

วิชาสัมมนา (1201-480)

ปัจจัยที่มีผลต่อความหอมของข้าว
Factors Affecting Aroma of Rice

โดย

พรพิศ คำแพงพล

รหัสนักศึกษา 61120040965

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพร เกตุงาม

ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ภาคการศึกษาที่ 1/2564

วันที่ 15 เดือน ตุลาคม พ.ศ.2564

หลักสูตร : วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์
วิชา : 1201 480 สัมมนา
ปีการศึกษา : 2564
ชื่อเรื่อง : ปัจจัยที่มีผลต่อความหอมของข้าวเจ้า
Factors Affecting Aroma of Rice
โดย : นางสาวพรพิศ คำแพงพล รหัสนักศึกษา 61120040965
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพร เกตุงาม

บทคัดย่อ

ความหอมของข้าวถือเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งของการกำหนดคุณภาพและราคาของข้าว กลิ่นหอมของข้าวถือเป็นมนต์เสน่ห์หนึ่งที่ชวนให้ชาวนารับประทาน เป็นที่ชื่นชอบและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก ซึ่งนับวันจะมีความต้องการเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออภิปรายเกี่ยวกับความหอมของข้าว การประเมินความหอมของข้าว และปัจจัยที่มีผลต่อความหอมของข้าว ความหอมในข้าวเกิดจากการผสมผสานของสารหอมระเหยมากมายหลายชนิด จนกลายเป็นกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์และเป็นจุดเด่นของข้าวหอมแต่ละพันธุ์ สารให้ความหอมหลักที่พบในข้าว คือ สาร 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) มีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย การประเมินความหอมของข้าวโดยทั่วไปมี 3 วิธี คือ การดมกลิ่น วัดปริมาณสารหอม 2AP ด้วยเครื่อง Gas chromatography (GC) และการประเมินด้วยเทคนิค Near infrared spectroscopy (NIR spectroscopy) กลิ่นหอมของข้าวมีผลมาจากปัจจัยทางพันธุกรรม และมีความผันแปรขึ้นกับสภาพแวดล้อม และการจัดการทางเกษตรกรรมที่เหมาะสม ซึ่งการจัดการน้ำโดยระบายน้ำออกจากแปลงหลังข้าวออกดอก 7 วัน มีผลทำให้ข้าวมีปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดสูงสุด การจัดการธาตุอาหาร เมื่อข้าวได้รับปุ๋ยอินทรีย์จะมีปริมาณสารหอม 2AP มากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมี เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุอาหารรองและจุลธาตุ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของสารหอม 2AP การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อช่วยรักษาความหอมให้สูง ต้องเก็บเกี่ยวข้าวที่ 25-35 วันหลังออกดอก และลดความชื้นโดยการตากแดด และระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานและสภาพที่มีอุณหภูมิสูงทำให้มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในข้าว ซึ่งความหอมของข้าวจะเริ่มลดลงหลังการเก็บรักษาในเดือนที่ 5

คำสำคัญ : ข้าว, ความหอม, สาร 2-acetyl-1-pyrroline (2AP), การจัดการทางเกษตรกรรม, การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

