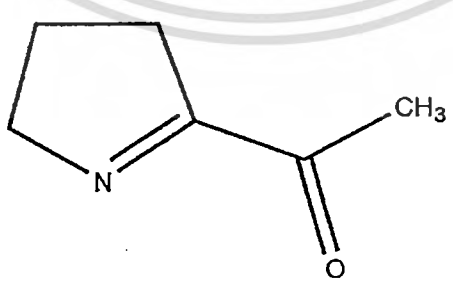
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2. สารให้กลิ่นสำคัญในใบเตย

แม้ว่ากลิ่นของอาหารจะเกิดจากสารระเหยหลายชนิด แต่จะมีสารระเหยเพียงบางชนิดที่เป็นสารระเหยที่มีความสำคัญต่อกลิ่นอาหารชนิดนั้นๆ ซึ่งจะเรียกสารระเหยเหล่านั้นว่าเป็น key odor compounds สำหรับในใบเตย สารระเหยที่เป็นสารให้กลิ่นสำคัญได้แก่ 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



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

ที่มา : แววตา ชี้ทางดี, 2547.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 เป็น

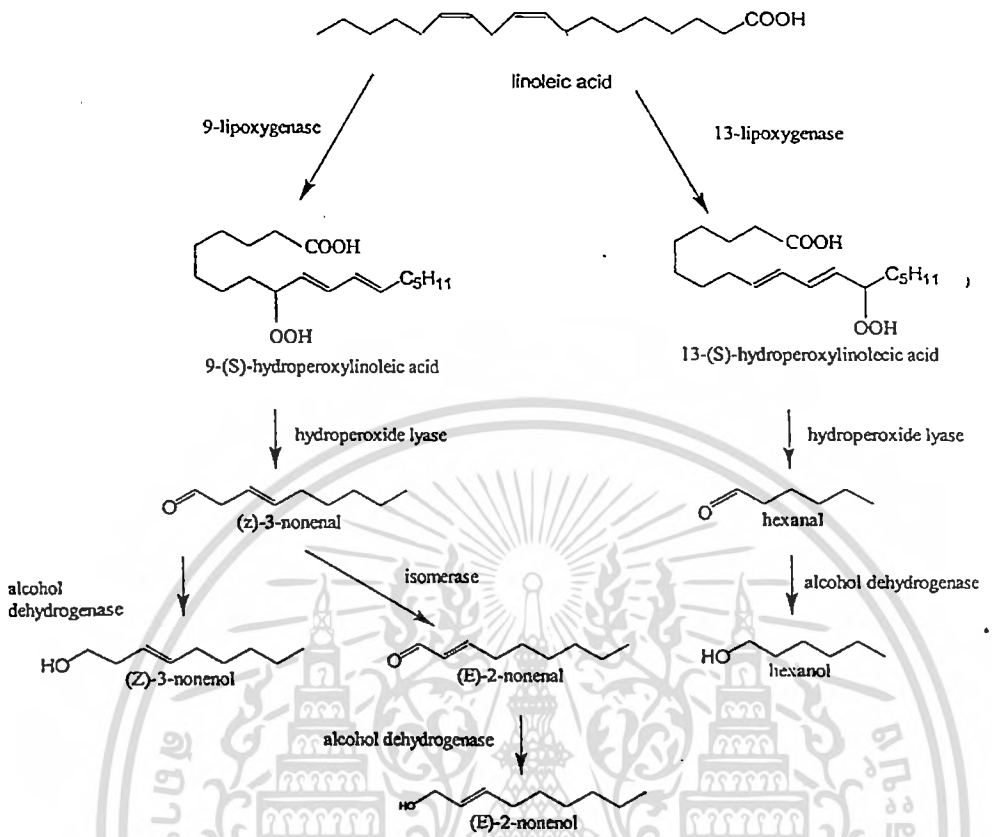
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยกำหนด 1-pyrroline ซึ่งเป็นสารตัวกลางที่สำคัญในการเกิด 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

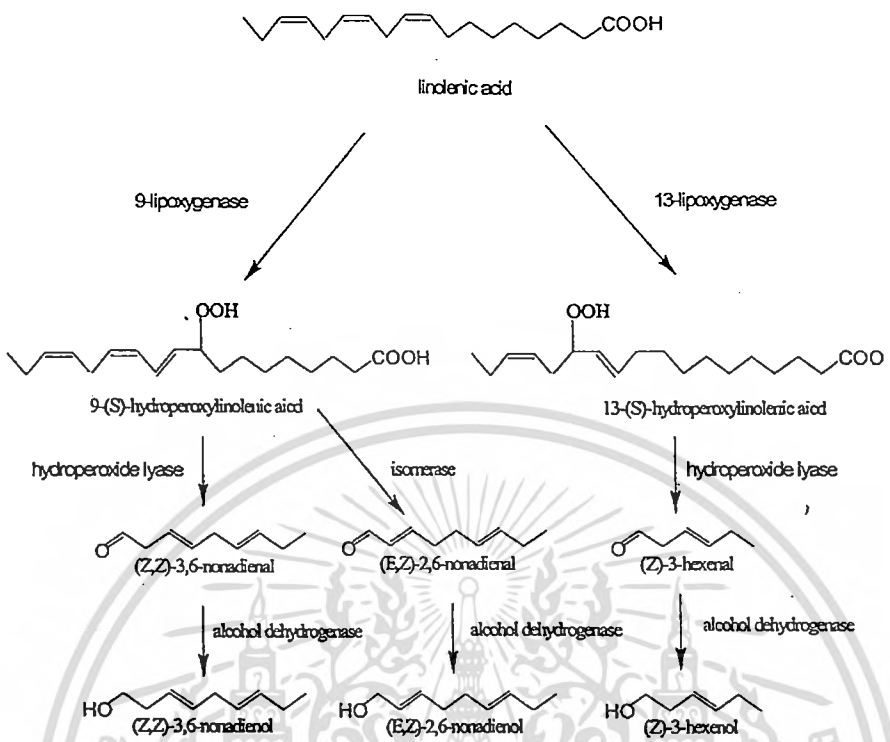
กลิ่นเหม็นเขียวของใบเตยมาจากอัลดีไฮด์สายสั้นได้แก่ hexenel (กลิ่นใบไม้) nonenal (กลิ่นเหม็นเขียว) nonadienal (กลิ่นใบไม้) และ n-hexanal (กลิ่นหญ้า) สารระเหยเหล่านี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้แก่ ลิโนอิกและ ไลโนลิอิก ผ่าน lipoxygenase pathway กระบวนการเกิดสารให้กลิ่นเหม็นเขียวนี้จะเกิดขึ้นเมื่อเนื้อเยื่อพืชเกิดการฉีกขาด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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 การเกิดสารให้กลิ่นเหม็นเขียวจากกรดไขมันลิโนเลอิกเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์
ที่มา : ดัดแปลงจาก Takeoka, 1999 (อ้างโดย แววตา ชี้ทางดี, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

จากภาพที่ 2 และ 3 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 ที่แตกต่างกันจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้สารให้กลิ่นเหม็นเขียวแตกต่างกันไป ในพืชแต่ละชนิดจากกลไกที่เกิดกลิ่นเหม็นเขียวในพืชทำให้ทราบว่าหากต้องการศึกษากลิ่นของใบเตยแปรรูปให้ถูกต้อง ควรทำการยับยั้งการทำงานของเอมไซม์ก่อนการบดตัวอย่างเพื่อสกัดสารระเหยให้กลิ่น เนื่องจากโดยปกติการใช้ใบเตยแต่งกลิ่นอาหารจะใช้ในรูปใบเตยทั้งใบโดยไม่มีการบด ดังเช่นการสกัดเพื่อศึกษาสารให้กลิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

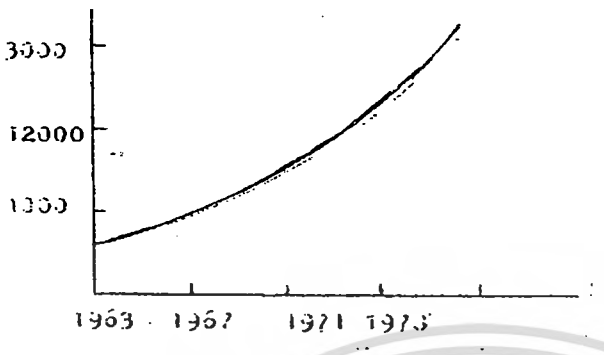
3-methyl-2(5H)-furanone เกิดในอาหารเนื่องจากการแปรรูป เช่น พบในชีส, และเฟอร์เม็นเต็ด ซอย ไฮโดรไลซีส (fermented soy hydrolysate)เป็นต้น กลิ่นของ 3-methyl-2(5H)-furanone จะมีในลักษณะของกลิ่นคาราเมล, กลิ่นหวาน, กลิ่นคล้ายยาและกลิ่นน้ำผึ้ง แต่สำหรับในใบเตยมีรายงานว่าจะพบสารระเหยชนิดนี้ในใบเตยสด โดยเป็น secondary 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

2.6 การแยกสารระเหยและทำให้เข้มข้น

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

ตั้งแต่ปี 1960 เป็นต้นมา การบ่งบอกชนิดของสารมีระบบที่ดีขึ้นโดยมีการเจาะจงที่จะค้นหาสารที่มีความสำคัญในการให้กลิ่นหอมระเหยจริงๆ โดยใช้เทคนิคการทดสอบทางด้านกลิ่นมาร่วมด้วย กราฟต่อไปนี้แสดงถึงจำนวนสารระเหยที่ค้นพบเพิ่มขึ้น จนถึงปี 1978 ดังแสดงในภาพที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 สำหรับการทดลองอันใดอันหนึ่งโดยเฉพาะ ตัวกำหนดเหล่านี้ได้แก่

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

โดยปกติเราสามารถแยกสารระเหยจากอาหารได้หลายวิธี ซึ่งจะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ในการแยกสารระเหยจะต้องระลึกอยู่เสมอว่าสารระเหยมีมากมายหลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีจุดเดือดต่างๆกัน เมื่อใช้วิธีกลั่นจะต้องเลือกเงื่อนไข โดยพิจารณาความสามารถในการกลายเป็นไอของสารที่ต้องการศึกษา ในการเลือกใช้ตัวทำละลายมากๆ จะได้ไม่ปนกับตัวทำละลาย ทำให้แยกสารระเหยออกจากตัวทำละลายในตอนหลังง่ายขึ้น Polarity ของสารระเหยมีความสำคัญในการเลือกตัวทำละลาย ความสามารถในการละลายของสารระเหยในสารละลายจะต้องสูงเงื่อนไขที่ใช้ในการแยกจะต้องคำนึงถึงความเสถียรของสารระเหย หมายถึงเราควรจะทำที่อุณหภูมิต่ำถ้าหากสารระเหยไม่เสถียรเมื่อถูกความร้อน และถ้าสารระเหยเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นง่ายไม่ควรจะให้ถูกกับออกซิเจนมาก

มาตรฐานอื่นๆที่ใช้ตัดสินเลือกวิธีที่เหมาะสมก็คือความเข้มข้นของสารระเหยซึ่งจะช่วยในการกะปริมาณของวัสดุที่นำมาใช้เพื่อให้ได้สารเพียงพอ และควรจะพิจารณาถึงจุดประสงค์ของการทดลองก่อน ถ้าการทดลองเป็นการวิเคราะห์บ่งบอกชนิดของสารระเหยที่ยังไม่รู้จัก จำเป็นจะต้องให้ได้ปริมาณมาก และสิ่งที่สกัดออกมาจะมีความคงสภาพเหมือนเดิมอยู่หรือไม่ ถ้าเป็นการวิเคราะห์หาความเข้มข้นจะต้องทราบว่าผลที่ได้กลับมาในการแยกและสกัด และทำให้ข้นนั้นมากน้อยเท่าไร อาหารมักจะมีสารระเหยตามส่วนต่างๆไม่เท่ากัน และมักจะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ถ้าหากแยกเอาแต่ส่วนที่มีสารระเหยอยู่มากออกก่อนแล้วนำส่วนนี้ไปแยกสารระเหยอีกทีก็จะได้ผลดีขึ้น สถานะของสารอาหารก็มีความสำคัญไม่น้อย ซึ่งสารอาหารอาจอยู่ในรูปของแข็ง ของเหลว หรือไขมัน และน้ำมัน ของแข็งนั้นสามารถนำมาทำให้มีลักษณะเป็นของเหลวข้นก่อน

วิธีส่วนมากจะใช้ตัวอย่างเป็นของแข็ง หรือของเหลว และมักจะเป็นการทำแบบไม่ต่อเนื่อง จึงควรจะออกแบบเครื่องมือโดยคำนึงถึงขนาด ปริมาณของสารที่จะใช้แต่ละครั้ง สำหรับตัวอย่างที่เป็นของเหลวในระดับห้องปฏิบัติการจะมีเครื่องมือที่เป็นทั้งแบบทดลองต่อเนื่อง และกึ่งต่อเนื่องทำให้สามารถใช้กับสารปริมาณมากๆได้

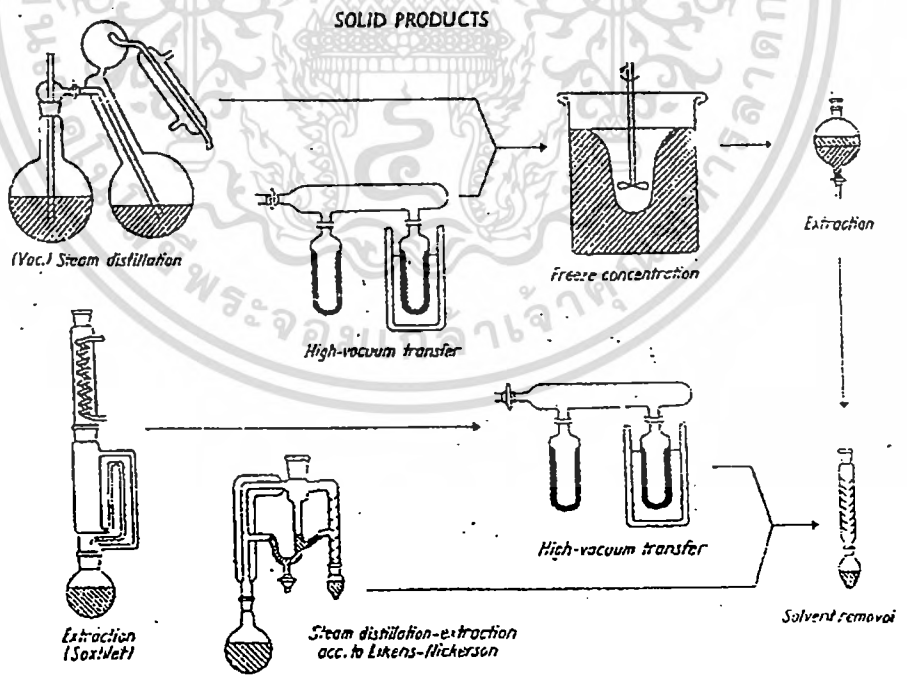
สิ่งสำคัญอีกประการคือ องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาทดลอง ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณสารระเหยที่ได้กลับคืนมา เช่น เป็นที่ทราบดีว่าโปรตีน และสารโมเลกุลใหญ่อื่นสามารถดูดสารระเหยเอาไว้ได้ นอกจากนั้น องค์ประกอบดังกล่าวยังทำให้เกิดสารแขวนลอยหรือเกิดฟองได้หรือไม่ได้ด้วยในขณะทำการสกัดหรือการกลั่น

ตามปกติข้อมูลเกี่ยวกับธรรมชาติของสารระเหย และความเข้มข้นของมัน ในผลิตภัณฑ์อาหารมักจะหาไม่ค่อยได้ สิ่งที่สามารถนำมาเป็นตัวตัดสินเลือกวิธีการแยกสารระเหย จึงมีแต่สถานะของผลิตภัณฑ์ องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ จุดประสงค์ในการวิเคราะห์และการกระจายอยู่ของสารระเหยตามส่วนต่างๆของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการแยกสารระเหยแต่ละวิธีมักจะมีความจำเพาะต่อสารต่างชนิดกันไป จึงเป็นไปไม่ได้ที่จะมีวิธีที่เหมาะสม สำหรับแยกสารระเหยทั้งหมดเพียงวิธีเดียว บางครั้งจึงต้องใช้หลายๆวิธีรวมกัน ภาพที่ 5 เป็นการแยกสารระเหยออกจากสารอาหารที่เป็นของแข็งโดยใช้การกลั่นธรรมดาหรือการกลั่นภายใต้สุญญากาศ การดูดอากาศออกภายใต้ความดันต่ำ (high-vaccuum transfer) การสกัดหรือการกลั่นและสกัดพร้อมกัน สารละลายเจือจางที่ได้ออกมาสามารถนำมาทำให้ข้นหรือลดปริมาณน้ำโดยใช้วิธีทำให้ข้น โดยการทำให้แข็ง (freeze-concentration) แล้วนำสารระเหยที่เข้มข้นสกัดด้วยตัวทำละลาย หลังจากนั้นสามารถทำสารระเหยที่ให้กลิ่นเข้มข้นขึ้นได้ โดยแยกเอาตัวทำละลายที่ใช้สกัดออก สารระเหยให้กลิ่นที่สกัดโดยตรงด้วยตัวทำละลาย จากสารอาหารสามารถนำเอามาทำให้ข้นโดยแยกเอาตัวสกัดออกไปและแยกสารระเหยออกจากสารไม่ระเหยที่ติดออกมาด้วย โดยดูดออกมาด้วยความดันต่ำ และขั้นสุดท้ายก็นำไปแยกเอาตัวทำละลายออกอีกที สำหรับวิธีแยกโดยใช้การกลั่นการสกัดพร้อมกัน สามารถนำมาทำสารระเหยเข้มข้นโดยนำมาแยกเอาตัวทำละลายออกไป

วิธีการแยกและทำสารระเหยให้เข้มข้น โดยละเอียดของแต่ละขั้นตอนจะได้กล่าวถึงต่อไป



ภาพที่ 5 วิธีการแยกและทำสารระเหยให้เข้มข้น จากตัวอย่างที่เป็นของแข็ง

ที่มา : แววตา ชี้ทางดี, 2547.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 การสกัด

การสกัดใช้ในการแยกสารระเหยโดยตรงจากอาหารหรือใช้แยกจากสารละลายที่เจือจางที่ได้จากการกลั่น ในการสกัดจะใช้หลักความสามารถในการละลายในตัวทำละลายของสารระเหย ถ้าต้องการศึกษาสารระเหยทั้งหมด เราก็ไม่จำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายที่จำเพาะ แต่ถ้าต้องการจะศึกษาสารระเหยประเภทใดประเภทหนึ่งจะต้องเลือกตัวทำละลายที่สามารถแยกสารดังกล่าวได้ดี 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(- 78 °ซ) และยังมีเครื่องที่ได้รับการปรับปรุง เพื่อใช้ในการสกัดด้วย Dichlorodifluoromethane ซึ่งมีจุดเดือดต่ำประมาณ – 29 °ซ อีกด้วย

2.7 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์หาสารหอมระเหย

2.7.1 แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry)

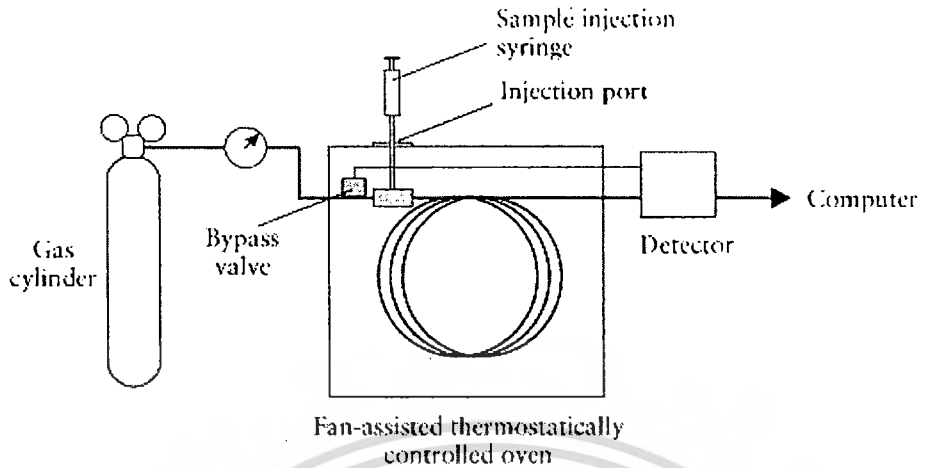
เป็นวิธีที่สามารถศึกษาชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารได้อย่างค่อนข้างแม่นยำโดยอาศัยการเปรียบเทียบ Fingerprint ของเลขมวล (Mass number) ของสารตัวอย่างนั้นๆ กับข้อมูลที่มีอยู่ในห้องสมุดสารชนิดต่างๆนอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณ (Quantitative analysis) และเชิงคุณภาพ (Qualitative analysis)GC-MS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

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

2.7.1.1 Gas Chromatograph (GC)

ทำหน้าที่ในการแยกองค์ประกอบของสารที่สามารถระเหยกลายเป็นไอ (Volatile organic compounds) ได้เมื่อถูกความร้อน กลไกที่ใช้ในการแยกองค์ประกอบต่างๆ ในสารตัวอย่างอาศัยหลักของความชอบที่แตกต่างกันขององค์ประกอบในตัวอย่างที่มีต่อเฟส 2 เฟส คือ Stationary phase และ Mobile phaseองค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ ดังแสดงในภาพที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ส่วนประกอบพื้นฐานของ GC
ที่มา : ดวงกมล อมรศักดิ์โสภณ, 2543.

