

อิทธิพลของความแตกต่างของอุณหภูมิในการอบแห้งที่มีต่อสารหอม (2AP) ข้าวหอมปทุม Influence of drying operating temperature difference on aroma (2AP) of Thai Pathumthani Fragrant Rice

สมพจน์ คำแก้ว

ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมวิศวกรรมอบแห้งทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เลขที่ 1 หมู่ที่ 6 ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

Sompot Khomkaew

Drying-Agri-Innovation Engineering Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus,

1 M.6 Kamphaeng Saen District, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

Email: Sku18me@gmail.com

(Received: November 17, 2020; Accepted: July 12, 2021)

บทคัดย่อ

การศึกษาหาปริมาณการสูญเสียสารหอมของข้าวหอมปทุมในกระบวนการลดความชื้นโดยคำนวณจากค่าสารหอมของข้าวเปลือกที่ผ่านการลดความชื้นมีปริมาณลดลงไปมากน้อยเท่าใด จากค่าสารหอมในข้าวเปลือกหอมปทุมที่ผ่านกระบวนการอบแห้งแบบหมุนเวียนขนาดเล็ก ทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 ชั่วโมง ในหนึ่งรอบการทำงาน 12 ชั่วโมง พบว่าค่าเฉลี่ยค่าสารหอมมีค่าเท่ากับ 3.26 ไมโครกรัมต่อกรัม ที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส เนื่องด้วยข้าวหอมปทุมจะมีค่าสารหอมค่อนข้างน้อย แต่เมื่อทำการลดความชื้นข้าวเปลือกหอมปทุมด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนทำให้ค่าความชื้นของข้าวเปลือกอยู่ที่ร้อยละ 18 มีปริมาณสารหอมอยู่ระหว่าง 2.08-3.72 ไมโครกรัมต่อกรัม และมีค่าเฉลี่ยสารหอมมีค่าเท่ากับ 2.69 ไมโครกรัมต่อกรัม ที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส ซึ่งปริมาณสารหอมที่สูญเสียไปคิดเป็นร้อยละ 17.08 ± 12.43 ไมโครกรัมต่อกรัม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในกระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือกสดทำให้เกิดการสูญเสียปริมาณสารหอมจึงเป็นสาเหตุทำให้กลิ่นสารหอมของข้าวลดลง

คำสำคัญ: อบแห้ง ระบบหมุนเวียน สารหอม ข้าวหอมปทุม

ABSTRACT

The study to quantify the loss of aroma substances 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) of Thai Pathumthani Fragrant Rice in the dehumidification process was calculated from how much the aroma content 2-Acetyl-1-Pyrroline of dehumidified paddy was reduced from the aroma substance value 2 -Acetyl-1-Pyrroline (2AP) in the aroma paddy. By

recirculation batch drying process samples were collected every 2 hr in a 12 hr work cycle. 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) = 3.26 $\mu\text{g/g}$ at temperature 39⁰C due to the relatively lightly aroma content 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP), but when reducing the moisture content of the aroma paddy with a hot air dryer, the moisture content of the paddy at 18% is found. The aroma substance 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) was between 2.08-3.72 $\mu\text{g/g}$ and the aroma mean 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) = 2.69 $\mu\text{g/g}$ at temperature 53⁰C. 17.08 $\pm$ 12.43 $\mu\text{g/g}$ Therefore, it can be seen that in the process of dehumidification, paddy causes a loss of aroma content 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP), which causes a decrease in the aroma of rice.