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

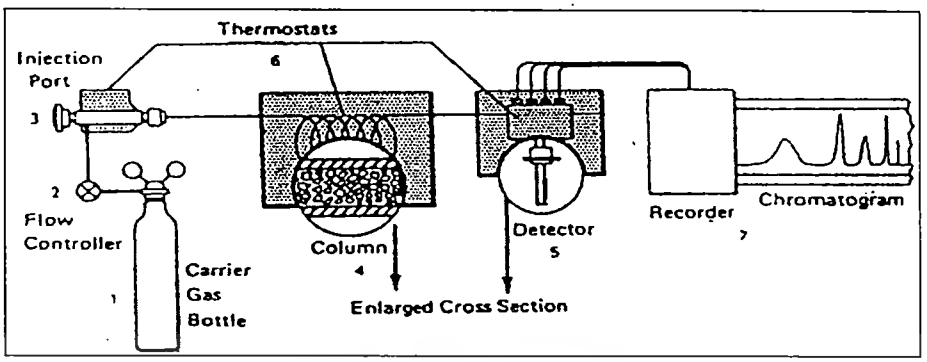
2. Oven คือ ส่วนที่ใช้สำหรับบรรจุ Column และเป็นส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิของ Column ให้เปลี่ยนไปตามความเหมาะสมกับสารที่ต้องการวิเคราะห์

3. Detector คือส่วนที่จะใช้สำหรับตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างและดูว่าสารตัวอย่างชนิดที่เราสนใจมีปริมาณอยู่เท่าใด

2.7.1.2 หลักการของ Gas Chromatography

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

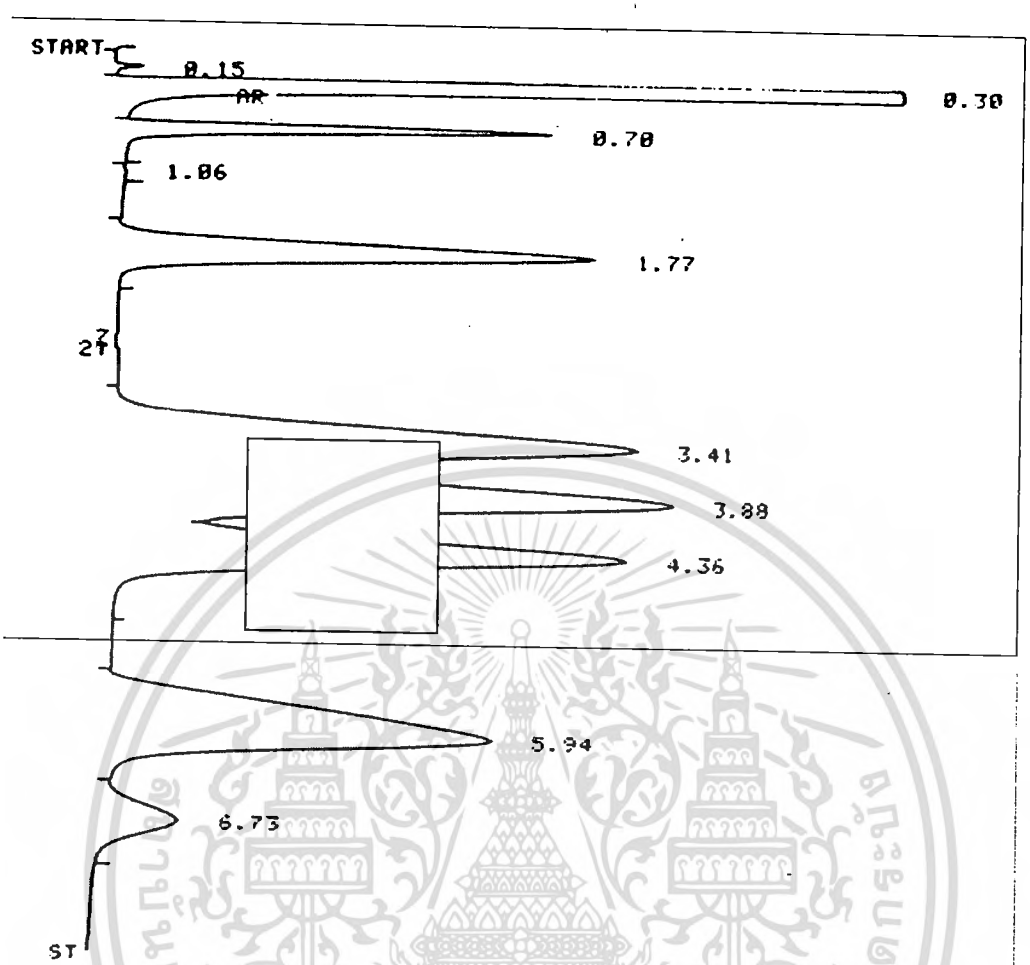
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

ในการวิเคราะห์ สารผสมตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าที่ sample injection port (ดังภาพที่ 9) สารผสมจะถูกให้ความร้อนจนกลายเป็นไอแล้วถูกพาเข้าไปใน column ด้วยเฟสเคลื่อนที่ องค์ประกอบของสารผสมจะแยกออกจากกันเมื่อเคลื่อนผ่าน column และถูกตรวจวัดโดย detector สัญญาณการตรวจวัดที่ได้จาก detector จะถูกบันทึกและแสดงออกมาในรูปของ chromatogram ดังภาพที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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: 7.4250 E+ 1

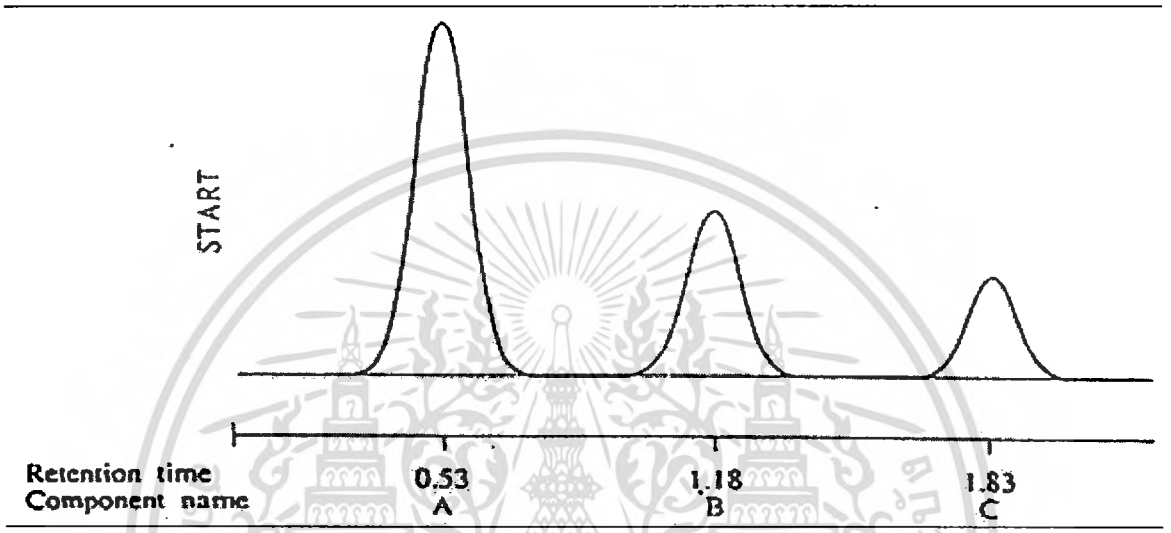
ภาพที่ 9 แสดงลักษณะของโครมาโทแกรมที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography

ที่มา : วนิดา คูอมรพัฒนะ, 2542.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.3 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

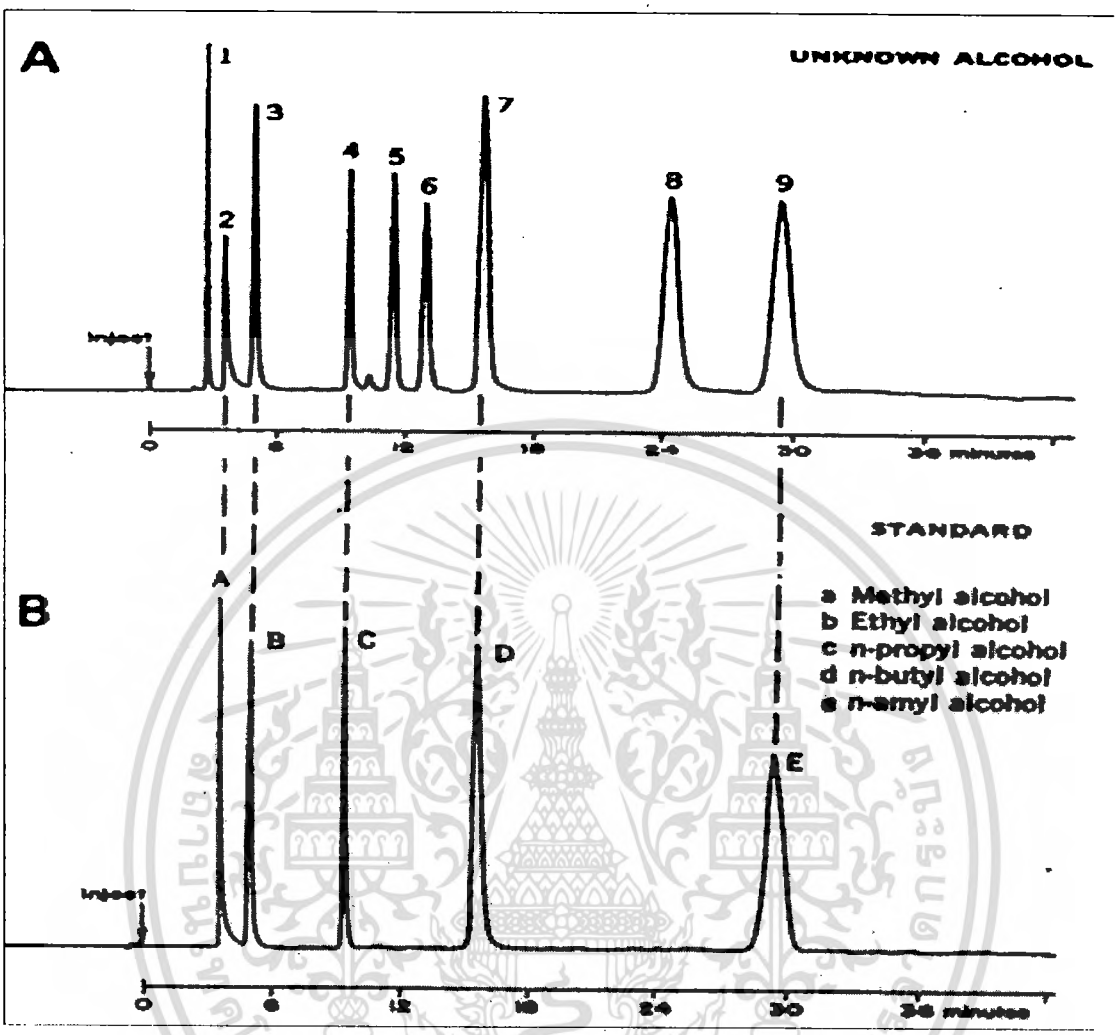
Retention time (RT) คือ เวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ในการเคลื่อนที่ผ่าน column นับจากเวลาเริ่มต้นของการวิเคราะห์ถึงตำแหน่งเวลาที่ detector อ่านค่าสัญญาณสูงสุด (peak) จากการตรวจวัดของสารนั้น ๆ ดังภาพที่ 10



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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

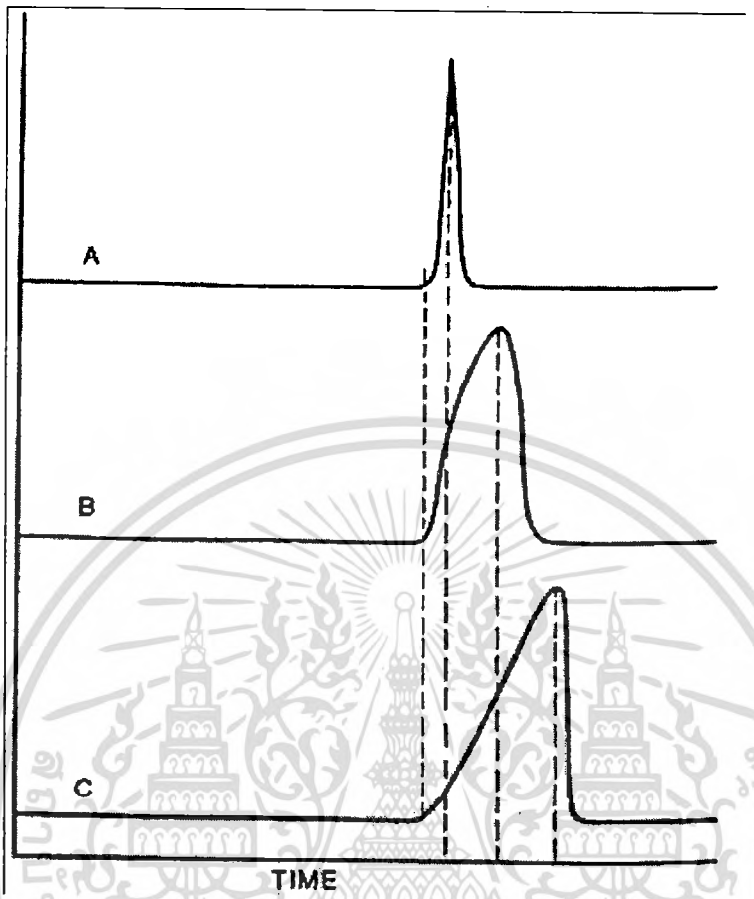


ภาพที่ 11 แสดงการวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยการเปรียบเทียบค่า Retention Time ของสารตัวอย่างกับสารองค์ประกอบมาตรฐาน

ที่มา : วนิดา ดูอมรพัฒนะ, 2542.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 แสดงผลกระทบของการฉีดปริมาณสารตัวอย่างกับ Retention Time

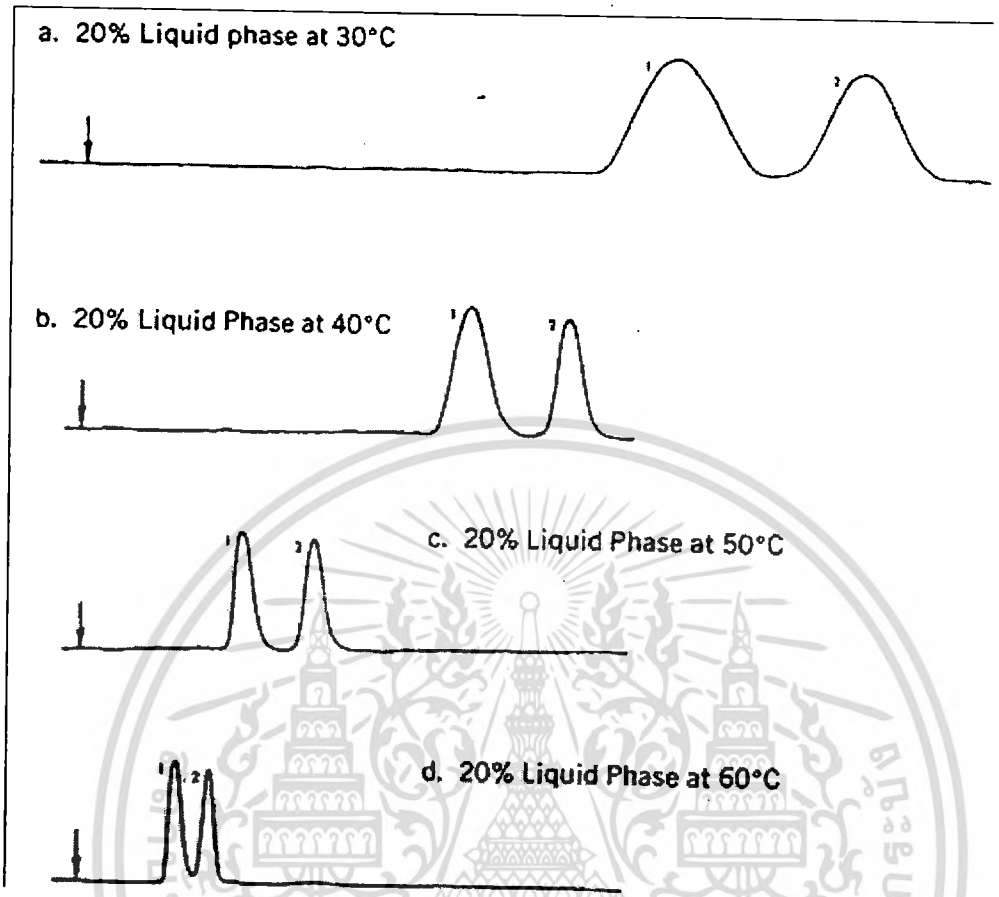
A. เมื่อคอลัมน์ไม่ overloaded

B. เมื่อคอลัมน์มี overloaded เล็กน้อย

C. เมื่อคอลัมน์มี overloaded มาก

ที่มา : วนิดา คูอมรพัฒนะ, 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 แสดงผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อ Retention Time
ที่มา : วนิดา คูอมรพัฒนะ,2542