Keywords: Drying, Recirculation, Aroma, Thai Pathumthani Fragrant Rice

1. บทนำ

สารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) โดยเฉลี่ยของโรงสีขนาดกลางสูงกว่าโรงสีขนาดเล็กและขนาดใหญ่ (2.08, 1.93 และ 1.89 $\mu\text{g/g}$) กระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือกสดของโรงสี ใช้วิธีการอบด้วยลมร้อนโดยทั่วไปใช้หลักการเดียวกัน คือ ใช้ลมร้อนที่มีอุณหภูมิ 80-100⁰C ขึ้นอยู่กับความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือกแล้วเป่าลมร้อนผ่านข้าวเปลือกที่อุณหภูมิตู้ที่ 1 อุณหภูมิ 80⁰C ตู้ที่ 2 อุณหภูมิ 75⁰C ตู้ที่ 3 ใช้อุณหภูมิ 65⁰C และตู้ที่ 4 ใช้อุณหภูมิ 55⁰C หรือบางโรงสีอาจใช้อุณหภูมิ ตู้ที่ 1 90⁰C ตู้ที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 85⁰C ตู้ที่ 3 ใช้อุณหภูมิ 80⁰C ตู้ที่ 4 ใช้อุณหภูมิ 70⁰C ตู้ที่ 5 ใช้อุณหภูมิ 60⁰C และตู้ที่ 6 ใช้อุณหภูมิ 50⁰C อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งจะควบคุมจากอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือกสุดท้ายไม่ให้เกิน 40⁰C และเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบดเป็นการใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่สูงๆ เกิน 100⁰C แต่ใช้เวลาน้อยเพื่อให้ความชื้นข้าวเปลือกลดลงมาระดับหนึ่งแล้วพักไว้ให้กับข้าวเปลือกมีความชื้นสูงเกิน 30% หรือปริมาณข้าวเปลือกสดมีเป็นจำนวนมากที่ต้องการลดความชื้นลงให้เหลือประมาณ 20-24% ทำให้ยืดอายุของข้าวเปลือกและชะลอความเสียหายของข้าวเปลือก

โรงสีบางแห่งนำข้าวเปลือกไปตากแดดเพื่อลดความชื้น หลังจากนั้นจะเข้าเครื่องอบแห้งทำให้สารหอมในข้าวได้แก่ สาร 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ระเหยออกมากับกระบวนการอบแห้ง[1] สารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) สามารถพบได้ในส่วนต่างๆ ของข้าวนอกจากเมล็ดข้าว เช่น ยอดอ่อน ราก เปลือกและใบ [2][3] ในการสกัดสารระเหยจากข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย GC-MS พบสาร 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) และสารอื่นๆ มากกว่า 100 ชนิด ต่อมาได้พัฒนาวิธีการสกัดด้วยสารละลายกรดโดยไม่ใช้ความร้อน พบว่าสามารถวิเคราะห์สาร 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ในตัวอย่างข้าวปริมาณน้อยๆ [4]

เมื่ออัตราการป้อนข้าวเปลือกเท่ากับ 4,821 kg/hr สามารถลดความชื้นข้าวเปลือกจาก 28% หรือ 23% ของฐานแห้ง โดยสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าและน้ำมันดีเซล 9,646 watt และ 17.6 L/hr และสิ้นเปลืองพลังงานปฏิกิริยาจำเพาะ 6.15 MJ/kg_{Water} ที่ระเหย สำหรับการลดความชื้นโดยเทคนิคการทำให้ไหลบนฐานการสั่นที่กำลังการผลิตและความชื้นเริ่มต้นเท่ากันแต่ใช้ความเร็วอากาศลมร้อนเท่ากับ 1.5 m/s ที่สภาวะเงื่อนไขการลดความชื้น

ที่เหมาะสมที่สุด คืออุณหภูมิอากาศร้อนเท่ากับ 143⁰C กรณีลดความชื้นโดยเทคนิคการทำให้ไหลที่ไม่มีการสั่น [5] โดยการใช้เครื่องอบแห้งในระดับห้องปฏิบัติการ มีการเวียนลมร้อนที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่มีปริมาณ 80% สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกในห้องอบแห้งประมาณ 25g ทุกๆ 30s

ในการวิเคราะห์ค่าความชื้นของข้าวเปลือกตามมาตรฐาน ASAE (1989) พบว่าการลดลงของความชื้นจะแปรผันตามอุณหภูมิของลมร้อนที่อุณหภูมิลมร้อนสูงการลดลงของความชื้นจะมากกว่ากรณีที่อุณหภูมิต่ำ โดยมีลักษณะการลดลงเป็นไปในแนวทางทำงานเดียวกัน [6] ในการลดความชื้นด้วยอุณหภูมิสูงมีผลให้ปริมาณสารหอมระเหย 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ลดลง [7] ในทางกลับกันกลับไม่พบความแตกต่างในคุณภาพความหอมของข้าวเมื่ออุณหภูมิในการลดความชื้นอยู่ระหว่าง 18-60⁰C ซึ่งการลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยอุณหภูมิสูง 54.3⁰C ที่ 21.9% RH เปรียบเทียบกับอุณหภูมิต่ำ 33⁰C ที่ 67.8% RH ไม่มีผลต่อความหอมของข้าวสุกก่อนทำการเก็บรักษา [8] ในการลดความชื้นในเมล็ดด้วยอุณหภูมิต่ำ 3 วิธีคือการตากแดด การปรับสภาพอากาศ (modified air at 30-40⁰C) และการใช้อากาศร้อน (hot air at 40, 50 and 70⁰C) [9] จะให้ปริมาณสารหอมระเหย 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) สูง [10] ตรงข้ามปริมาณสารหอมระเหย 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) มีแนวโน้มสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่ใช้ในการลดความชื้นเมล็ดข้าวระหว่างช่วง 100-150⁰C [11] การประเมินสภาพการใช้เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบต่างๆ ของโรงสีในประเทศไทย จากการสำรวจพบว่าใช้เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกที่นิยมใช้มากที่สุดคือแบบ LSU 64.4% มีกำลังการผลิตรวม 79.3% โดยใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงในการอบแห้ง ข้าวเปลือกที่ใช้มีความชื้นทุกระดับ รองลงมาเป็นเครื่องอบแห้งแบบ Recirculating Batch drying 20.6% ใช้ อ บ แ ห่ ง ข้าวเปลือกในช่วงความชื้น 20-30 (%wb) เมื่อกำลังการผลิตมากกว่า 100 ตันต่อวัน พบว่าเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบดได้รับความพึงพอใจมากที่สุดรองมาเป็น LSU, Cross Flow และ Recirculating Batch drying และได้

ทดสอบสมรรถนะระบบอบแห้งข้าวเปลือกที่ใช้ระบบฟลูอิดไดซ์เบดร่วมกับแบบไหลคลุกเคล้า (LSU) เพื่อประเมินสภาพการใช้เครื่องอบแห้งข้าวเปลือก โดยใช้ร่วมกับเครื่องเป่าลมเย็น จากผลการทดสอบพบว่าข้าวเปลือกที่ผ่านอบแห้งด้วยฟลูอิดไดซ์เบด มีคุณภาพที่อยู่ตามเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อนำผ่านเครื่องอบแห้งแบบ LSU พบว่าคุณภาพที่ได้ลดลงและพลังงานที่ใช้เพิ่มขึ้นซึ่งปัจจัยหลักที่มีผลต่อการใช้พลังงานคือความชื้นเริ่มต้นและค่าใช้จ่ายในการอบแห้งอยู่ในช่วง 0.70-0.96 Baht/kgWater_{evap}[12]

จากการทดลองอบแห้งทั้ง 3 แบบ พบว่าอุณหภูมิทำงานอยู่ที่ 30-40 ⁰C ซึ่งเครื่องอบแห้งแบบ LSU และแบบ RBD มีอุณหภูมิการทำงานไม่เกิน 70 ⁰C และถูกนำมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณสารหอมแบบเทคนิค Headspace Gas chromatography หลังจากผ่านการอบแห้งทั้ง 3 แบบ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองหาปริมาณสูญเสีย 2AP (μg/g) การลดความชื้น 3 แบบ

ข้าวหอม ปทุม (RICE)	ตากแดด (SUN)	เครื่อง อบแห้ง (LSU)	เครื่องอบแห้ง หมุนเวียน (RBD)
1	3.09	2.70	1.46
2	3.63	3.46	2.17
3	3.20	2.65	1.82
4	3.36	1.25	2.14
5	3.25	2.72	2.27
6	2.82	2.16	1.30
7	2.85	2.31	2.70
8	3.55	3.39	2.67
9	3.56	3.21	2.02
10	3.08	2.68	2.17

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์องค์ประกอบสารหอมในข้าวเปลือกด้วยเทคนิค Headspace Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography Time -of-Flight