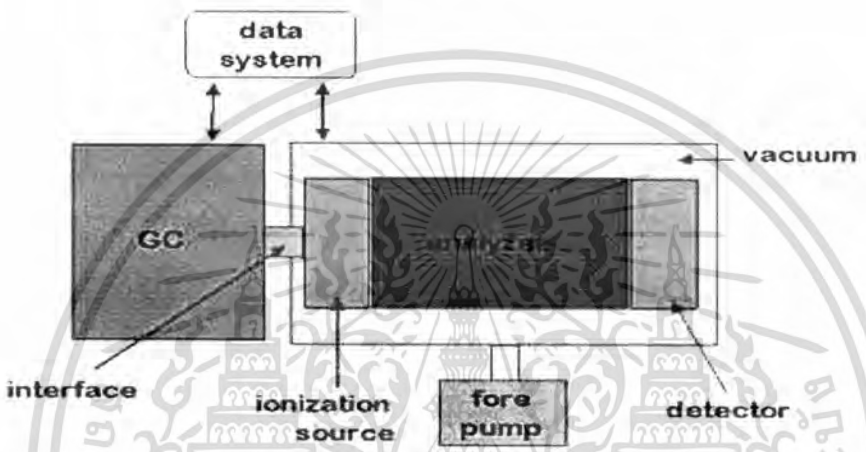
อุณหภูมิของ Column มีส่วนสำคัญต่อการแยกสารตัวอย่าง ดังภาพที่ 13 โดยเมื่ออุณหภูมิของคอลัมน์เพิ่มขึ้นจะทำให้องค์ประกอบของสารมีการเคลื่อนที่เร็วขึ้น ช่วยให้การวิเคราะห์เร็วขึ้น ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิของคอลัมน์ลดลงจะช่วยให้เกิดการแยกขององค์ประกอบต่างๆดีขึ้น ดังนั้นเพื่อให้เกิดการแยกที่ดี และมี retention time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

2.7.2 Mass Spectrometer (MS)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้างอิง แล้ว 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 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

- สถานที่ทดสอบควรอยู่ในบริเวณที่ไม่แออัด สะดวกสบาย เงียบและไม่มีสิ่งรบกวน เช่น เสียง และกลิ่น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 องศาฟาเรนไฮด์
- ice cream 30-35 องศาฟาเรนไฮด์
- soft drink 40-35 องศาฟาเรนไฮด์

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 ดังนั้นผู้ทดสอบควรมีจำนวนเป็นเท่าของ 6 เพื่อที่จะได้เสริ์ฟตัวอย่างของ 6 กลุ่มได้ในจำนวนครั้งที่เท่ากัน การเสริ์ฟตัวอย่าง สุ่มลำดับการนำเสนอโดยการจับฉลากหรือตารางเลขสุ่ม (Random permutation) การเลือกรหัสตัวอย่างใช้ตารางเลขสุ่ม (random numbers) ผู้ทดสอบสามารถแบ่งตามความเชี่ยวชาญได้ 4 กลุ่ม คือ

3.1 ผู้บริโภค (consumer .panel)

- เป็นผู้ทดสอบที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝน (consumer untrained panel)
- เป็นกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับหรือความชอบ
- จำนวนที่ใช้จะมากกว่า 100 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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)

2.9 วอเตอร์แอกทิวิตี (a_w)

Water activity (a_w) หมายถึง อัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหาร ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่จุดอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน น้ำในอาหารทำให้เกิดความดันไอ ซึ่งความดันไอ ที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1. ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร
2. อุณหภูมิ
3. ความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น เกลือและน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 แอกติวิตีของน้ำ (Water Activity)

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

2.9.2 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

2.9.3 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ข้าวเกรียบ

ข้าวเกรียบเป็นอาหารว่างประเภทขนมขบเคี้ยวชนิดหนึ่งนิยมทานและผลิตกันมานาน โดยเฉพาะข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลา ต่อมาได้มีการพัฒนาปรับปรุงรสชาติความอร่อยให้แปลกไปจากเดิมโดยการเติม ผัก และ ผลไม้บางชนิดลงไป เช่น ฟักทอง เผือก กล้วย มะละกอ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถดัดแปลงให้เป็นอาหารว่างที่มีคุณค่าทางโภชนาการได้

วัตถุดิบหลักที่ในการทำข้าวเกรียบ คือ แป้งมันสำปะหลัง โดยการทำแป้งให้สุก นำมาอบหรือทอดในน้ำมันที่บริโภค ส่วนแป้งอื่นที่สามารถนำมาผสมรวมกันได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งมันเผือก แป้งถั่วเหลือง โดยแป้งที่ใช้ผสมควรมีคุณสมบัติเหมือนหรือใกล้เคียงกับแป้งมันสำปะหลัง แป้งที่ใช้โดยมากได้จากธัญพืช (Cereals) เช่นแป้งจากข้าวเจ้า ข้าวโพด ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลี หรือจากพืชหัวรากของพืช เช่น มันฝรั่ง มันสำปะหลัง มันเทศ หรือจากถั่ว ได้แก่ defatted soy flour เป็นต้น

2.10.1 ปัญหาต่างๆ ในการผลิต

1. ปริมาณที่เหมาะสม ที่ทำให้แป้งสุกพอดีแลคงตัวเป็นรูปก้อนแป้ง

2. ระยะเวลาในการนึ่งขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของก้อนแป้งโดยทั่วไปเวลาประมาณ 25-90 นาที

3. หลังจากนึ่งแล้วไม่สามารถนำไปหั่นได้ทันทีต้องปล่อยให้เย็น 8-24 ชั่วโมง เพื่อให้ผิวแห้ง ทำให้ต้องใช้ใช้พื้นที่ในการเก็บมาก

4. ปัญหาในการหั่นแป้งเป็นแผ่นบาง แป้งจะติดมีดที่ใช้ในการหั่นได้ทันทีที่ใช้ในการหั่น ทำให้การหั่นดำเนินไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้โดยการนำก้อนแป้งมารีดให้เป็นแผ่นบาง มีความหนา 1-2 มิลลิเมตร แล้วพรมน้ำก่อนนำไปนึ่ง การทำเช่นนี้เป็นการลดเวลาในการนึ่งให้สั้นลง สามารถทำให้แป้งสุกอย่างเต็มที่และสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังไม่ต้องทำการหั่นอีก (นิรมล สุรัสวดี ,2527:51)

2.10.2 ปัจจัยที่ผลต่อคุณภาพข้าวเกรียบ

1. ชนิดของแป้ง แป้งแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันในด้านการพองตัว อุณหภูมิในการพองตัวใสของแป้ง และลักษณะก้อนแป้งเมื่อสุก

2. สูตรส่วนผสมระหว่างแป้งกับชนิดของอาหารที่เติมลงไป อัตราส่วนที่ใช้ต้องพอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไป ถ้าเติมมากเกินไปจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัส การพองตัวไม่ดี กรณีเติมน้อยเกินไป กลิ่น รสชาติของอาหารที่เติมลงไปจะเจือจาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การนวด เป็นช่วงที่สำคัญมาก เพราะคุณสมบัติของเนื้อสัมผัส การพองตัวที่ได้จะดีหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับการเข้ากันของเนื้อแป้ง เมื่อนวดเสร็จแล้ว ลักษณะก้อนแป้งจะมีความอ่อนเหนียวไม่ขาดออกจากกัน

4. การนึ่ง ใช้อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส นานประมาณ 45 นาที แป้งจะสุกใสตลอดทั้งแท่ง ถ้านึ่งไม่สุก ส่วนที่เป็นใจกลางก้อนแป้งจะขุ่นขาว ซึ่งส่วนนี้จะไม่พองตัว เวลาทอดจะได้ลักษณะเนื้อที่แข็ง

5. ความหนาของชิ้นข้าวเกรียบ ชิ้นบางจะพองตัวได้ดีกว่าใช้เวลาทอดน้อยกว่า

6. ความชื้น เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพองตัว น้ำหรือความชื้นในข้าวเกรียบเป็นตัวการทำให้เกิดความดัน มีผลให้เกิดลักษณะรูพรุน ปกติควรมีความชื้นชั้นสุดท้ายประมาณ 6 ถึง 11 เปอร์เซ็นต์ และการทำให้แห้ง อาจจะใช้วิธีตากแดดจัดๆ หรือใช้ตู้อบที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

7. อุณหภูมิขณะทอด ใช้อุณหภูมิประมาณ 175-180 องศาเซลเซียส หรือน้ำมันเกิดควันขึ้นเล็กน้อยใช้อุณหภูมิต่ำ การพองตัวน้อย และดูดซับน้ำมันมากขึ้นในขณะที่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปข้าวเกรียบจะไหม้ ขม ข้าวเกรียบที่อบแห้งดีแล้วสามารถเก็บไว้ได้นาน โดยเก็บในภาชนะที่ปิดมิดชิด ป้องกันแมลง ความชื้น เข้าออกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้และวิธีดำเนินการวิจัยการศึกษาคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

3.1.1 วัตถุดิบ

1. ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร
2. ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ
3. ข้าวเม่าพันธุ์ดอหอม
4. ข้าวเม่าพันธุ์ กข. 6

3.1.2 อุปกรณ์

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์หาความชื้น

1. กระป๋องโลหะ
2. ตู้อบลมร้อน
3. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. โถดูดความชื้น
5. เครื่องบด

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ไขมัน

ชุดสกัดไขมัน

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์โปรตีน

1. ชุดวิเคราะห์โปรตีน
2. เตาย่อย (Digestion block)
3. ชุดกลั่นโปรตีน

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์หาเยื่อใย

1. เครื่องย่อยเยื่อใย
2. บีกเกอร์ย่อย (Digestion block)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ถ้วยกระเบื้อง (Crucible)

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์หาเถ้า

1. จานแพลตตินัมหรือจานกระเบื้อง

2. เตาเผา

3.1.3 สารเคมี

- สารเคมีในการวิเคราะห์หาไขมัน

ปิโตรเลียมอีเทอร์

- สารเคมีในการวิเคราะห์หาโปรตีน

1. คะตะลิสผสม (โปตัสเซียมซัลเฟตปราศจากน้ำ 1000 กรัม , คอปเปอร์ซัลเฟต 70 กรัม)

2. กรดซัลฟูริคเข้มข้น (H_2SO_4 concentrate ; H_2SO_4Conc.)

3. เมทธิลเรดอินดิเคเตอร์ (methyl red)

4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40

5. สารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟูริค (Standard H_2SO_4 0.1 นอร์มัล)

6. สารละลายกรดบอริคเข้มข้นร้อยละ 4

7. อินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator)

7.1 Bromocresol green 0.1 กรัม ละลายแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ได้ 10มิลลิลิตร

7.2 เมทธิลเรด(Methyl red) 0.5กรัมละลายแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ได้ 50 มิลลิลิตร

7.3 หลังจากนั้นนำ7.1 และ 7.2 มาผสมกันจะได้อินดิเคเตอร์ผสม

- สารเคมีในการวิเคราะห์หาเยื่อใย

1. สารละลายกรดซัลฟูริค (H_2SO_4) 1.25 เปอร์เซ็นต์ ต้มให้ร้อนบนแผ่นความร้อน

2. สารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 เปอร์เซ็นต์ ต้มให้ร้อนบนแผ่นความร้อน

3. ออคทานอล (Octanol)

4. อะซีโทน (Acetone)

3.1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

นำตัวอย่างข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์มาบดด้วยเครื่องบดให้ละเอียด แล้วนำตัวอย่างไปเก็บในตู้เย็นเพื่อรอที่จะนำไปศึกษาด้านองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

วิธีการทดลอง

1) หาน้ำหนักที่แน่นอนของกระป๋องโลหะ โดยนำกระป๋องโลหะที่สะอาดเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีแล้วนำใส่โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็นชั่งน้ำหนัก

2) ชั่งข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์ที่บดแล้ว 2 กรัม ใส่ในกระป๋องโลหะที่รู้น้ำหนักที่แน่นอน

3) นำกระป๋องโลหะเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง

4) นำกระป๋องโลหะออกตู้อบแล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

5) ทำซ้ำข้อ 3 และข้อ4 จนได้น้ำหนักคงที่

6) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

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

A = น้ำหนักข้าวเม่าก่อนอบ

B = น้ำหนักข้าวเม่าหลังอบ

2. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

วิธีการทดลอง

1) ชั่งข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์ที่บดแล้ว 5 กรัม ใส่ในทิมเบิ้ล(thimble) ปิดด้านบนของข้าวเม่าด้วนสำลีที่สกัดเอาไขมันออกแล้ว เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย

2) นำทิมเบิ้ลใส่ในชุดแยกสกัดของเครื่องสกัดโดยทิมเบิ้ลอยู่ใน หลอดสกัด (extraectiontube) ซึ่งด้านบนต่อกับท่อหล่อน้ำเย็น (condenser) ส่วนด้านล่างต่อกับบีกเกอร์ซึ่งนำไปอบและชั่งน้ำหนักที่แน่นอนไว้แล้ว

3) เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 150 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ต่อสายยางนำน้ำเข้าออกจากท่อหล่อน้ำเย็น ของเครื่องสกัดไขมัน S 306 MK

4) นำบีกเกอร์ไประเหยเอาปิโตรเลียมออกแล้วที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน

5) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ ไขมัน} = \frac{(\text{น้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์ครั้งแรก}) \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวเม่า (กรัม)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

วิธีการทดลอง

1) ชั่งข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์ 2 กรัมใส่กระดาษห่อเล็กๆ ใส่ในหลอดย่อยสลาย (Digestion tube) เติมคะตะลิสผสม 10 กรัม(catalyst mixture)

2) เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น (Conc. H_2SO_4) ใส่ในหลอดย่อยสลายโดยใส่หลอด (tube) ละ 20 มิลลิลิตร

3) นำไปย่อยบนเตาย่อย (Digestion block) ที่เปิดรอไว้ก่อน 15 นาที โดยใช้ฝาคลอบดูดไอกรดครอบ บนปากหลอดย่อยสลายแล้วเปิดตัวดูดไอกรดซึ่งทำในตู้ดูดควัน

4) ย่อยข้าวเม่าบนเตาจนได้สารละลายในหลอดใสจึงยกหลอดออกจากเตาพร้อมปิดเตาและวางบนที่วางให้สารละลายในหลอดเย็นในตู้ดูดควัน

5) เมื่อสารละลายในหลอดย่อยเย็นนำหลอดมาต่อกับหน่วยกลั่น (Distillation unit) เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 40 เปอร์เซ็นต์ 85 มิลลิลิตร นำขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ที่เติมกรดบอริค 100 มิลลิลิตร กับสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator) 2 หยดไปต่อกับเครื่องกลั่นโดยใช้ปลายของตัวหล่อเย็น จุ่มลงในสารละลายในฟลาสเพื่อจับแอมโมเนียที่จะออกมาขณะกลั่นจนได้สารละลายในฟลาสประมาณ 150 มิลลิลิตร โดยระยะเวลาในการกลั่นประมาณ 3 นาที

6) นำสารละลายที่ได้ในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ที่ได้จากการกลั่นไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟูริค (Standard H_2SO_4) จนหมดด่างคือสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูปริมาณกรดซัลฟูริค ที่ใช้แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน แล้วเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเป็นเปอร์เซ็นต์โปรตีน

7) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} = \frac{(V_2 - V_1) \times N \times 1.4}{W}$$

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟูริค (ในที่นี้ใช้ 0.1 N)

V_1 = ปริมาตรของกรดซัลฟูริคที่ใช้ในการไตรเตรทชุดควบคุม

V_2 = ปริมาตรของกรดซัลฟูริคที่ใช้ในการไตรเตรทข้าวเม่า

W = น้ำหนักของข้าวเม่า

เปอร์เซ็นต์โปรตีน = เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน x ค่าแฟคเตอร์ (5.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย

วิธีการทดลอง

1) ชั่งข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์ที่บดแล้ว 2 กรัม ใส่บีกเกอร์ย่อย (Digestion beaker) โดยไม่ต้องชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ย่อย

2) นำบีกเกอร์ย่อยไปต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์หาเยื่อใย แล้วเติมกรดซัลฟูริค 1.25 เปอร์เซ็นต์ (ที่ต้มให้ร้อนในโถแก้ว) 150 มิลลิลิตร หยดออคทานอล (Octanol) 3 หยด ใส่เพื่อป้องกันการเกิดฟอง ไม่ให้ล้นออกจากเครื่องย่อยนาน 30 นาที แล้วเปิด Heating ถึงเลข 8

3) เมื่อครบ 30 นาที เปิดลิ้นไปที่ Vacuum เพื่อปลดปล่อยกรดซัลฟูริคทิ้งไปแล้วล้างด้วยน้ำกลั่น(ที่ต้มให้ร้อนในในโถแก้ว) 3 ครั้งๆ ละ 30 มิลลิลิตร

4) เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 เปอร์เซ็นต์ (ที่ต้มให้ร้อนในโถแก้ว) 150 มิลลิลิตร หยดออคทานอล 3 หยดใส่ เพื่อป้องกันการเกิดฟองไม่ให้ล้นออกจากเครื่องย่อยนาน 30 นาที แล้วเปิด Heating ถึงเลข8

5) เมื่อครบ 30 นาที เปิดลิ้นไปที่ Vacuum เพื่อปล่อยโซเดียมไฮดรอกไซด์ทิ้งไปแล้วล้างด้วยน้ำกลั่น (ที่ต้มให้ร้อนในโถแก้ว) 3 ครั้งๆละ 30 มิลลิลิตร

6) ล้างตะกอนอีกครั้งด้วยอะซีโตน (Acetone) ประมาณ 25 มิลลิลิตร

7) นำบีกเกอร์ย่อย ที่มีเยื่อใยอยู่ไปอบให้แห้งในตู้อบ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (F2)

8) เผาตัวอย่างในบีกเกอร์ย่อย เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (F1)

9) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์เยื่อใย

$$\text{เปอร์เซ็นต์เยื่อใย} = \frac{F1 - F2 \times 100}{W}$$

F 1 = น้ำหนักบีกเกอร์ย่อย + น้ำหนักเยื่อใย + น้ำหนักเถ้า

F 2 = น้ำหนักบีกเกอร์ย่อย + น้ำหนักเถ้า

W = น้ำหนักข้าวเม่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

วิธีการทดลอง

1) อบถ้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก

2) ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ถ้วยกระเบื้องนำไปเผาให้หมดควันในตู้ดูดควัน แล้วนำไปเผาต่อในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนเป็นเถ้าสีขาว (ไม่มีสีดำของคาร์บอน) ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก

3) คำนวณหาปริมาณเถ้าในตัวอย่างอาหาร

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{(B-A) \times 100}{W}$$

A = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง

B = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง + น้ำหนักข้าวเม่าหลังเผา

W = น้ำหนัก

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้และวิธีดำเนินการวิจัยการศึกษาปริมาณและการสกัดสารหอมระเหย 2-Acetyl-1- pyrroline ในข้าวเม่า

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 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.อุปกรณ์

1. ตู้อบ
2. เครื่อง Water bath
3. เครื่องเขย่า
4. เครื่อง Vortex
5. เครื่อง Centrifuge
6. เครื่อง Rotary evaporator
7. เครื่อง Centrifuge Rotary evaporator
8. เครื่องวัดค่า a_w
9. ไมโครปิเปต
10. กระดาษลิตมัส
11. ขวดเก็บสารขนาดเล็ก (V – shaped vial)
12. Aluminum Foil
13. เครื่องแก้วที่ใช้วิเคราะห์ทางเคมี

3.2.1 วิธีดำเนินการวิจัย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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 ด้วย เครื่อง 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 ปรับให้มี pH 12 – 14

↓

สกัดด้วย Dichloromethane ปริมาตร 50 ml ทำการสกัดซ้ำ 2 ครั้ง

↓

เก็บ Dichloromethane ที่สกัดได้ 90 ml เติม Anhydrous sodium sulfate

↓

ระเหยตัวทำละลายด้วย vac.rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 28 °C ให้เหลือปริมาตร 1 ml

↓

นำสารสกัดที่ได้ แล้วถ่ายใส่V- shaped vial เพื่อวิเคราะห์หาสารหอมระเหยด้วย เครื่อง(GC)
และยืนยันเอกลักษณ์ของสาร โดย GC-MS

ภาพที่ 15 การสกัดสารหอมด้วยสารละลายกรด

ที่มา : Wongpornchai, et al, (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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)

ภาพที่ 17 การสกัดสารหอมด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยการใช้เครื่อง Sonicate ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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

↓

กรองเอาเฉพาะส่วนใสของน้ำเตยด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น

↓

ข้าวเม่า 500 กรัม พรมด้วยน้ำเตย 75 มิลลิลิตร

↓

จากนั้นนำมานึ่งนาน 5 นาที หรือคั่วในกระทะ Teflon ด้วยไฟอ่อนๆนาน 10 นาที

↓

อบที่ 50°C จนข้าวเม่ามีค่า $a_w < 0.6$

(ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนฉบับที่ ๗๓๕/๒๕๔๘)

↓

ทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสและและหาปริมาณของ 2 AP

ภาพที่ 18 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้และวิธีดำเนินการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยแบ่งได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

ก. วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

ข้าวเม่า (พันธุ์ภูพาน)

ผงกระเทียมพริกไทย ตรามือ

เกลือ ตราปรุงทิพย์

น้ำตาลทราย ตรามิตรผล(MITR PHOL)

อุปกรณ์

โถดูดความชื้น

อ่างผสม

กระเบื้องสำหรับหาความชื้น (Moisture can)

ลังถึง

เครื่องมือ

เครื่องสไลด์ (Profi slice ของ Severin เยอรมัน)

เครื่องปั่นผสม (Moulinex)

เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (ZEPPER รุ่น ESP-1201)

ตู้อบไฟฟ้า (กล้วยน้ำไท การช่าง)

ตู้อบลมร้อน (Hot air sterilizer oven (Yco-010-Series) Gemmy 888)

ตู้เย็น (SUPER CHILL รุ่น UN-617D)

ตู้แช่แข็ง (COMMERCIAL REFRIGERATION รุ่น RIS-130A)

เครื่องวัดค่า pH

เครื่องวัดค่า a_w

อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

อุปกรณ์ทดสอบ

แบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางสถิติ

เครื่องคอมพิวเตอร์

โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

3.3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

1.การศึกษาวิธีการเตรียมข้าวเม่าในการทำข้าวเกรียบ

1.1 การศึกษาผลการแช่ข้าวเม่าในการทำข้าวเกรียบ

นำข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่ผ่านการคั่วและบดเป็นเมล็ดยาวแบนสีเขียวอ่อนมาทำข้าวเกรียบข้าวเม่า โดยเตรียมข้าวเม่า 2 แบบคือ ข้าวเม่าที่ผ่านการแช่น้ำ 20 นาที และข้าวเม่าไม่ผ่านการแช่น้ำ นำไปทำข้าวเกรียบ สูตรและขั้นตอนการทำแสดงดังภาพที่ 19 ประเมินผลลักษณะและสี โดยพินิจ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส โดยการชิม

1. นำข้าวเม่า(พันธุ์ภูพาน) ทั้งเมล็ดมา 300 กรัม แล้วแบ่งการทดลองเป็น 2 สูตร สูตรที่ 1 แช่น้ำ สูตรที่ 2 ไม่แช่น้ำ

2. นำสูตรที่ 1 ไปแช่น้ำ 20 นาที ก่อนนึ่ง

3. นำข้าวเม่าทั้ง 2 สูตรไปนึ่งให้สุกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำออกมาดลึงให้เป็นแผ่นบาง

4. นำไปตัดให้เป็นรูปวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร

5. นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาหนึ่งชั่วโมงครึ่ง

6. เมื่อแผ่นแป้งแห้งแล้วนำบรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดผนึกเก็บไว้

7. ขั้นตอนในการทำข้าวเกรียบข้าวเม่าแช่น้ำ ดังในแผนภาพที่ 19

จากการทดลองเป็นการเปรียบเทียบระหว่างข้าวเม่าแช่น้ำและข้าวเม่าไม่แช่น้ำดังสูตรในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่2
ข้าวเม่า	300	300
น้ำ	500	-

หมายเหตุ

สูตรที่ 1 คือ ข้าวเม่าที่แช่น้ำ สูตรที่ 2 คือ ข้าวเม่าไม่แช่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำข้าวเม่า(พันธุ์ภูพาน)

↓

ชั่งให้ได้ 300 กรัม

↓

ข้าวเม่าผ่านการแช่น้ำ ปริมาณ 500 กรัม 20 นาที , ข้าวเม่าไม่ผ่านการแช่น้ำ

↓

นึ่งสุก เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

↓

ตลึงให้เป็นแผ่นบาง

↓

ตัดให้เป็นรูปวงกลม

↓

อบแห้งที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส

↓

ข้าวเกรียบข้าวเม่า

ภาพที่ 19 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การทำข้าวเกรียบข้าวเม่าที่ปั่นละเอียด

การศึกษาขนาดของข้าวเม่าที่ปั่นละเอียดและการขึ้นรูปในการทำข้าวเกรียบ

นำข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่ผ่านการคั่วและบดเป็นเมล็ดยาวแบนสีเขียวอ่อนมาทำข้าวเกรียบข้าวเม่า โดยนำข้าวเม่าที่ไม่ผ่านการแช่น้ำ นำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสม (Moulinex) ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 40 เมช นำมานวดกับน้ำ ขึ้นรูปเป็นทรงกระบอกโดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.8 เซนติเมตร แล้วสไลด์ เป็นแผ่นบาง 0.55 มิลลิเมตร เปรียบเทียบกับข้าวเกรียบที่ทำมาจากข้าวเม่าสูตรและขั้นตอนการทำแสดงดังภาพที่ 20 ได้ทำการประเมินผลลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูป โดยการพินิจ

การทดลองการปรับปรุงต่อเนื่องจากการทดลองที่ 1.1 โดยการนำข้าวเม่าพันธุ์ภูพานไปปั่นบดละเอียดก่อนนำมาขึ้นรูปและสไลด์ เป็นแผ่นพบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ทำจากข้าวเม่าที่ผ่านการปั่นละเอียดจะคงรูป และสไลด์ได้ดีกว่าข้าวเม่าที่ไม่ปั่นละเอียด

1. นำข้าวเม่าพันธุ์ภูพานปั่นให้ละเอียด จากนั้นนำไปร่อนด้วยตะแกรงขนาด 40 เมช
2. นำแป้งข้าวเม่าที่ได้มาชั่ง 300 กรัม
3. ผสมกับน้ำ 80 กรัม นวดให้เหนียวเป็นเนื้อเดียวกัน
4. นำไปคลึงให้เป็นทรงกระบอกแล้วห่อด้วยถุงพลาสติกรัดให้แน่น
5. นำไปนึ่งให้สุกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง พักให้เย็น
6. นำไปแช่แข็งไว้ 1-2 คืน
7. หลังจากแช่แข็งแล้วจึงนำออกมาสไลด์เป็นรูปวงกลมบางๆ
8. นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-30 นาที
9. นำมาอบขึ้นรูป มีสูตรดังแสดงในตารางที่ 12
10. เก็บบรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดผนึกให้สนิทเก็บไว้ 2 เดือน
11. ขั้นตอนการทำข้าวเกรียบข้าวเม่าที่ปั่นบดละเอียด ดังแสดงในภาพที่ 20

ตารางที่ 12 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

วัตถุดิบ	สูตรข้าวเม่า (พันธุ์ภูพาน)
ข้าวเม่า	300
น้ำ	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 20 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่าบดละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาอุณหภูมิในการอบข้าวเกรียบข้าวเม่า

ทดลองทำข้าวเกรียบจากข้าวเม่าที่ปั่นละเอียด โดยมีสูตรและขั้นตอนการทำดังแสดงในตารางที่ 13 ทำการศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแผ่นข้าวเกรียบดิบเพื่อให้เกิดการพองตัว 3 ระดับคือ 180 , 200 , และ 220 องศาเซลเซียส ประเมินผลค่า a_w และการพองตัวโดยการพินิจ

1. นำข้าวเม่าที่ปั่นละเอียด 300 กรัม
2. ผสมกับเครื่องปรุง คือ เกลือ 5 กรัม น้ำตาลทราย 10 กรัม มาคลุกเคล้าให้เข้ากัน
3. เติมน้ำ 80 กรัม นวดให้เหนียวเป็นเนื้อเดียวกัน
4. นำไปคลึงให้เป็นทรงกระบอกแล้วห่อด้วยถุงพลาสติกรัดให้แน่น
5. นำไปนึ่งให้สุกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง พักให้เย็น
6. นำไปแช่แข็งไว้ 1-2 คืน
7. หลังจากแช่แข็งแล้วจึงนำออกมาสไลด์เป็นรูปวงกลมบางๆ
8. นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-30 นาที
9. เก็บบรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดผนึกให้สนิทเก็บไว้ 2 เดือน
10. นำมาอบขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 180 ,200 , 220 องศาเซลเซียส มีสูตรดังแสดงใน ตารางที่ 13

ตารางที่ 13 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ข้าวเม่า	300	300	300
น้ำ	80	80	80
เกลือ	5	5	5
น้ำตาลทราย	10	10	10

หมายเหตุ

สูตรที่ 1 คือ ข้าวเกรียบอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส

สูตรที่ 2 คือ ข้าวเกรียบอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

สูตรที่ 3 คือ ข้าวเกรียบอบที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่าในการทดลองที่ 2 เป็นไปตามภาพที่ 30 ในการทดลองที่ 1.2 จะมีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการอบขึ้นรูปมาเปรียบเทียบกันเพื่อประเมินผลค่า a_w เนื้อสัมผัส โดยการพินิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทำข้าวเกรียบข้าวเม่ารสชาติระเทียมพริกไทย

ได้ทำข้าวเกรียบข้าวเม่าที่ปั่นบดละเอียดซึ่งปรุงรสชาติโดยเติมรสชาติในช่วงของการนวดแป้ง และนำไปเพิ่มรสชาติในขั้นตอนสุดท้ายในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. นำข้าวเม่าที่ปั่นละเอียด 300 กรัม
2. ผสมกับเครื่องปรุง คือ เกลือ 4 กรัม น้ำตาลทราย 10 กรัม มาคลุกเคล้าให้เข้ากัน ดังแสดงในตารางที่ 11
3. เติมน้ำ 80 กรัม นวดให้เหนียวเป็นเนื้อเดียวกัน
4. นำไปคลึงให้เป็นทรงกระบอกแล้วห่อด้วยถุงพลาสติกรัดให้แน่น
5. นำไปนึ่งให้สุกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง พักให้เย็น
6. นำไปแช่แข็งไว้ 1-2 คืน จากนั้นนำออกมาสไลด์เป็นรูปวงกลมบางๆ
7. นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-30 นาที
8. นำข้าวเกรียบข้าวเม่าที่ผ่านการอบแห้ง 50 กรัม ทั้งแบบปรุรสและไม่ปรุงรส
9. นำมาอบขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส มีสูตรดังแสดงในตารางที่ 14
10. นำผงกระเทียมพริกไทย 1.5 เปอร์เซ็นต์ เกลือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันพืช 0.8 มิลลิลิตร ต่อข้าวเกรียบ 50 กรัมสูตรดังตารางที่ 15
10. บรรจุถุงเก็บไว้ 2 เดือน
11. แล้วนำไปตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี
12. นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสในการชิม
13. ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า ดังแสดงในภาพที่ 21

ตารางที่ 14 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1 (ปรุงรส)	สูตรที่ 2 (ไม่ปรุงรส)
ข้าวเม่า (กรัม)	300	300
น้ำ	80	80
เกลือ	5	-
น้ำตาลทราย	10	-

หมายเหตุ

นำมาอบขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ทั้ง 2 สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1 (ปรุงรส)	สูตรที่ 2 (ไม่ปรุงรส)
ข้าวเกรียบข้าวเม่าที่อบแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	50	50
ผงกระเทียมพริกไทย (เปอร์เซ็นต์)	1.5	1.5
น้ำมันพืช (มิลลิลิตร)	0.8	0.8
เกลือ (เปอร์เซ็นต์)	0.5	0.5

นำข้าวเม่าที่ปั่นละเอียด 300 กรัม

↓

ผสมเครื่องปรุง เติมน้ำนวดให้เป็นเนื้อเดียวกัน

↓

นำไปคลึงให้เป็นทรงกระบอก

↓

นำไปนึ่งให้สุกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

↓

นำออกมาสไลด์เป็นรูปวงกลมบางๆ

↓

นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส

↓

นำข้าวเกรียบที่แห้งแล้วมา 50 กรัมมาอบขึ้นรูปที่ 200 องศาเซลเซียส

↓

นำผงปรุงรสมาคลุกเคล้ากับข้าวเกรียบ

↓

บรรจุถุงเก็บไว้ 2 เดือน

↓

นำไปทดสอบทางกายภาพ เคมีและโดยการชิม

ภาพที่ 21 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
อภิปรายผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 การศึกษาคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า 4 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ชุมพร สายพันธุ์อีปุ สายพันธ์ดอหอม และสายพันธุ์กข. 6 ซึ่งได้นำมาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย และ เถ้า มีผลการทดลองดังต่อไปนี้

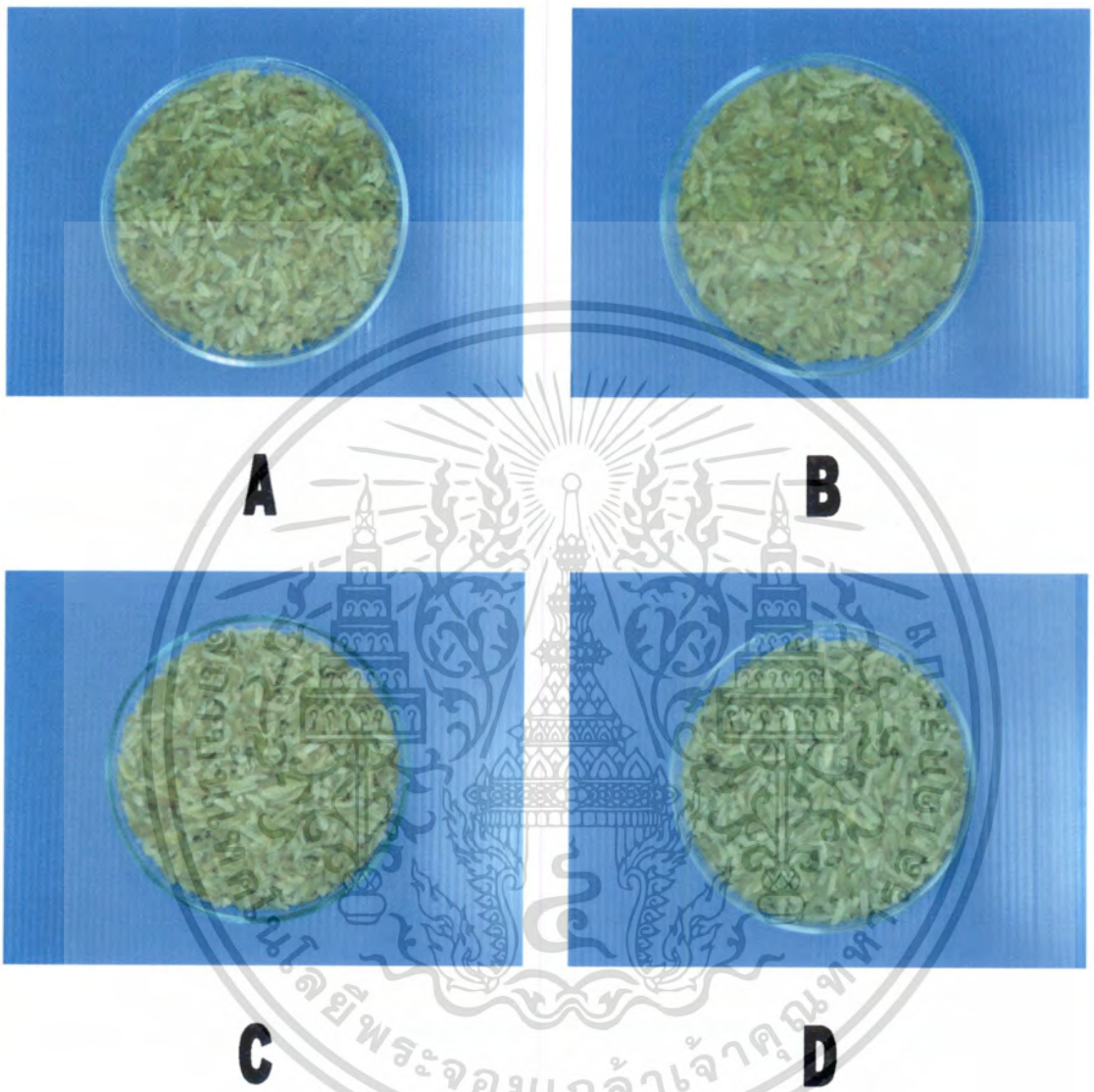
4.1.1 การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ผลการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ดังแสดงในตารางที่ 16 และภาพที่ 22 พบว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรจะมีลักษณะเมล็ดที่แบนเล็กน้อยมีความยาวรี มีสีเขียวอ่อนมากกว่าข้าวเม่าพันธุ์อีปุ ดอหอม และกข 6 ส่วนกลิ่นของข้าวเม่าพันธ์ชุมพรมีกลิ่นหอมของข้าว ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ มีลักษณะเมล็ดที่แบนยาวเรียวมีสีเขียวอ่อนและมีกลิ่นหอมมาก ชนิดพันธุ์ดอหอม มีลักษณะเมล็ดแบนเล็กน้อยมีความยาวเรียวซึ่งจะแตกต่างจากพันธุ์ ชุมพร และ พันธุ์กข 6 แต่มีลักษณะที่คล้ายกับพันธุ์ อีปุ ด้านสีของ พันธุ์ดอหอม มีสีเขียวอ่อนกว่าพันธุ์อีปุ และ พันธุ์กข 6 และพันธุ์ดอหอม มีกลิ่นหอมมากที่สุด ส่วนชนิดพันธุ์กข 6 ลักษณะเมล็ดแบนเล็กน้อย ยาวรีคล้ายกับพันธุ์ชุมพร และมีสีเขียวแก่กว่าข้าวเม่าพันธุ์อื่นๆ แต่ข้าวเม่าพันธุ์นี้มีกลิ่นหอมน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับข้าวเม่าพันธุ์อื่นๆ จะเห็นได้ชัดเจนจากภาพของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ ดังในภาพที่ 22