Mass Spectrometry (HS-GC×GC-TOFMS) ใน การเตรียมตัวอย่างบดตัวอย่างให้เป็นแป้งข้าวด้วยเครื่อง TissueLyser II จากนั้นนำซังตัวอย่างแป้งข้าวปริมาณ 1 g ใส่ขวดที่ปิดสนิท และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้กลิ่นระเหยจนถึงจุดสมดุลอย่างน้อย 12 hr จากนั้นนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบความหอมด้วยเครื่อง Headspace Comprehensive Two - Dimensional Gas Chromatography with Time-of-Flight Mass Spectrometer (HS-GC×GC-TOFMS, LECO) [13]

ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis, wb) คืออัตราส่วนของปริมาณความชื้นหรือน้ำในวัสดุต่อปริมาณวัสดุรวม โดยคิดวัสดุประกอบไปด้วยสองส่วนหลัก คือ ความชื้นและมวลแห้งจากสมการที่ (1) และ (2) ได้ดังนี้ [14]

$$M_w = \frac{\text{Mass of moisture}}{\text{Mass of material}} \quad (1)$$

$$M_w = \frac{W_w}{W} = \frac{W - W_d}{W} \quad (2)$$

เมื่อ

M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก

W คือ มวลของวัสดุ (g)

W_w คือ มวลของความชื้นหรือปริมาณน้ำในวัสดุ (g)

W_d คือ มวลแห้งของวัสดุ (g)

ความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry basis, db) คืออัตราส่วนของปริมาณความชื้นในวัสดุต่อปริมาณแห้งในวัสดุแสดงจากสมการที่ (3) และ (4) ได้ดังนี้ [14]

$$M_d = \frac{\text{Mass of moisture}}{\text{Mass of dry solid}} \quad (3)$$

$$M_d = \frac{W_w}{W_d} = \frac{W - W_d}{W_d} \quad (4)$$

เมื่อ

M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง

ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้งนิยมใช้วิเคราะห์ทางทฤษฎี นิยมเปรียบเทียบค่าความชื้นบนค่าคงที่ คือ W_d พิจารณาที่ระบบอุณหอากาศจะได้ว่าปริมาณความร้อนที่อากาศได้รับจากระบบอุณหอากาศมีค่าเท่ากับผลต่างของเอนทัลปีกระแสอากาศที่เข้าจากสมการที่ (5) ได้ดังนี้ [14]

$$Q_a = M_a (C_a + C_v H_1) (T_2 - T_1) t \quad (5)$$

เมื่อ

Q_a คือปริมาณความร้อนที่อากาศได้รับ (kJ)

M_a คืออัตราการไหลเชิงมวลอากาศแห้ง (kg dry air/h)

H_1 คืออัตราส่วนความชื้นอากาศ (kg water/kg dry air)

C_a คือความร้อนจำเพาะอากาศแห้ง (kJ/kg dry air°C)

C_v คือความร้อนจำเพาะของไอน้ำ (kJ/kg water°C)

T_1 คืออุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องอุณหอากาศ (°C)

T_2 คืออุณหภูมิอากาศออกจากเครื่องอุณหอากาศ (°C)

t คือเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (hr)

การหาปริมาณความร้อนของเครื่องอุณหอากาศก็คือการใช้ Psychometrics เมื่อทำการพิจารณาที่ห้องอบแห้งเราจะสามารถหาปริมาณความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำ ออกจากวัสดุจากสมการที่ (6) ได้ดังนี้ [14]

$$Q_{\text{evap}} = W_d (M_i - M_f) h_{fg} \quad (6)$$

เมื่อ

Q_{evap} คือ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำ (kJ)

T_d คือ มวลแห้งของวัสดุ (kg)

M_i คือ ความชื้นวัสดุก่อนอบแห้ง

M_f คือ ความชื้นวัสดุหลังอบแห้ง

h_{fg} คือ ค่าความร้อนแฝงของน้ำ (kJ/kg)

จะทำให้อุณหภูมิของวัสดุอบแห้งมีอุณหภูมิสูงขึ้นจากอุณหภูมิเริ่มต้นไปสู่อุณหภูมิสุดท้ายที่ออกจากเครื่องอบแห้งโดยปริมาณความร้อนนี้จากสมการที่ (7) ได้ดังนี้ [14]

$$Q_s = W_d C_{pd} (M_{p2} - T_{p1}) + W_d C_{pw} (T_{p2} - T_{p1}) M_i \quad (7)$$