ตารางที่ 16 ลักษณะทางกายภาพของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ชนิดพันธุ์	ลักษณะเมล็ด	สี	กลิ่น
A	แบนเล็กน้อย ยาวรี	เขียวอ่อนที่สุด	หอม
B	แบนยาวเรียว	เขียวอ่อน	หอมมาก
C	แบนเล็กน้อย	เขียวอ่อนกว่า	หอมมากที่สุด
D	แบนเล็กน้อย ยาวรี	เขียวแก่	หอมน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพที่ 22</u> ข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

หมายเหตุ

A = ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร

B = ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ

C = ข้าวเม่าพันธุ์ดอหอม

D = ข้าวเม่าพันธุ์กข 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในข้าวเม่าที่ยังไม่ผ่านกระบวนการแปรรูป

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในข้าวเม่าที่ยังไม่ผ่านกระบวนการแปรรูป ดังแสดงในตารางที่ 17 พบว่าตัวอย่างข้าวเม่าทั้ง 3 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างที่ 1 เมล็ดข้าวเม่าสด ตัวอย่างที่ 2 ผ่านการตากแดด ตัวอย่างที่ 3 ผ่านการอบแห้ง ซึ่งการวิเคราะห์หาความชื้นของข้าวเม่าพบว่า ในตัวอย่างที่ 1 เมล็ดข้าวเม่ามีความชื้นเท่ากับ 39.35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความชื้นที่ค่อนข้างสูงและสังเกตเห็นว่ามีเชื้อราขึ้นเป็นจุดสีดำเป็นจุดเล็กๆ ปริมาณความชื้นในข้าวเม่าสดที่สูงนี้จะส่งผลให้เกิดเชื้อราได้ง่ายตัวอย่างที่ 2 ผ่านการตากแดดมีความชื้นเท่ากับ 36.58 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณความชื้นน้อยกว่าตัวอย่างที่ 1 และมีปริมาณเชื้อราเฉพาะตรงจุดที่มีความชื้นเท่านั้น ส่วนตัวอย่างที่ 3 ข้าวเม่าที่ผ่านการอบมาแล้ว มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 13.48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 ที่เป็นเมล็ดข้าวเม่าสดและตัวอย่างที่ตากแดดจากตัวอย่างที่ 3 ที่ผ่านการอบมาแล้วพบว่าไม่มีเชื้อเจริญเติบโตได้ในเมล็ดข้าวเม่า

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์หาความชื้นข้าวเม่าที่ยังไม่ผ่านกระบวนการการแปรรูป

สายพันธุ์	ครั้งที่	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ย
1	1	38.73	39.35
	2	39.97	
2	1	36.48	36.58
	2	36.69	
3	1	13.32	13.48
	2	13.65	

หมายเหตุ

1 : ข้าวเม่าที่เก็บมาสด ๆ

2 : ข้าวเม่าที่ผ่านการตากแดดมาแล้ว

3 : ข้าวเม่าที่ผ่านการอบมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ดังแสดงในตารางที่ 18 พบว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 23.96 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์อีปุ มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 20.26 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ดอหอม มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 19.36 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์กข 6 มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 6.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้าวพันธุ์ที่มีความชื้นน้อยที่สุด คือ พันธุ์กข 6 เป็นเพราะข้าวเม่าพันธุ์ กข 6 นั้นได้ผ่านการอบแห้งมาแล้ว 1 ครั้ง รองลงมาเป็นข้าวเม่าพันธุ์ดอหอม พันธุ์อีปุและพันธุ์ชุมพร มีปริมาณความชื้นมากที่สุด เพราะว่าข้าวเม่าทั้ง 3 สายพันธุ์นี้เป็นข้าวเม่าสดที่นำมาจากแหล่งผลิตซึ่งยังไม่ผ่านการอบ จึงทำให้มีปริมาณความชื้นมากกว่าข้าวเม่าสายพันธุ์กข 6 ซึ่งเมื่อนำข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์มาเปรียบเทียบกับความชื้นของข้าวเหนียวกข 6 ปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 10.31 อินแปลง . 2541) ความชื้นน้อยกว่า ปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวพันธ์ กข 6

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์หาความชื้นของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์ความชื้น 1/
A	23.96
B	20.26
C	19.36
D	16.31

หมายเหตุ

1/ : ข้ามเม่าสดที่นำมาจากแหล่งผลิต

A = ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร

B = ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ

C = ข้าวเม่าพันธุ์ดอหอม

D = ข้าวเม่าพันธุ์กข 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 19 พบว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณไขมัน 1.88 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์อีปุ มีปริมาณไขมันเท่ากับ 1.48 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ดอหอมมีปริมาณไขมันเท่ากับ 1.51 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลปรากฏว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณไขมันมากที่สุด รองลงมา เป็นข้าวเม่าพันธุ์ดอหอม และข้าวเม่าพันธุ์อีปุ ซึ่งเมื่อนำข้าวเม่าทั้ง 3 สายพันธุ์มาเปรียบเทียบกับข้าวกล้องนั้น ข้าวกล้องมีปริมาณไขมันเท่ากับ 1.6-2.8 เปอร์เซ็นต์ สารอาหารข้าวกล้อง และข้าวสารดังแสดงในตารางที่ 20 (นิรนาม . 2548) ผลปรากฏว่าข้าวเม่าพันธุ์อีปุ และพันธุ์ดอหอม นั้นมีปริมาณไขมันน้อยกว่าข้าวกล้อง แต่มีข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรเท่านั้นที่มีปริมาณไขมันอยู่ในระดับเดียวกันกับข้าวกล้อง หากปริมาณไขมันในร่างกายขาดกรดไขมันจะทำให้เกิดโรคต่างๆ ในเด็กทารก ทำให้เกิดแผลเต็มตัว และมีน้ำหนักลดลง (ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณี เดชกำแหง, 2530 : 120)

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์ไขมัน (น้ำหนักสด)	เปอร์เซ็นต์ไขมัน (น้ำหนักแห้ง)	เปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ย (น้ำหนักสด)
A	1.90	2.50	1.88
	1.86	2.45	
B	1.51	1.89	1.48
	1.44	1.80	
C	1.50	1.86	1.51
	1.53	1.90	

4.1.4 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 20 พบว่าการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ ปรากฏว่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 5.47 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์อีปุมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 6.50 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ดอหอม มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 6.56 เปอร์เซ็นต์ และพันธ์กข 6 มีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 6.38 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าข้าวเม่า พันธุ์ดอหอมมีปริมาณโปรตีนสูงสุด รองลงมาเป็นพันธุ์อีปุ พันธุ์ กข 6 และพันธุ์ชุมพร ตามลำดับ ซึ่งโปรตีนในข้าวเม่า มีประโยชน์ต่อร่างกายคือ สร้างเซลล์ใหม่ขึ้นแทนที่เซลล์เก่า ช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย อีกทั้งยังเป็นแหล่งที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน	เปอร์เซ็นต์โปรตีน (น้ำหนักสด)	เปอร์เซ็นต์โปรตีน (น้ำหนักแห้ง)	เปอร์เซ็นต์โปรตีนเฉลี่ย (น้ำหนักสด)
A	0.93	5.30	6.97	5.47
	0.99	5.64	7.42	
B	1.14	6.50	8.81	6.50
	1.14	6.50	8.81	
C	1.16	6.61	8.20	6.56
	1.14	6.50	8.06	
D	1.12	6.38	6.81	6.38

4.1.5 การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 21 พบว่า ปริมาณเยื่อใยในข้าวเม่าแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณที่แตกต่างกันไป คือ ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 1.26 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์อีปุมีปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 1.27 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ดอหอมมีปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 1.19 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์กข 6 มีปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 1.59 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่าข้าวเม่าพันธุ์กข 6 มีปริมาณเยื่อใยสูงสุด รองลงมาคือ ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ พันธุ์ชุมพร พันธุ์ดอหอม ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณเยื่อใยของข้าวกล้องนั้น ข้าวกล้องจะมีปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 0.6-1.0 เปอร์เซ็นต์ สารอาหารข้าวกล้อง และข้าวสารดังแสดงในตารางที่ 6 (นิรนาม . 2548) พบว่า ข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ มีปริมาณเยื่อใยมากกว่าข้าวกล้อง ซึ่งปริมาณเยื่อใยมากจะมีประโยชน์ คือ มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี และไม่ถูกย่อยสลายด้วยเอมไซม์ ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเหลืออยู่ในลำไส้ใหญ่ ช่วยเพิ่มปริมาณเนื้ออุจจาระ และทำให้อุจจาระนิ่ม จึงช่วยขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายได้สะดวก ทำให้ร่างกายมีสุขภาพดี (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545 : 187)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์เยื่อใย (น้ำหนักสด)	เปอร์เซ็นต์เยื่อใย (น้ำหนักแห้ง)	เปอร์เซ็นต์เยื่อใยเฉลี่ย (น้ำหนักสด)
A	1.20	1.58	1.26
	1.31	1.72	
B	1.27	1.59	1.27
C	1.12	1.39	1.19
	1.26	1.56	
D	1.59	1.70	1.59

4.1.6 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ดังแสดงในตารางที่ 22 พบว่า ข้าวเม่าพันธุ์ ชุมพรมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.37 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเม่าพันธุ์อีปุมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.52 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเม่าพันธุ์ดอหอมมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.41 เปอร์เซ็นต์ ส่วน ข้าวเม่าพันธุ์กข 6 มีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในครั้งนี้ผลการทดลองข้าวเม่าพันธุ์อีปุมีปริมาณเถ้าที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับข้าวเม่าพันธุ์อื่น ๆ และข้าวเม่าพันธุ์ที่มีเถ้าน้อยที่สุดคือข้าวเม่า พันธุ์กข 6 ซึ่งเมื่อนำข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์มาเปรียบเทียบกับข้าวกล้องนั้น ข้าวกล้องมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.0 - 1.5 เปอร์เซ็นต์ สารอาหารข้าวกล้อง และข้าวสารดังแสดงในตาราง ที่ 6 (นิรนาม . 2548) ผลปรากฏว่า ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ นั้นมีปริมาณเถ้า มากกว่า ข้าวกล้อง แต่มีข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร พันธุ์ดอหอม และพันธุ์กข 6 ที่มีปริมาณเถ้าที่อยู่ในระดับเดียวกันกับข้าวกล้อง อีกทั้งปริมาณเถ้ายังเป็นดัชนีชี้วัดปริมาณแร่ธาตุทั้งหมดซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ที่พบในอาหารแต่มีน้อยกว่าสารอาหารอื่นมาก และนอกจากนี้ปริมาณเถ้าสามารถใช้เป็นเครื่องชี้คุณภาพของอาหารบางชนิดได้ อาหารบางชนิดที่มีปริมาณเถ้ามากไป อาจเนื่องมาจากอาหารนั้นถูกปลอมปน เช่น อาหารพวกเครื่องเทศ เจลาติน น้ำตาลทราย และแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์เถ้า (น้ำหนักสด)	เปอร์เซ็นต์เถ้า (น้ำหนักแห้ง)	เปอร์เซ็นต์เถ้าเฉลี่ย (น้ำหนักสด)
A	1.37	1.80	1.37
B	1.52	1.91	1.52
	1.51	1.89	
C	1.41	1.75	1.41
D	1.10	1.17	1.12
	1.13	1.21	

4.2 การศึกษาปริมาณสารหอมระเหยของข้าวเม่า 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว

การศึกษาปริมาณสารหอมระเหยของข้าวเม่า 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว มีลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ โดยข้าวเม่าพันธุ์ภูพาน จะมีลักษณะแบน และเมล็ดสีเขียวเข้มกว่าพันธุ์นางขาว

4.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว ก่อนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม

ผลการทดลองจากการวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว ก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม พบว่าการสกัดสารหอมระเหยในวิธีการที่ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 0.01 ppm ตามลำดับ สารหอมระเหยที่พบมีปริมาณที่น้อยมากจึงได้มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม ดังแสดงในภาพที่ 18 และใช้วิธีการสกัดสารดังภาพที่ 15 ซึ่งผลการทดลองดังปรากฏในข้อที่ 2

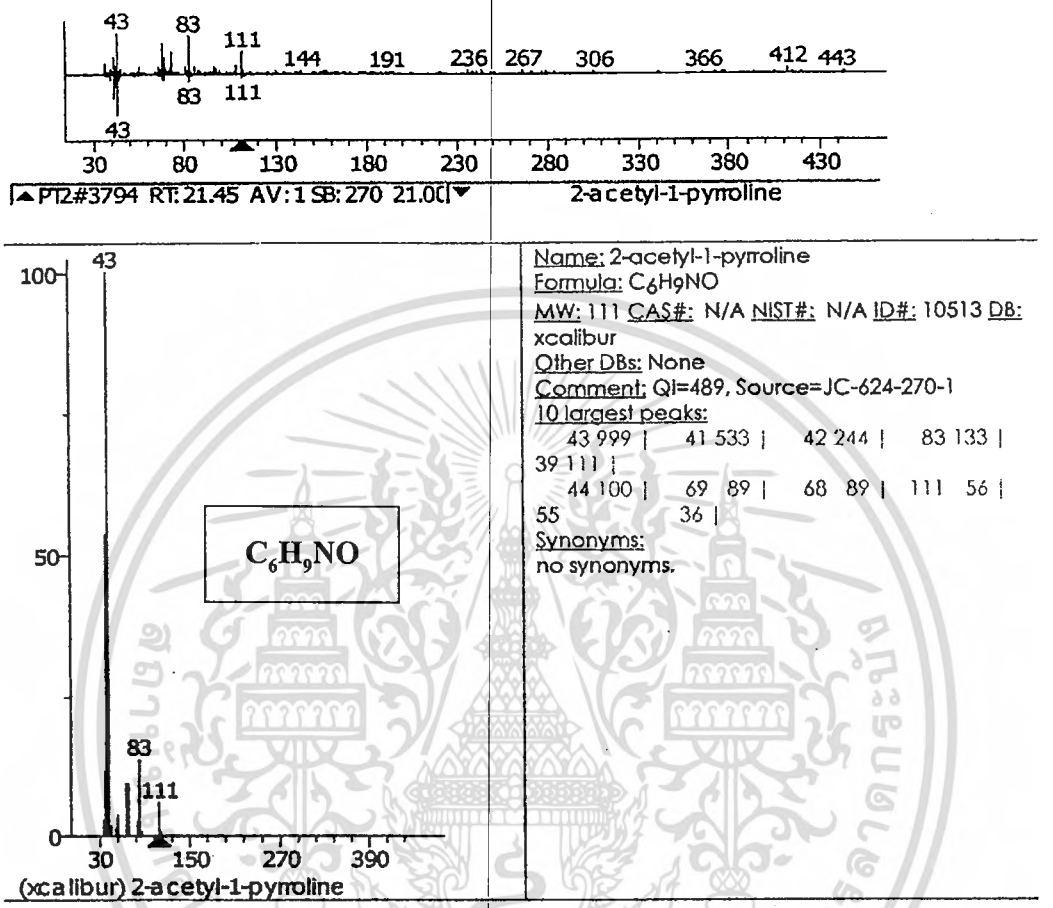
4.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว หลังปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า

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 23 และภาพที่ 24 จากการทดลอง สารหอมระเหย 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) จัดเป็นสารประกอบไนโตรเจนในกลุ่ม heterocyclic compound มีสูตรโครงสร้าง C_6H_9NO น้ำหนักโมเลกุล 111 ดังปรากฏในภาพที่ 23

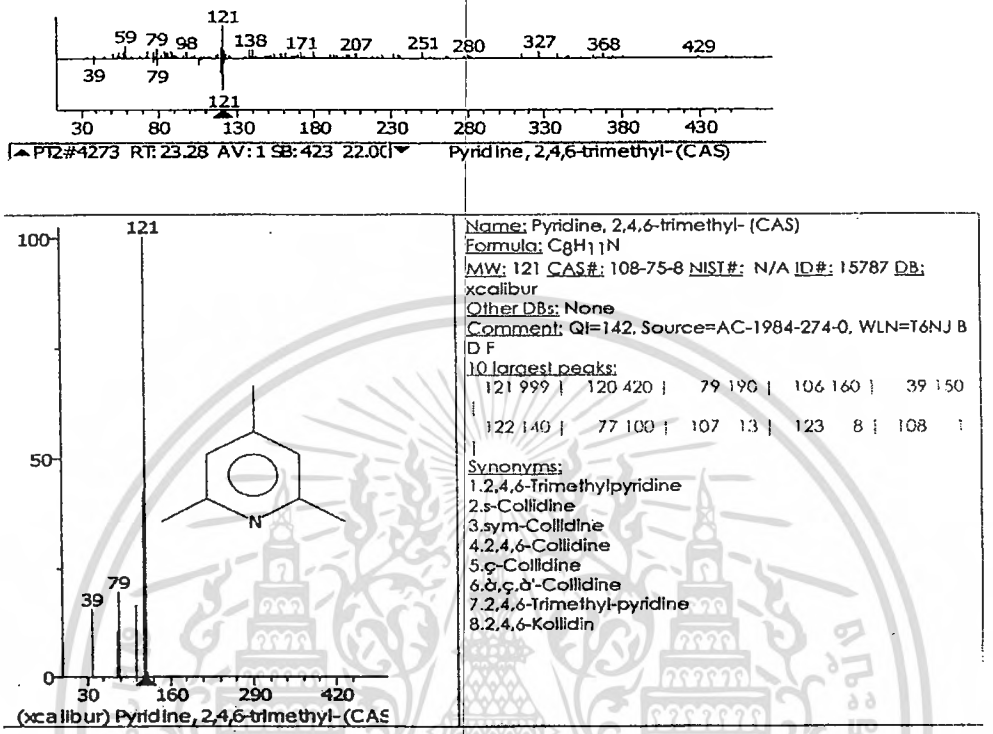
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 23 สูตรโครงสร้างทางเคมี และ Mass spectrum ของสาร 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP)

จากภาพที่ 23 แสดงให้เห็นถึง ลักษณะของโครงสร้างทางเคมี ของ สาร 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) ที่พบในข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์และใบเตย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