เมื่อ

Q_s คือ ปริมาณความร้อนการเพิ่มอุณหภูมิวัสดุ (kJ)

C_{pd} คือ ความร้อนจำเพาะของวัสดุแห้ง (kJ/kg °C)

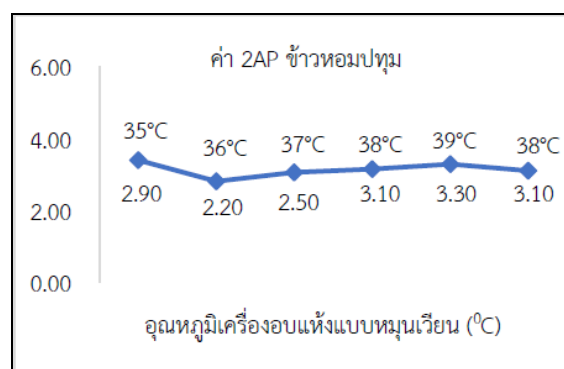
C_{pw} คือ ความร้อนจำเพาะของน้ำ (kJ/kg °C)

T_{p1} คือ อุณหภูมิวัสดุก่อนอบแห้ง (°C)

T_{p2} คือ อุณหภูมิวัสดุหลังอบแห้ง (°C)

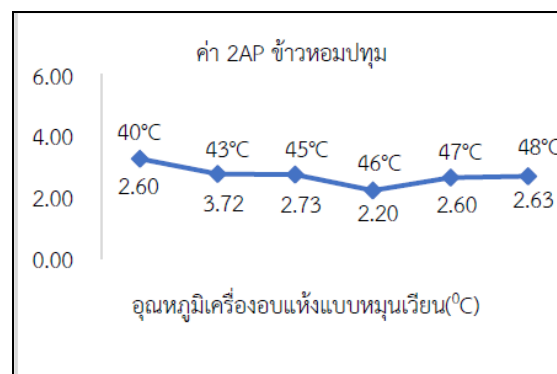
3. ผลการทดลอง

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ด้วยวิธี Headspace Gas Chromatography อุณหภูมิทำงานของเครื่องอบแห้งแบบหมุนเวียนเริ่มต้น 35°C และอุณหภูมิสุดท้าย 38°C ข้าวเปลือกมีปริมาณความชื้น 18% เก็บตัวอย่างทุก 2 hr ในหนึ่งรอบการทำงาน 12 hr ปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ที่ตรวจวิเคราะห์ได้จึงเป็นค่าจากการลดความชื้นด้วยวิธีลมร้อน พบว่ามีปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) อยู่ระหว่าง 2.90-3.10 µg/g ความแตกต่างของอุณหภูมิมีผลต่อโครงสร้างโมเลกุลของปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ในข้าวหอมปทุมที่จะอยู่ในสภาวะสมดุลที่ปลดปล่อยปริมาณสารหอมออกมาจากสภาวะที่ได้รับความร้อนภายนอก ตามรูปที่ 1



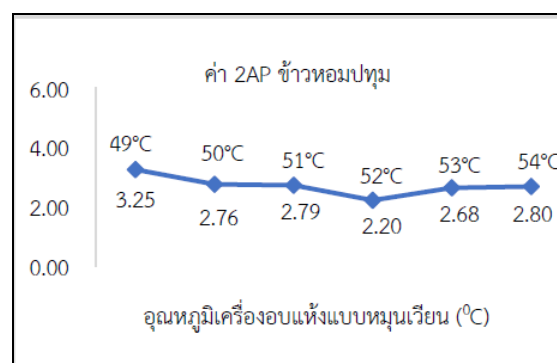
รูปที่ 1 ปริมาณ 2AP (Y) กับอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 35°C (X)

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ด้วยวิธี Headspace Gas Chromatography อุณหภูมิทำงานของเครื่องอบแห้งแบบหมุนเวียนเริ่มต้น 40°C และอุณหภูมิสุดท้าย 48°C พบว่ามีปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) อยู่ระหว่าง 2.60-2.63 µg/g ตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 ปริมาณ 2AP (Y) กับอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 40°C (X)