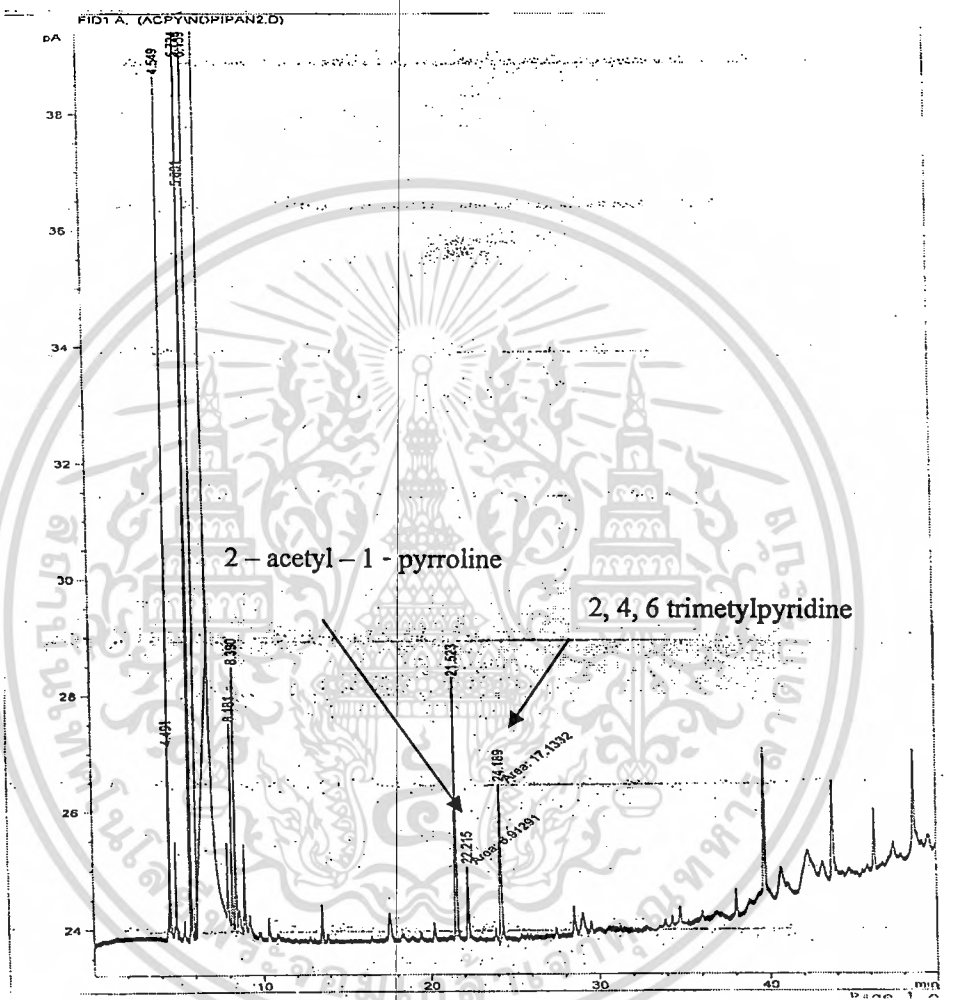


ภาพที่ 24 สูตรโครงสร้างทางเคมี และ Mass spectrum ของ 2, 4, 6 - trimetylpyridine ที่ใช้เป็น internal standard

จากภาพที่ 24 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 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 25 แสดงลักษณะโครมาโตรแกรมของสารระเหยทั้งหมดจากข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่มีการปรับปรุงด้วยน้ำใบเตยแล้วนำไปคั่ว ที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography

จากภาพที่ 25 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 ซึ่งในการคำนวณหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

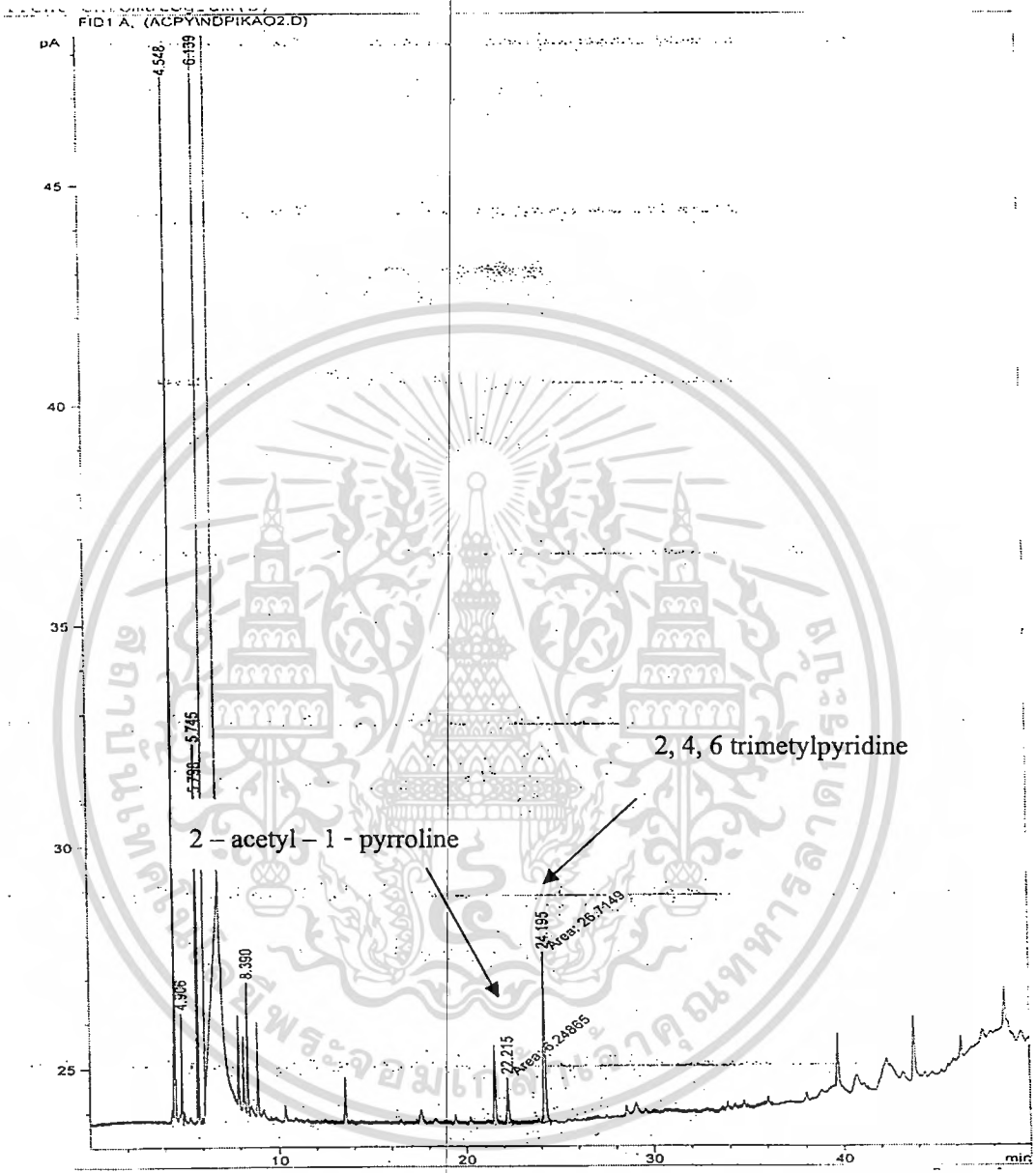
ปริมาณสาร 2 AP สามารถคำนวณหาปริมาณสารหอมระเหยได้จากสูตร $\frac{2AP}{IS}$ x 0.25 (ดังแสดงในภาคผนวก ก ข้อที่ 3) และศึกษาผลการทดลองได้จาก ตารางที่ 23

จากการวิเคราะห์หาสารหอมระเหยจากข้าวเม่าพันธุ์นางขาวที่มีการปรับปรุงด้วยน้ำใบเตย แล้วนำมาคั่วโดยใช้วิธีการสกัดสารหอมด้วยสารละลายกรด ดังภาพที่ 15 และทำการวิเคราะห์หาสารหอมระเหยที่เป็นองค์ประกอบชนิดต่างๆในข้าวเม่าที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Capillary GC ได้สารสกัดที่มีกลิ่นหอมของข้าวเม่า คือ 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) เปรียบเทียบกับสาร 2, 4, 6 trimetylpyridine ซึ่งผลการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 26

จากภาพที่ 26 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 23

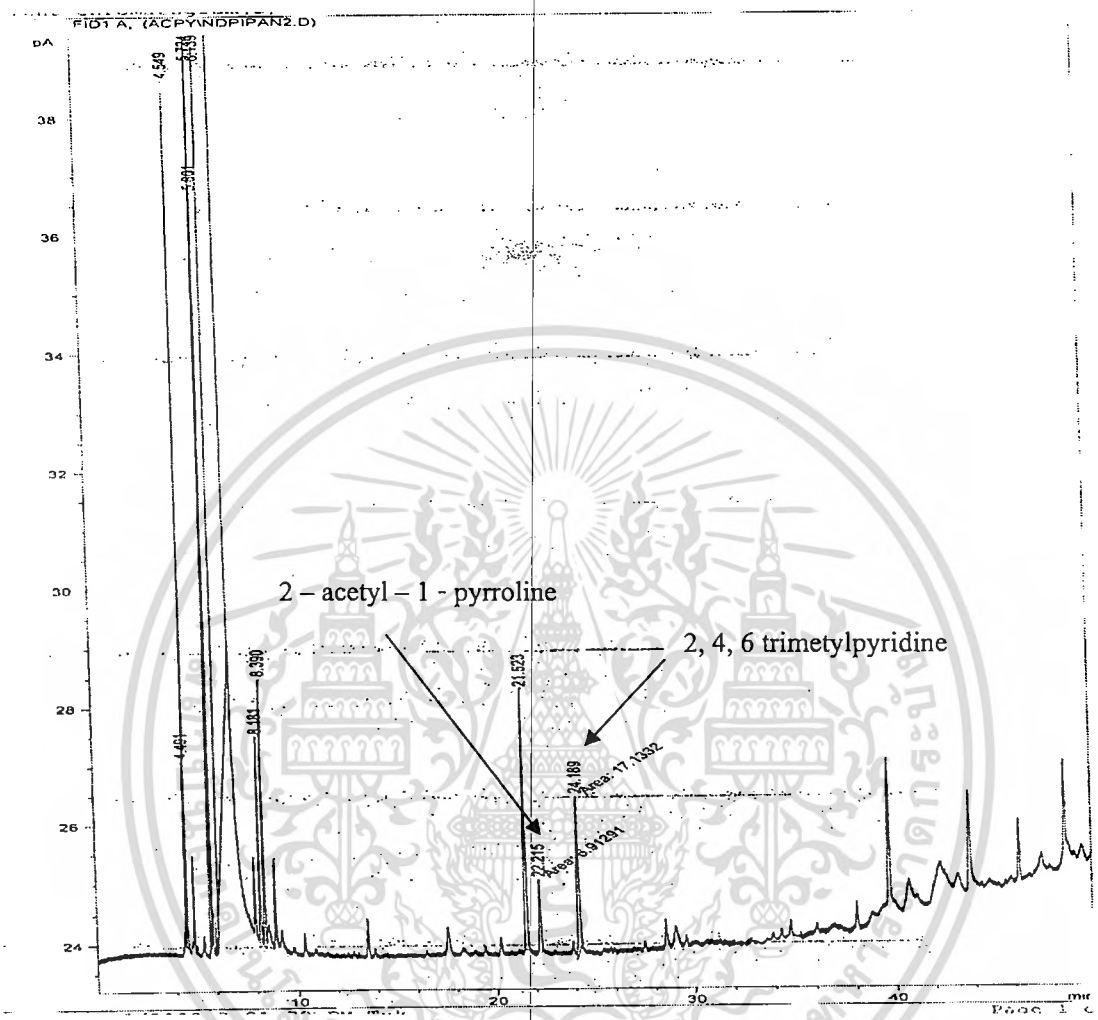
จากการวิเคราะห์หาสารหอมระเหยจากใบเตยคั่วที่มีการอบแห้ง ดังภาพที่ 15 และทำการวิเคราะห์หาสารหอมระเหยที่เป็นองค์ประกอบชนิดต่างๆ โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Capillary GC ได้สารสกัดที่มีกลิ่นหอม คือ 2 – acetyl – 1 - pyrroline (2 AP) เปรียบเทียบกับสาร 2, 4, 6 trimetylpyridine ซึ่งผลการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 26 แสดงลักษณะโครมาโตรแกรมของสารระเหยทั้งหมดจากข้าวเม่าพันธุ์นางขาวที่ใช้ในการปรับปรุงด้วยน้ำใบเตยแล้วนำไปคั่ว ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 27 โครมาโตรแกรมของสารระเหยจากเตยแห้งที่ใช้ในการปรับปรุงกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลของเครื่อง Gas Chromatography

จากภาพที่ 27 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 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 (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 23 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 ข้าวเม่าที่ได้ใช้น้ำคั้นจากใบเตยผสมลูกเคล้าที่ผ่านการนึ่งและคั่ว 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าปริมาณความชอบข้าวเม่าที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยในส่วนของข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่มีน้ำคั้นจากใบเตยแล้วทำการคั่วและนำมาอบแห้ง โดยให้คะแนนเฉลี่ยด้านสี มีค่า เท่ากับ 5.86 คะแนนเฉลี่ยด้านความหอมมีค่า เท่ากับ 5.46 คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสมีค่า เท่ากับ 5.53 คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสมีค่า เท่ากับ 5.73 และคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมมีค่าเท่ากับ 5.93 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากผู้ทดสอบชิมให้คะแนนในส่วนของข้าวเม่าพันธุ์ภูพานผสมเตยคั่วในปริมาณมาก และผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการที่นำมาสกัดสารหอมระเหยในตารางที่ 23 และผลที่ได้สรุปเป็นคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบชิมข้าวเม่าที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมโดยน้ำคั้นจากใบเตย

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 25 กรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า โดยการนำใบเตยสดมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า หลังจากที่มีการนำมาวัดค่า a_w โดยใช้อุณหภูมิที่ 25.1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 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 25 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 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A = ข้าวภูพานผสมเตยนึ่ง

B = ข้าวภูพานผสมเตยคั่ว

C = ข้าวนางขาวผสมเตยนึ่ง

D = ข้าวนางขาวผสมเตยคั่ว

ภาพที่ 28 ข้าวเม่าหลังจากที่มีการปรับปรุงด้วยน้ำคั้นจากใบเตย

หมายเหตุ

A = **ข้าวภูพานผสมเตยนึ่ง**

B = ข้าวภูพานผสมเตยคั่ว

C = ข้าวนางขาวผสมเตยนึ่ง

D = **ข้าวนางขาวผสมเตยคั่ว**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า

จากการทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า ได้ผลิตภัณฑ์ออกมา 1 ชนิด คือ ข้าวเกรียบว่าวจากข้าวเม่าปั่นละเอียด ปรุงรสด้วยเกลือน้ำตาลทราย และโรยด้วยผงกระเทียม พริกไทยจากนั้นได้ทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า ทางด้าน ลักษณะที่ปรากฏ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ข้าวเม่าที่ใช้คือ ข้าวเม่าพันธุ์ภูพานดังในภาพที่ 29 ซึ่งข้าวเม่าอ่อนที่มีสีเขียว ลักษณะของข้าวเม่าจะมีเมล็ดข้าวที่มีลักษณะแบนและแห้ง

ภาพที่ 29 ลักษณะของข้าวเม่าพันธุ์ภูพาน

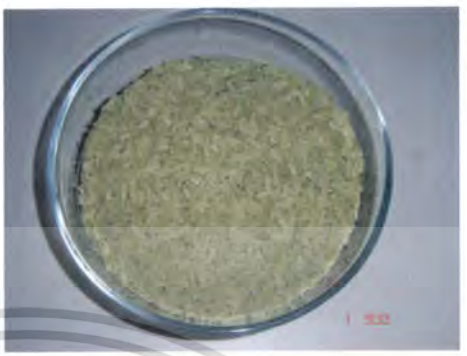
4.3.1.การศึกษาวิธีการเตรียมข้าวเม่าในการทำข้าวเกรียบ

4.3.1.1 การศึกษาผลการแช่ข้าวเม่าในการทำข้าวเกรียบ

ได้นำข้าวเม่าที่เป็นเมล็ดมาทำข้าวเกรียบ และเปรียบเทียบระหว่างข้าวเม่าแช่น้ำกับข้าวเม่าไม่แช่น้ำผลการทดลองดังในภาพที่ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวเม่าแช่น้ำ



ข้าวเม่าไม่แช่น้ำ

ภาพที่ 30 ขั้นตอนการทำข้าวเกรียบข้าวเม่าเปรียบเทียบกันระหว่างแบบแช่น้ำและไม่แช่น้ำ

จากภาพที่ 30 จะเห็นได้ว่าข้าวเม่าที่แช่น้ำเหนียวติดกันมาก และเละไม่สามารถขึ้นรูปได้ ซึ่งแตกต่างจากข้าวเม่าที่ไม่แช่น้ำ ดังแสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบผลของการแช่น้ำและไม่แช่น้ำของข้าวเม่าในการทำข้าวเกรียบข้าวเม่า

สูตร	การนึ่ง	การคลึง	การใช้พิมพ์กด
สูตร1	มีลักษณะเละ ไม่คงรูปเดิม	เหนียวเหนอะหนะ เนื้อค่อนข้างละเอียด	กดเป็นรูปวงกลมยากติดพิมพ์ เหนียว เหนอะหนะไม่คงรูป
สูตร2	มีลักษณะไม่เละมาก คงรูปได้ดี	เหนียว เนื้อค่อนข้างหยาบ	กดเป็นรูปวงกลมได้ ค่อนข้างดี ติดพิมพ์เล็กน้อย

หมายเหตุ

สูตรที่ 1 ข้าวเม่าแช่น้ำ

สูตรที่ 2 ข้าวเม่าไม่แช่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า ในระหว่างขั้นตอนการผลิตนั้นข้าวเม่าแช่น้ำที่ใช้ทำข้าวเกรียบจะมีลักษณะการพองตัวดี นิ่ม เมื่อนำมานึ่งจะเละ ใช้เวลาในการสุกเร็ว และเมื่อนำมาคลึงเนื้อข้าวเกรียบจะละเอียดกว่าข้าวเม่าไม่แช่น้ำ ในการใช้พิมพ์กดเป็นรูปวงกลม ข้าวเม่าแช่น้ำที่ใช้ทำข้าวเกรียบจะเหนียวเหนอะหนะติดพิมพ์ กดเป็นรูปวงกลมลำบากกว่าข้าวเม่าไม่แช่น้ำและไม่คงรูป ส่วนทางด้านสี และกลิ่น ข้าวเม่าไม่แช่น้ำจะมีสีเขียวเข้มดีกว่าข้าวเม่าแช่น้ำ แต่กลิ่นข้าวเม่าแช่น้ำกับข้าวเม่าไม่แช่น้ำมีกลิ่นหอมเหมือนกัน เพราะกลิ่นของข้าวเม่าพันธุ์ภูพานจะให้กลิ่นที่หอมอยู่แล้ว และสีของข้าวเม่าไม่แช่น้ำจะให้สีที่สวยกว่า คือ สีเขียวจากคลอโรฟิลล์ ทำให้น่ารับประทานกว่าสีของข้าวเม่าแช่น้ำ ในส่วนของเนื้อสัมผัสของข้าวเม่าทั้ง 2 ชนิด ข้าวเม่าแช่น้ำจะมีเนื้อสัมผัสที่ละเอียดและกรอบกว่าข้าวเม่าไม่แช่น้ำ หลังจากที่ได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการแล้วจึงนำมาเก็บบรรจุผนึกใส่ถุงไว้เป็นเวลา 2 เดือน ผลปรากฏว่าผลิตภัณฑ์มีราเกิดขึ้น ทั้ง 2 สูตร อาจเป็นเพราะผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีความชื้นหลงเหลืออยู่ไม่แห้งสนิทซึ่งเกิดจากขั้นตอนการคลึงหนาเกินไปและอาจเกิดจากการบรรจุด้วย

4.3.1.2 การทำข้าวเกรียบว่าวจากข้าวเม่าที่ปั่นละเอียด

การทดลองการปรับปรุงต่อเนื่องจากการทดลองที่ 1.1 โดยการนำข้าวเม่าพันธุ์ภูพานไปปั่นบดละเอียดก่อนนำมาขึ้นรูปแล้วสไลด์ เป็นแผ่น ดังในภาพที่ 31 และ32 พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ทำจากข้าวเม่าที่ผ่านการปั่นละเอียดจะคงรูป และสไลด์ได้ดีกว่าข้าวเม่าที่ไม่ได้ปั่นละเอียด ผลการทดลองดังในตารางที่ 27

ข้าวเม่าที่เป็นเมล็ดยังไม่บด ข้าวเม่าที่บดละเอียดแล้ว

ภาพที่ 31 ข้าวเม่าปั่นละเอียดเพื่อทำข้าวเกรียบว่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้งข้าวเม่าบดละเอียด

แป้งข้าวเม่าที่นวดขึ้นรูปแล้ว

ภาพที่ 32 แป้งข้าวเม่าและการนวดขึ้นรูป

ตารางที่ 27 ลักษณะทางกายภาพและค่า a_w ของข้าวเกรียบข้าวเม่าที่ใช้แป้งข้าวเม่าปั่นละเอียด

สูตร	การสไลด์	a_w	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูป	
			การพองตัว	เนื้อสัมผัส
ข้าวเม่าพันธุ์ภูพานปั่นละเอียด	หลังจากผ่านการแช่แข็ง นำมาสไลด์ได้ง่ายขึ้น ไม่ค่อยติดใบมีด แผ่นบางลง	0.47	เร็ว ดี	เนื้อละเอียด มีความกรอบผิวเรียบ

พบว่าในการทดลองครั้งนี้ได้นำผลิตภัณฑ์มาอบที่อุณหภูมิเท่ากับ 200 องศาเซลเซียส ขึ้นรูปได้ดี เพราะข้าวเม่าปั่นละเอียดหลังจากผ่านการแช่แข็งนำมาสไลด์ได้ง่ายขึ้น ไม่ค่อยติดใบมีด แผ่นบางลงมีการพองตัวในขณะขึ้นรูปได้เร็ว และได้ทำการประเมินผลลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูป โดยการพินิจ เนื้อสัมผัสมีความละเอียด กรอบ ผิวเรียบ หลังจากที่ได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการแล้วจึงนำมาเก็บบรรจุผนึกใส่ถุงไว้เป็นเวลา 2 เดือน ผลปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ ไม่มีราเกิดขึ้น ได้ทำการตรวจสอบค่า a_w พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.47 จากค่า a_w ที่ตรวจได้ทำให้พบว่าข้าวเกรียบข้าวเม่ามีความชื้นอยู่น้อยจึงไม่เกิดผลเสียต่อผลิตภัณฑ์ และอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานได้กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2. การศึกษาอุณหภูมิในการอบข้าวเกรียบข้าวเม่า

ในการทดลองครั้งที่ 1 เป็นการปรับปรุงต่อเนื่องจากการทดลองที่ 1.2 โดยได้ศึกษาอุณหภูมิและเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ใช้ของข้าวเกรียบที่ทำจากข้าวเม่ามีอุณหภูมิที่ต่างกัน คือ 180, 200 และ 220 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 28

ตารางที่ 28 เปรียบเทียบการพองตัวและค่า a_w ของข้าวเกรียบข้าวเม่าที่อบอุณหภูมิที่กันแตกต่างกัน

สูตร	a_w	การพองตัว	เนื้อสัมผัส
สูตรที่ 1	0.43	ได้ช้า	ไม่ค่อยกรอบ แข็งเล็กน้อย
สูตรที่ 2	0.39	ได้ดี เร็วสม่ำเสมอ	กรอบดี
สูตรที่ 3	0.30	ได้เร็วมากจนเกิดการไหม้รอบๆแผ่น	กรอบ ร่วน และขม

หมายเหตุ

สูตรที่ 1ข้าวเกรียบข้าวเม่าที่อบขึ้นรูปอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส

สูตรที่ 2 ข้าวเกรียบข้าวเม่าที่อบขึ้นรูปอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

สูตรที่ 3 ข้าวเกรียบข้าวเม่าที่อบขึ้นรูปอุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส

พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการอบขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส มีการพองตัวได้ช้า เนื้อสัมผัสไม่ค่อยกรอบ แข็งเล็กน้อย ส่วนผลิตภัณฑ์ที่อบขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส มีการพองตัวได้ดีเร็วสม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสกรอบ และผลิตภัณฑ์ที่อบขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส มีการพองตัวได้เร็วมากจนเกิดการไหม้รอบๆแผ่นเพราะความร้อนมากเกินไป เนื่องจากผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่ามีลักษณะแผ่นบาง จึงต้องหาอุณหภูมิในการขึ้นรูปที่เหมาะสม หลังจากที่ได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการแล้วจึงนำมาเก็บบรรจุผนึกใส่ถุงไว้เป็นเวลา 2 เดือน ผลปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ไม่มีราขึ้นทั้ง 3 สูตร และได้ทำการตรวจสอบค่า a_w พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.43, 0.39 และ 0.30 ตามลำดับ ถ้าค่า a_w สูง แสดงว่าข้าวเกรียบข้าวเม่ามีความชื้นหลงเหลืออยู่จึงทำให้การพองตัวได้ช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะฉะนั้น สูตรที่ 2 ที่อบขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส มีการพองตัวได้ดีที่สุด และได้ทำการประเมินผลลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูป โดยการพินิจทำให้พบว่า สูตรที่ 2 ที่อบขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส มีเนื้อสัมผัสกรอบดี

4.3.3. การทำข้าวเกรียบข้าวเม่ารสชาติระเทียมพริกไทย

เมื่อนำการทดลองที่ 2 มาปรับปรุงโดยโรยผงปรุงรสกระเทียมพริกไทยที่ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าที่เพิ่มรสชาติในตัวผลิตภัณฑ์กับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ไม่เพิ่มรสชาติในตัวผลิตภัณฑ์ โดยมีส่วนผสมปรุงรสกระเทียมพริกไทยเท่ากัน คือ อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า 50 กรัม , น้ำมันปาล์ม 0.8 มิลลิลิตร ,เกลือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ผงกระเทียมพริกไทย 1.5 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการ โรยด้วยผงปรุงรสกระเทียมพริกไทยทั้ง 2 แบบ ผงปรุงรสมีการเกาะตัวกับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าดี ดูน่ารับประทาน

เมื่อได้มีการทดลองโรยผงปรุงรสกระเทียมพริกไทยที่ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าที่เพิ่มรสชาติกับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าที่ไม่เพิ่มรสชาติ และนำไปเก็บรักษาเป็นเวลานาน 2 เดือน แล้วจึงได้นำมาทดสอบดังนี้

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ชิมจำนวน 20 คน ผลที่ได้ดังแสดงตารางที่ 29

ตารางที่ 29 คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า จำนวน 2 ตัวอย่าง

รหัส	ลักษณะที่ปรากฏ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
143	7.55^{ns}	7.75^{ns}	7.55^{ns}
157	7.95^{ns}	8.25^{ns}	7.95^{ns}

หมายเหตุ

อักษรในคอลัมน์เดียวกัน ที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P > 0.05$)

143 คือ สูตร โรยด้วยผงปรุงรสกระเทียมพริกไทยที่ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าที่ไม่เพิ่มรสชาติในตัวผลิตภัณฑ์

157 คือ สูตร โรยด้วยผงปรุงรสกระเทียมพริกไทยที่ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าที่เพิ่มรสชาติในตัวผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าจากผลการทดสอบชิมทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า ข้าวเกรียบข้าวเม่าโรยด้วยผงปรุงรสกระเทียมพริกไทยที่เพิ่มรสชาติในตัวผลิตภัณฑ์ ได้รับการยอมรับจากผู้ชิมมากที่สุดทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

1. ทางด้านลักษณะที่ปรากฏ สูตรที่ 157 ซึ่งเป็นข้าวเม่าที่ปรุงรสในตัวผลิตภัณฑ์และโรยผงกระเทียมพริกไทย ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ย 7.95 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมากซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 143 ซึ่งเป็นข้าวเม่าที่ไม่ปรุงรสในตัวผลิตภัณฑ์และโรยผงกระเทียมพริกไทย ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ย 7.55 คะแนน

2. ทางด้านความกรอบ สูตรที่ 157 ซึ่งเป็นข้าวเม่าที่ปรุงรสในตัวผลิตภัณฑ์และโรยผงกระเทียมพริกไทยซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ย 8.25 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมากซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 143 ซึ่งเป็นข้าวเม่าที่ไม่ปรุงรสในตัวผลิตภัณฑ์และโรยผงกระเทียมพริกไทย ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ย 7.75 คะแนน

3. ทางด้านความชอบโดยรวม สูตรที่ 157 ซึ่งเป็นข้าวเม่าที่ปรุงรสในตัวผลิตภัณฑ์และโรยผงกระเทียมพริกไทย ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ย 7.95 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบมากซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 143 ซึ่งเป็นข้าวเม่าที่ไม่ปรุงรสในตัวผลิตภัณฑ์และโรยผงกระเทียมพริกไทย ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ย 7.55 คะแนน

การตรวจสอบค่า a_w, pH และลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏของข้าวเกรียบข้าวเม่า

หลังจากที่ได้เก็บรักษาข้าวเกรียบข้าวเม่า 2 เดือน ณ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็นแล้ว ได้นำมาตรวจสอบค่า a_w, pH และลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏของข้าวเกรียบข้าวเม่า ดังแสดงในตารางที่ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 ค่า a_w, pH และลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏของข้าวเกรียบข้าวเม่า

สูตรผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาเก็บ (เดือน)	อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	a_w	pH	ลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏ
สูตร 1	0	2-4	0.31	5.05	สภาพปกติมีสีเขียว
	2	2-4	0.37	5.94	สภาพปกติมีสีเขียว
สูตร 2	0	32-37	0.35	5.05	สภาพปกติมีสีเขียว
	2	32-37	0.50	6.34	สภาพปกติมีสีเขียว

หมายเหตุ

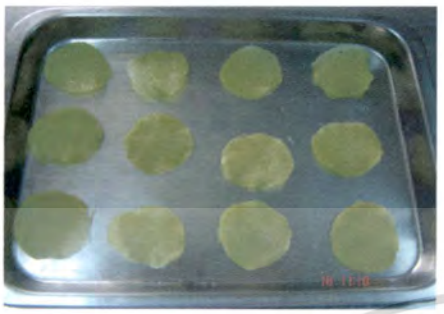
สูตรที่ 1 คือ ข้าวเกรียบว่าวจากข้าวเม่าที่เก็บในอุณหภูมิตู้เย็น (2-4 องศาเซลเซียส)

สูตรที่ 2 คือ ข้าวเกรียบว่าวจากข้าวเม่าที่เก็บในอุณหภูมิห้อง (32-37 องศาเซลเซียส)

พบว่าค่า a_w ของตัวอย่างข้าวเกรียบข้าวเม่าที่เก็บในตู้เย็นค่า a_w คือ 0.31 มีค่าน้อยกว่าที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง คือ 0.35 แต่หลังจากที่เก็บข้าวเกรียบข้าวเม่าเป็นเวลา 2 เดือนแล้วจะทำให้ความชื้นสามารถซึมผ่านถุงพลาสติกไปยังข้าวเกรียบข้าวเม่าได้ ทำให้ค่า a_w สูงขึ้น คือ 0.50 ส่วนค่า pH เมื่อเริ่มต้น (0 เดือน) คือ 5.05 หลังจากเก็บนาน 2 เดือน ค่า pH เปลี่ยนไปเล็กน้อย ซึ่งมิได้ลดลง นั้นแสดงว่า ข้าวเกรียบข้าวเม่าปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างกรด

การเก็บรักษาระหว่างอุณหภูมิตู้เย็นกับอุณหภูมิห้อง มีผลต่อผลิตภัณฑ์ คือ การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น ทำให้ความชื้นมีความคงที่ แต่ถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องความชื้นจะเพิ่มขึ้น แต่ไม่มากนัก แต่อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาในระยะเวลา 2 เดือน ไม่มีผลต่อการเกิดเชื้อราในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่า a_w, pH ที่วัดได้ มีค่าใกล้เคียงกันกับเมื่อเริ่มต้นและมีลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏอยู่ในสภาพที่ปกติ เหมือนกันทั้ง 2 สภาวะ ดังแสดงในภาพที่ 33 และข้าวเกรียบข้าวเม่าที่ผลิตได้ถึงแม้เก็บไว้นานเป็นเวลา 2 เดือน มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มอก. 1534-2541) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ประเภทขนมกรอบจากธัญชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผลิตภัณฑ์ก่อนอบขึ้นรูป

ผลิตภัณฑ์หลังอบขึ้นรูป

<u>ภาพที่ 33</u> ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาคุณค่าทางอาหารของข้าวเม่า

1. ลักษณะทางกายภาพของข้าวเม่า ทั้ง 4 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ชุมพร พันธุ์อีปุ พันธุ์ดอหอม และพันธุ์กข6 ที่ได้จากแหล่งผลิตในจังหวัดอุบลราชธานีพบว่า ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีลักษณะเมล็ดที่แบนยาวรีสีออกสีเขียวอ่อนและมีกลิ่นหอม พันธุ์อีปุมีลักษณะแบนยาวเรียวสีเขียวอ่อนมีกลิ่นหอมมากกว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร ส่วนข้าวเม่าพันธุ์ดอหอมมีลักษณะเมล็ดแบน ยาวเรียว สีเขียวมีกลิ่นหอม สายพันธุ์กข 6 มีลักษณะเมล็ด แบนเล็กน้อยยาวรีมีสีเขียวแก่มีกลิ่นหอมน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์อื่น ๆ

2. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในข้าวเม่า พบว่า ข้าวเม่ามีความชื้นอยู่ระหว่าง 16.3-23.9 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักข้าวเม่าสด ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร พันธุ์อีปุ พันธุ์ดอหอม และพันธุ์กข 6 มีปริมาณความชื้นที่แตกต่างกัน พันธุ์ชุมพรจะมีปริมาณความชื้นมากที่สุด คือ 23.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวเม่าพันธุ์กข 6 มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดคือ 6.3 เปอร์เซ็นต์ เพราะข้าวเม่าพันธุ์กข 6 ได้ผ่านการอบมาแล้ว จึงทำให้ความชื้นหลงเหลืออยู่น้อย

3. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่า ปริมาณไขมันมีค่าอยู่ในช่วง 1.8-2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักข้าวเม่าแห้ง ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร มีปริมาณไขมันมากที่สุดคือ 1.8 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ข้าวเม่าพันธุ์ดอหอม และพันธุ์อีปุ คือ 1.5 และ1.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้าวกล้อง พบว่าข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรเท่านั้นที่มีปริมาณไขมันอยู่ในระดับเดียวกันกับข้าวกล้อง

4. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่า ปริมาณโปรตีนมีค่าอยู่ในช่วง 6.8-8.8 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักข้าวเม่าแห้ง ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพรมีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุด และข้าวเม่า พันธุ์ อีปุ พันธุ์ดอหอม และพันธุ์กข 6 มีปริมาณโปรตีนคือ 8.8 8.2 และ6.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5. การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย ในข้าวเม่าทั้ง 4 พันธุ์ พบว่า ปริมาณเยื่อใยมีค่าอยู่ในช่วง 1.4-1.7 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักข้าวเม่าแห้ง ข้าวเม่าพันธุ์กข 6 มีปริมาณเยื่อใยสูงสุด คือ 1.7 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ข้าวเม่าพันธุ์ชุมพร พันธุ์อีปุ และพันธุ์ดอหอมคือ 1.6 1.5 และ1.4 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำเปรียบเทียบกับปริมาณเยื่อใยของข้าวกล้องพบว่าข้าวกล้องจะมีปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 0.6-1.0 เปอร์เซ็นต์ และข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ มีปริมาณเยื่อใยมากกว่าข้าวกล้อง

6. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่าปริมาณเถ้า มีค่าอยู่ในช่วง 1.2-1.9 เปอร์เซ็นต์ของน้ำนักข้าวเม่าแห้ง ข้าวเม่าพันธุ์อีปุ มีเปอร์เซ็นต์เถ้าสูงสุด คือ 1.9 เปอร์เซ็นต์ และจากการนำข้าวเม่าทั้ง 4 สายพันธุ์ มาเปรียบเทียบกับข้าวกล้องนั้น ข้าวกล้อง จะมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.0 - 1.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวเม่าพันธุ์กข 6 พันธุ์ชุมพร และพันธุ์ดอหอม มีปริมาณเถ้าคือ 1.2 1.8 และ1.7 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำนักข้าวเม่าแห้งตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับข้าวกล้อง

2. การศึกษาปริมาณสารให้ความหอม 2-Acetyl-1-pyrroline จากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว ก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมแบ่งเป็น 2 วิธีการ

1. การวิเคราะห์ปริมาณสารหอมระเหยจากข้าวเม่า 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ภูพาน และพันธุ์นางขาว ที่ได้จากแหล่งผลิตจังหวัดหนองคาย ก่อนการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม พบว่าข้าวเม่าพันธุ์ภูพานมีสารหอม 2-Acetyl-1-pyrroline (2 AP) มากกว่าข้าวเม่าพันธุ์นางขาว ประมาณ 2 เท่า คือ 0.02 ppm และ 0.01 ppm ตามลำดับ ซึ่งได้สารหอมระเหยในข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์ พบว่ามีปริมาณที่น้อยมากจึงได้มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่าต่อไป

2. การสกัดสารหอมระเหย ในข้าวเม่าหลังจากการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า

พบว่าปริมาณสารหอมระเหย คือ 2 – acetyl – 1 – pyrroline (2 AP) ที่พบในใบเตยสด 0.88 ppm ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าใบเตยนึ่งและคั่ว คือ 3.89 และ 4.14 ตามลำดับ เนื่องจากใบเตยที่ผ่านการนึ่งและคั่วมีปริมาณน้ำน้อยกว่าใบเตยสด และได้ผ่านความร้อนที่อุณหภูมิสูงในการนึ่งและคั่วอีกด้วย ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการดมกลิ่น นอกจากนี้จะเห็นได้ชัดเจนว่าสารหอมในใบเตยสดมีมากกว่า 40 เท่าของข้าวเม่าทั้งสองสายพันธุ์