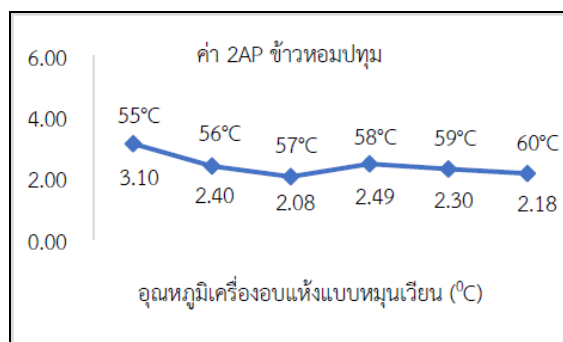
สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ด้วยวิธี Headspace Gas Chromatography อุณหภูมิทำงานของเครื่องอบแห้งแบบหมุนเวียนเริ่มต้น 49°C และอุณหภูมิสุดท้าย 54°C พบว่ามีปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) อยู่ระหว่าง 2.20-2.80 µg/g ตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 ปริมาณ 2AP (Y) กับอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 49°C (X)

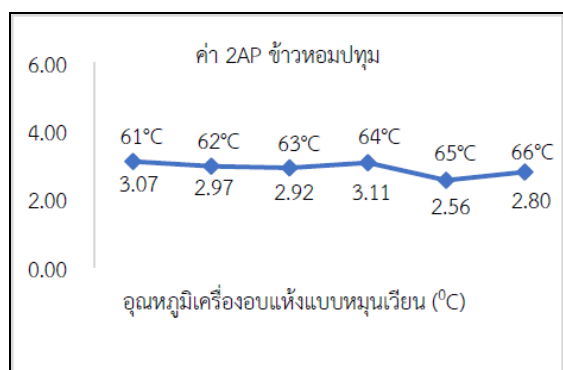
สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ด้วยวิธี Headspace Gas Chromatography อุณหภูมิทำงานของเครื่องอบแห้ง

แบบหมุนเวียนเริ่มต้น 55°C และอุณหภูมิสุดท้าย 60°C พบว่ามีปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) อยู่ระหว่าง 3.10-2.18 $\mu\text{g/g}$ ตามรูปที่ 4



รูปที่ 4 ปริมาณ 2AP (Y) กับอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 55°C (X)

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ด้วยวิธี Headspace Gas Chromatography อุณหภูมิทำงานของเครื่องอบแห้งแบบหมุนเวียนเริ่มต้น 61°C และอุณหภูมิสุดท้าย 66°C พบว่ามีปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) อยู่ระหว่าง 3.07-2.80 $\mu\text{g/g}$ ตามรูปที่ 5



รูปที่ 5 ปริมาณ 2AP (Y) กับอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 61°C (X)

4. สรุป

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ด้วยวิธี Headspace Gas Chromatography พบว่าตัวอย่างข้าวเปลือกที่สุ่มเก็บมาทั้งหมด 6 ตัวอย่างจากการสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกที่มีความชื้น 18% ที่นำมาวิเคราะห์ในกรรมวิธีการสูญเสีย

ความหอมของข้าวหอมปทุม ในกระบวนการลดความชื้น ข้าวเปลือกแบบหมุนเวียนขนาดเล็ก พบว่าปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ที่ตรวจวิเคราะห์ได้ จึงเป็นค่าจากการลดความชื้นด้วยวิธี Control ปริมาณสารหอมหลังผ่านกระบวนการอบแห้งมีปริมาณค่าสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) น้อยสุดอยู่ระหว่าง 2.08 $\mu\text{g/g}$ ที่อุณหภูมิ 57°C และมีปริมาณมากที่สุด 3.72 $\mu\text{g/g}$ ที่อุณหภูมิ 43°C จะเห็นว่าบางสภาวะการใช้ อุณหภูมิสูงจะทำให้ปริมาณสาร 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) มีการระเหยไปกับสภาพแวดล้อมทำให้ตรวจสอบได้ ปริมาณน้อยจำเป็นจะต้องใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งที่จะทำให้โครงสร้างโมเลกุลของสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) อยู่ในสภาวะสมดุลที่จะปลดปล่อยปริมาณ 2-Acetyl-1-Pyrroline (2AP) ตามปัจจัยทั้งสามองค์ประกอบ เวลา อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมของพันธุ์ข้าวแต่ละชนิด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) และกรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่สนับสนุนทุนวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] R. G. Buttery, L. C. Ling, B. O. Juliano and J. G. Turnbaugh, "Cooked Rice Aroma and 2-Acetyl-1-pyrroline", *J. Agric. Food Chem.*, vol.31, no.4, pp. 823-826, 1983.
- [2] T. Yoshihashi, T. H. Nguyen and N. Kabaru, "Area dependency of 2-acetyl-1-pyrroline content in an aromatic rice variety Khao Dawk Mali 105", *Agricultural Sciences (IIRCAS)*, vol. 38, no.2, pp. 105-109, 2004.
- [3] P. Suksaranjit, "Application of gas chromatography-mass spectrometry in the study of volatile and aroma compounds in leaves and