ส่วนปริมาณสารหอมระเหยในข้าวเม่าพันธุ์นางขาวและข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่ได้จากการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม เทียบกับสารหอมระเหยที่ได้จากใบเตย คือ 2 - acetyl -1-pyrroline (2 AP) ซึ่งได้แก่ ข้าวเม่าที่ใช้น้ำคั้นจากใบเตยสดแล้วผสมคลุกเคล้ากันดี จากนั้นนำไปนึ่งและคั่ว พบว่าข้าวเม่าที่คลุกเคล้ากับน้ำใบเตยแล้วนำไปนึ่ง มีปริมาณสารหอมระเหย 2 AP มากกว่าในข้าวเม่าที่คลุกเคล้ากับน้ำใบเตยแล้วนำไปคั่ว คือ 0.073 ppm และ 0.056 ppm ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์นางขาวและพันธุ์ภูพาน ที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมได้ทำการปรับปรุง โดยการนำน้ำใบเตยสดมาใช้ในการปรับปรุง แล้วทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยทดสอบชิม ของข้าวเม่าทั้ง 2 สายพันธุ์ ซึ่งได้แก่ตัวอย่างข้าวเม่าก่อนและหลังการปรับปรุงกลิ่นหอม จากการทดสอบชิมได้ใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 10 คนพบว่าปริมาณความชอบข้าวเม่าที่มีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอม ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยของข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่มีน้ำคั้นจากใบเตยแล้วนำไปคั่วจากนั้นนำไปอบแห้ง คะแนนเฉลี่ยด้านสี มีค่า เท่ากับ 5.86 คะแนนเฉลี่ยด้านความหอมมีค่า เท่ากับ 5.46 คะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสมีค่า เท่ากับ 5.53 คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสมีค่า เท่ากับ 5.73 และคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมมีค่า เท่ากับ 5.93 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากผู้ทดสอบชิมของข้าวเม่าพันธุ์ภูพานที่มีน้ำคั้นจากใบเตยแล้วนำไปคั่วมีคะแนนมากที่สุด ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ ค่าสารหอมระเหย 2AP ด้วยเครื่อง GC-MS

สำหรับการหาค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหารและเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญและการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์ หลังจากทำการทดลองปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า นำข้าวเม่าที่ปรับปรุงคุณภาพความหอมแล้วไปวัดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี พบว่ามีปริมาณที่ต่ำกว่า0.6 ซึ่งเป็นค่าที่ได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ฉบับที่ ๗๔๑/๒๕๔๘ ได้กำหนดไว้ดังแสดงในภาคผนวก ข และ ภาคผนวก ค

ข้าวเม่ามีปริมาณสารหอมระเหยที่น้อยกว่าสารหอมระเหยในใบเตยอย่างมากจึงไม่เพียงพอต่อการนำเอาสารหอมระเหย คือ 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) ที่สกัดได้จากข้าวเม่าไปใช้ในทางอุตสาหกรรมอาหารได้ ดังนั้น จึงต้องใช้ใบเตยมาปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นของข้าวเม่า อีกทั้งในใบเตยมีปริมาณสารหอมระเหย คือ 2-Acetyl-1-pyrroline (2 AP) เช่นเดียวกับที่พบในข้าวเม่า นอกจากใบเตยจะมีกลิ่นหอมแล้วยังสามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพด้านสี เพื่อให้ผู้บริโภคเกิดการยอมรับและเป็นที่นิยมดีอีกด้วย

3. การศึกษาวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า

การแปรรูปข้าวเม่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโดยการศึกษาทดลองนำไปทำข้าวเกรียบที่มีลักษณะคล้ายข้าวเกรียบว่าว แต่มีขนาดพอคำ เพื่อสะดวกในการรับประทาน โดยได้ทดลองค้นคว้าและหาสูตรที่เหมาะสม ตลอดจนได้ทำการศึกษาการยอมรับของผู้ชิม โดยการทดสอบทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าดังกล่าว ทางด้านลักษณะที่ปรากฏ ความกรอบและความชอบโดยรวม ได้ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. กระบวนการแปรรูปข้าวเกรียบข้าวเม่า

1.1 การทำข้าวเกรียบข้าวเม่าที่เหมาะสมที่สุด คือ นำข้าวเม่าไปปั่นละเอียดก่อนแล้วนำข้าวเม่าที่ผสมน้ำแล้วนำไป นึ่ง ปั้นเป็นรูปทรงกระบอก นำไปแช่แข็งก่อนสไลด์และในขั้นตอนการสไลด์ที่เหมาะสมที่สุด คือ การสไลด์เป็นรูปร่างแผ่นวงกลมบางขนาดพอคำ

1.2 ใช้ข้าวเม่าพันธุ์ภูพานปั่นละเอียดจะเหมาะสมในการแปรรูปข้าวเกรียบมากกว่าที่ใช้ข้าวเม่าทั้งเมล็ดที่ได้ผ่านการแช่น้ำ เพราะมีกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่ดีกว่า

1.3 การทำข้าวเกรียบข้าวเม่าอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในขั้นตอนการอบให้สุก คือ นำไปอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เพราะจะมีการพองตัวในขณะอบขึ้นรูปได้ดี รวดเร็ว และสม่ำเสมอ

1.4 ข้าวเกรียบข้าวเม่าที่ได้มีลักษณะแผ่นบางกลม ขนาดความหนา 0.55 มิลลิเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.8 เซนติเมตร ขนาดชิ้นพอคำ มี กลิ่นหอม และสีเขียวน่ารับประทาน ที่สำคัญการทำให้สุกของข้าวเกรียบข้าวเม่า คือ การอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสทำให้เกิดการพองตัวที่ดี รวดเร็ว สม่ำเสมอ ไม่มีไขมันมาก และยังเก็บรักษาไว้ได้นานเกิน 2 เดือน ซึ่งต่างจากข้าวเกรียบว่าวที่มีขายทั่วไปที่มีขนาดใหญ่ หนา การทำให้สุก คือ การทอดหรือปิ้ง เพื่อให้เกิดการพองตัว ในขณะเดียวกันถ้าทำให้สุกโดยการทอด จะทำให้ข้าวเกรียบมีปริมาณไขมันมากขึ้น ซึ่งมีผลต่ออายุการเก็บของข้าวเกรียบข้าวเม่า

1.5 ข้าวเกรียบข้าวเม่า สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ได้เป็นเวลานานกว่า 2 เดือนยังคงสภาพปกติ ไม่พบเชื้อรา อีกทั้ง มีค่า a_w ต่ำ และ ค่าpH เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ อีกด้วย

2. ผลการทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบชิมต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า

พบว่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ชิมต่อข้าวเกรียบข้าวเม่า พบว่าทางด้านลักษณะที่ปรากฏ ความกรอบ และความชอบโดยรวม สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่ปรุงรสโดยเติมสารปรุงรสลงไปในแป้งข้าวเม่าที่เปียกน้ำแล้วขึ้นรูป จากนั้นนำไปทำตามกระบวนการในข้อ 1.1 และ 1.4 หลังจากที่ทำให้สุกพองตัวแล้วจึงนำไปโรยผงเกลือ กระเทียม และพริกไทย ซึ่งมีลักษณะภายนอกสีเขียวที่มีผงกระเทียมพริกไทยเกาะอยู่เล็กน้อย กลิ่นหอม แผ่นกลมบาง มีความกรอบ มีรสชาติเค็มๆหวานๆในตัวผลิตภัณฑ์อีกด้วย เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม ให้คะแนนเฉลี่ยสูง มีค่า เท่ากับ 7.95 คือ ชอบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น การแปรรูปข้าวเม่าเป็นข้าวเกรียบที่ใช้การอบจนพองตัวแทนการใช้น้ำมันทอด เป็นการลดปริมาณไขมันและน้ำมันในผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าที่เป็นอาหารขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ เป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวเม่าได้อีกทางหนึ่งด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ใบเตยสดที่นำมาใช้ในการปรบปรุงคุณภาพด้านกลิ่นหอมของข้าวเม่า ควรมาจากแหล่งที่จำหน่ายหรือสถานที่เพาะปลูกเดียวกัน เพราะมีผลต่อกลิ่นของใบเตยที่สกัดได้ในการทดลอง

2. ในขั้นตอนการปั่นข้าวเม่าควรทำให้ละเอียด โดยผ่านการร่อนด้วยกระชอนที่มีความถี่ เพราะว่าจะทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบที่ได้มีลักษณะที่ดี

3. ขั้นตอนการสไลด์ควรสไลด์ในขณะที่ข้าวเกรียบยังแข็งอยู่ ทาน้ำมันที่ใบมีดเล็กน้อย และควรรับใบมีดให้มีความคม เพราะจะทำให้สไลด์ได้ง่าย ไม่ติดใบมีด และทำให้รอบๆแผ่นข้าวเกรียบไม่แตกในขณะสไลด์

4. ในขั้นตอนอบให้สุกและทำให้พองตัวนั้น ต้องคอยดูสม่ำเสมอ เพราะข้าวเกรียบใช้เวลาในการสุกรวดเร็วมาก อาจไหม้ได้

5. ในขั้นตอนการโรยผงปรุงรสกระเทียมพริกไทย ต้องนำเข้าเครื่องโรยหลังจากข้าวเกรียบอบให้สุกและพองตัวเสร็จใหม่ๆ และก่อนโรยผงปรุงรสต้องโรยน้ำมันเล็กน้อยก่อน เพราะจะทำให้ผงปรุงรสเกาะติดกับแผ่นข้าวเกรียบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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

คณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชา. 2541. ผลิตภัณฑ์อาหารหน่วยที่ 8-15 . นนทบุรี: โรงพิมพ์สุโขทัยธรรมาธิราช.359 น.

คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอาหาร. 2541. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 503 น.

งามจิตร จารุพันธ์. 2529. คู่มือประกอบอาหารนานาชาติ. พุทธอุปถัมภ์การพิมพ์ .กรุงเทพฯ. 419 น.

งามชื่น คงเสรี. 2538. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาคหกรรมศาสตร์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .100 น.

จรรยา สุบรรณ. 2528. ตำรับถนอมอาหารเล่ม 1. แพร่วิทยา. กรุงเทพฯ. 309 น.

ชวนชม จันทรเปารยะ. 2517. การถนอมอาหารภายในบ้าน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว. 215 น.

ชัยฤกษ์ ดิษยบุตร. 2548. ข้าว. แหล่งที่มา : http://www.nstda.or.th/rural/html/rice.html, 31 ตุลาคม 2548.

_____ . 2550. ข้าว.แหล่งที่มา : http : // www. dstda. or. th / rural / html / rice. html, 27 กันยายน 2550.

ฉรงค์ นิยมวิทย์. 2538. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร.กรุงเทพฯ: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 100 น.

_____ . 2526. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร.กรุงเทพฯ: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 100 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ณรงค์ 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

ทศรฐ อินแปลง. 2544. การผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋องเสริมโภชนาการ. แหล่งที่มา : www.rb.ac.th/org/research/rajabhat/ripw/20102.htm, 31 ตุลาคม 2548.

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

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

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.504 น.

นิรนาม. 2548. ข้าวกล้อง. แหล่งที่มา : http://www.silvergreenshop.com/info/rice/rice_brown.html, 31 ตุลาคม 2548.

_____. 2548. จมูกข้าว. แหล่งที่มา : http://www.silvergreenshop.com/info/rice/rice_germ.htm 31 ตุลาคม 2548.

นิรมล สุรัสวดี. 2527. ข้าวเกรียบ.รายงานอาหารจากธัญพืชและพืชหัว. ภาควิชาคหกรรม คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 100 น.

นิศา ตรีภัทรชยากร และ สุภาพร จิตรประภาภรณ์. 2538. การศึกษาคุณสมบัติของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวเพื่อใช้ในการผลิตขนมขบเคี้ยวจากเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์แบบสกรูคู่. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นฤดม บุญหลง. 2537. การพัฒนามันสำปะหลังเพื่อเป็นอาหารสัตว์ : ข้าวเกรียบ. กรุงเทพฯ: การวิจัยภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 30 น.

_____ . 2531 . การพัฒนามันสำปะหลังเพื่อเป็นอาหารสัตว์ : ข้าวเกรียบ. กรุงเทพฯ: การวิจัยภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 30 น.

ใบเตยแห้ง.มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ฉบับที่ ๗๓๕/๒๕๔๘

ประเสริฐ สายสิทธิ์.2514. ผลิตภัณฑ์ประมงและหลักการถนอมอาหาร: โรงพิมพ์ครุสภาพระนคร. 384น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2539. เทคนิคทางเคมี. กรุงเทพฯ : ประกายพรึก. 154 น.

ผ่องพรรณ แสงสิงห์แก้ว. 2513 .การทดสอบและปรับปรุงการทำข้าวเกรียบปลาหมึกและปลาราคาถูก. กรุงเทพฯ: รายงานผลการทดลอง. แผนอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง. 250 น.

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

ภาควิชาวิทยาศาสตร์อาหาร. 2523 . Snack Food เอกสารประกอบการจัดนิทรรศการ.คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8 น.

ลักขณา รุจนะไกรการนต์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2533. หลักการวิเคราะห์อาหาร. เชียงใหม่ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 270 น.

ลัดดา ทันณวงค์. 2545. การใช้ข้าวกล่องเพื่อทดแทนกระบวนการผลิตข้าวเกรียบ. กรุงเทพฯ: ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 38 น.

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

วิเชียร วรพุทธพร และ ชัยชาญ วงศ์สามัญ. 2546. การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวเม่าและผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปบางชนิดจากภูมิปัญญาชาวบ้านอิสาน. รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กรุงเทพฯ

วิลัศนา โพธิ์ศรี. 2540. คุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวจากแหล่งปลูกที่สำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 34 น.

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

วุฒิชัย นาครักษา. 2535. Snack Food เอกสารประกอบการจัดนิทรรศการ. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .20 น.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2522. ทฤษฎีอาหารเล่ม2 .นนทบุรี: วราวุฒิการพิมพ์. 274 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์. 211 น.

ศุภชัย ใช้เทียมวงศ์. 2534. ปฏิบัติเคมีปริมาณวิเคราะห์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรมหาวิทยาลัย. 104-121 น.

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

เสริมพร สาตรพันธุ์. 2528. อาหาร-ขนม.กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พรานนาการพิมพ์. 177 น.

อภิชญา ชูบัณฑิตกุล. 2542. ข้าวเกรียบหอมแดง.กรุงเทพฯ: ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 47 น.

อัจฉรา ดลวิทยาคุณ. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งมันเทศเคลือบปรุงแต่งกลิ่นรส. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Fox B.A.and A.G.camaron.1970.Food Science: Achemecal Approach. Hodder and Stoughton, London.380 p.

Whistier, R.l. and E.F. Paschall.1967. Starch:Chemiatry and Technology.Vol.2. Academic Press. New york.733 p.

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มผช.๗๔๑/๒๕๔๘

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) น้ำหนักสุทธิ

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

(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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างข้าวเม่าต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าข้าวเม่ารุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.4 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหารให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบจุลินทรีย์ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.6 การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

สุขลักษณะ

1. สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

1.2.2 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 ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

3.การควบคุมกระบวนการทำ

3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผม เพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มผช.๗๓๕/๒๕๔๘

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สิ่งแปลกปลอม

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบความชื้นให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

(Hedonic seale test)

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า

คำชี้แจง กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ต่อไปนี้ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะที่ปรากฏ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนตามลำดับความชอบ ต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างตามลำดับ (กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าที่จัดไว้ก่อนการทดสอบชิมทุกครั้ง)

ระดับความชอบ	**คะแนน**	**ระดับความชอบ**	**คะแนน**
ชอบมากที่สุด	9	ไม่ชอบเล็กน้อย	4
ชอบมาก	8	ไม่ชอบปานกลาง	3
ชอบปานกลาง	7	ไม่ชอบมาก	2
ชอบเล็กน้อย	6	ไม่ชอบมากที่สุด	1
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	5		

คุณลักษณะที่ประเมิน	**รหัสตัวอย่าง**	
	143	157
ลักษณะที่ปรากฏ		
ความกรอบ		
ความชอบโดยรวม		

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (THAI INPUSTRIAL STANDARD) มอก. 1534-2541 ขนมกรอบจากธัญชาติ (CRISPY CEREAL-BASED SNACKS)

แสดงคุณลักษณะทางเคมี

รายการที่วิเคราะห์ตาม	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธี
1	ความชื้นร้อยละไม่เกิน	4.0	AOAC (1990) ข้อ 925.10
2	โปรตีน (Nx6.25) ร้อยละของน้ำหนักอบแห้งไม่น้อยกว่า	6.0	AOAC (1990) ข้อ 970.09 (A)
3	ไขมัน ร้อยละของน้ำหนักอบแห้งไม่เกิน	30	AOAC (1990) ข้อ 920.85
4	ค่าเพอร์ออกไซด์(peroxide value) มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	30	AOAC (1990) ข้อ 2.501
5	เถ้าร้อยละของน้ำหนักอบแห้ง ไม่เกิน	4.0	AOAC (1990) ข้อ 923.03

หมายเหตุ

รายการที่ 2 โปรตีนใช้แฟกเตอร์ 6.25 เพราะมาจากวัตถุดิบหลายชนิด จัดเป็นอาหารทั่วไป

- วัตถุเจือปนอาหาร

วัตถุกันเสีย

ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด การทดสอบใช้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 960.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุกันหืน

ห้ามใช้วัตถุกันชื้นทุกชนิด ยกเว้นที่ติดมากับวัตถุดิบที่ใช้

การทดสอบใช้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 983.15

สี

ให้ใช้สีสังเคราะห์ได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดต่อไปนี้

ปองโซ 4 อาร์ ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เอโซรูบีน ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เออริโทรซิน ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ทาร์ทราซีน ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ซันเซ็ต เยล โลว์ เอฟ ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ฟาสต์ กรีน เอฟ ซี เอฟ ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

อินดิ โกคาร์มีน หรืออินดิ โกติน ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

บริลเลียนต์ลู เอฟ ซี เอฟ ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 696

<u>หมายเหตุ</u>

การใช้สีสังเคราะห์ข้างต้นรวมตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ต้องมีปริมาณรวมของสีทุกชนิดไม่เกินปริมาณของสีชนิดที่กำหนดปริมาณใช้น้อยที่สุด

โมโนโซเดียม แอล กลูทาเมต โมโนไฮเดรตใช้ได้ในปริมาณไม่เกินร้อยละ 1

การทดสอบใช้ปฏิบัติตาม AOAC (1990) ข้อ 970.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบข้าวเม่า โดยการวิเคราะห์ทางสถิติโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

Descriptives

APPEUNEE

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	20	7.5500	.82558	.18460	7.1636	7.9364	6.00	9.00
2.00	20	7.9500	.88704	.19835	7.5349	8.3651	6.00	9.00
Total	40	7.7500	.86972	.13751	7.4719	8.0281	6.00	9.00

ANOVA

APPEUNEE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.600	1	1.600	2.179	.148
Within Groups	27.900	38	.734		
Total	29.500	39			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptives

TEXTURE

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	20	7.7500	.91047	.20359	7.3239	8.1761	6.00	9.00
2.00	20	8.2500	.78640	.17584	7.8820	8.6180	7.00	9.00
Total	40	8.0000	.87706	.13868	7.7195	8.2805	6.00	9.00

ANOVA

TEXTURE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.500	1	2.500	3.455	.071
Within Groups	27.500	38	.724		
Total	30.000	39			

Descriptives

LIKELY

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	20	7.5500	.88704	.19835	7.1349	7.9651	6.00	9.00
2.00	20	7.9500	.94451	.21120	7.5080	8.3920	6.00	9.00
Total	40	7.7500	.92681	.14654	7.4536	8.0464	6.00	9.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

LIKELY

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.600	1	1.600	1.906	.175
Within Groups	31.900	38	.839		
Total	33.500	39			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้