- grains of Khao Dawk Mali 105 rice”, Master of Science, Chaingmai University, Thailand, 2002.
- [4] S. Mahatheeranont, S. Keawsaard and K. Dumri, “Quantification of the rice aroma compound 2-acetyl-1-pyrroline in uncooked Khao Dawk Mali 105 brown rice”, *J. Agric. Food Chem.*, vol. 49, pp. 773-779, 2001
- [5] S. Kolwong, “Study of reducing the high initial moisture content of wet paddy using a small-scale low-cost pneumatic conveying dryer as a first stage dryer”, M.Eng. dissertation, Dept. Mech. Eng., Kmutt Unvi., Thonburi, Thailand, 2014.
- [6] C. Nimmol and S. Devahastin, “Development and study of paddy dehydration process using an impinging stream dryer with recirculating hot-air system”, The Thailand Research Fund, TRF. Tech. Rep.RDG5450042, Aug. 2014.
- [7] T. Itani, M. Tamaki, Y. Hayata, T. Fushimi and K. Hashizume, “Variation of 2-Acetyl-1-Pyrroline Concentration in Aromatic Rice Grains Collected in the Same Region in Japan and Factors effecting Its Concentration”, *J-STAGE home/Plant production Science*, vol.7, pp. 178-183, 2004.
- [8] E. T. Champagne, K. L. Bett-Garber, B. T. Vinyard, B. D. Webb, A. M. McClung, F. E. Barton, B. G. Lyon, K. Moldenhauer, S. Linscombe and D. Koheway, “Effect of drying conditions final moisture content and degree of milling on rice flavor”, *Cereal Chem.*, vol.74, pp. 566-570, 1997.
- [9] S. Wongpornchai, K. Dumri, S. Jongkaew-wattana and B. Siri, “Effects of drying methods and storage time on the aroma and milling quality of rice (*Oryza sativa* L.) cv.Khao Dawk Mali 105”, *Food Chemistry*, vol. 87, pp. 407-414, 2004.
- [10] P. goufo, M. duan, S. wongpornchai, X. Tang, “Some factors affecting the concentration of the aroma compound 2-acetyl-1-pyrroline in two fragrant rice cultivars grown in South China”, *Front. Agric.*, vol. 4, no.1, pp. 1-9, 2010.
- [11] P. Goufo, M. Duan, S. Wongpornchai, X. Tang, “Comparative Study of Effects of Drying Methods and Storage Conditions on Aroma and Quality Attributes of Thai Jasmine Rice”, *Front. Agric.*, vol. 4, no.1, pp. 1-9, 2010.
- [12] A. Artnaseaw, P. Kwakong and M. Ulla Thabuoat, “Effect temperature for breakage and savour of jasmine rice by LSU dryer”, in *International Conference on Applied Sciences, Engineering, Technology & Management*, Khonkaen University, Khonkaen, Thailand, 2013.
- [13] M. Calingacion, L. Fang, L. Quiatchon-Baeza, R. Mumm, A. Riedel, R. D. Hall and M. Fitzgerald, “Delving deeper into technological innovations to understand differences in rice quality”, *Rice*, pp. 8-6, 2015.
- [14] S. Soponronnarit, “Drying of grains” in *Energy Management Technology*, King Mongkuts University of Technology, Graduate School, 1997, pp. 144-163.