ปัจจัยที่มีผลต่อความหอมของข้าว

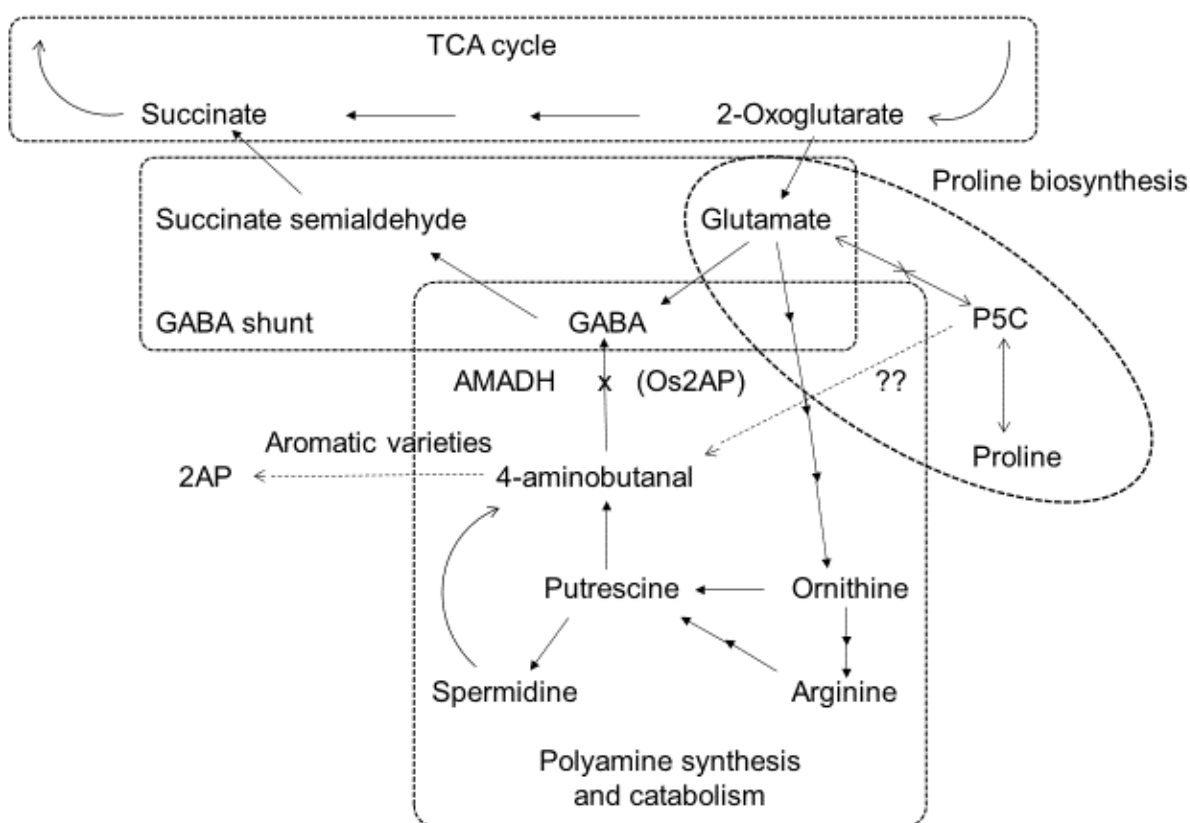
บทนำ

ความหอมของข้าวถือเป็นมนต์เสน่ห์หนึ่งที่ชวนให้ชาวนำมารับประทาน กลิ่นหอมของข้าวที่เกิดจากการผสมผสานของสารหอมระเหยมากมายหลายชนิด และยังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ข้าวมีคุณค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั่วโลก ข้าวหอมจึงมีความสำคัญและมีคุณประโยชน์ต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเฉลี่ยประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวหอมมะลิ 27.500 ล้านไร่ ผลผลิต 9.161 ล้านตันข้าวเปลือก และข้าวหอมไทย 2.084 ล้านไร่ ผลผลิต 1.396 ล้านตันข้าวเปลือก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ตัวอย่างพันธุ์ข้าวหอมที่ได้รับความนิยม ได้แก่ ข้าวดอกมะลิ 105 กข15 ปทุมธานี 1 ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี ข้าวเจ้าหอมพิษณุโลก 1 กข33 และกข6 เป็นต้น ความหอมของข้าวถูกกำหนดโดยลักษณะทางพันธุกรรม และจะผันแปรไปตามสภาพแวดล้อม และการจัดการทางเขตกรรม การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งความหอมของข้าวถูกนำมาใช้เป็นมาตรฐานในการกำหนดการซื้อขายข้าว เป็นต้น และจะมีวิธีการประเมินความหอมเพื่อเพิ่มความมั่นใจ ในการประเมินความหอมของนักปรับปรุงพันธุ์และผู้ซื้อข้าว นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหอมของข้าว ได้แก่ พันธุ์ข้าวหอม การจัดการทางเขตกรรม เช่น การจัดการน้ำและการจัดการธาตุอาหาร และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การลดความชื้นและระยะเวลาในการเก็บรักษา เป็นต้น ดังนั้นบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออภิปรายเกี่ยวกับความหอมของข้าว วิธีการประเมินความหอมของข้าว และปัจจัยที่มีผลต่อความหอมของข้าว

ความหอมของข้าว

ความหอมในข้าวเกิดจากการผสมผสานของสารหอมระเหยมากมายหลายชนิด จนกลายเป็นกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์และเป็นจุดเด่นของข้าวหอมแต่ละพันธุ์โดยสารหอมที่พบในข้าวมี มากกว่า 200 ชนิด เช่น hydrocarbon, alcohol, aldehyde, ketone, acid, ester, phenol, pyridine, pyrazine 2-acetyl-1-pyrroline, alkanal, alk-2- enal, alka-2,4-dienal, 2-pentylfuran, 2-phenylethanol, 2-aminoacetophenone และ 3- hydroxy-4,5-dimethyl-2 (5H) furanone เป็นต้น การรวมตัวของสารหอมระเหยหลายชนิดที่พบในข้าวนี้ ทำให้ข้าวแต่ละชนิดมีกลิ่นหอมแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามสารให้ความหอมหลักที่พบในข้าว คือ 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) ซึ่งมีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย หรือข้าวโพดคั่ว สามารถพบได้ทุกส่วนของต้นข้าว ยกเว้นส่วนของราก องค์ประกอบของสารหอมระเหยต่างๆ ที่พบในข้าวหอม ซึ่งส่งผลให้ข้าวแต่ละพันธุ์มีกลิ่นหอม

แตกต่างกัน โดยข้าวแต่ละพันธุ์มีสารหอมระเหยจำนวนมากและมีปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งการรวมตัวกันของสารแต่ละชนิดนี้มี ผลให้ข้าวมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์ของพันธุ์ อย่างไรก็ตามพบว่า สารหอมระเหย 2AP เป็นสารหลักที่ทำให้เกิดกลิ่นหอมในข้าวแต่ละพันธุ์ ซึ่งลักษณะความหอมถูกควบคุมด้วยยีน *badh* จำนวนสองตำแหน่ง ได้แก่ ยีน *badh1* บนโครโมโซมคู่ที่ 4 และยีน *badh2* บนโครโมโซมคู่ที่ 8 มีโครงสร้างและหน้าที่ยีนคล้ายกัน แต่ความหอมในข้าวจะเกิดจากการแสดงออกของยีน *badh2* มากกว่ายีน *badh1* กระบวนการสร้างสาร 2AP ในข้าวหอมพบว่า ยีน *Os2AP* เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีนควบคุมความหอมในข้าวและการสังเคราะห์ สาร 2AP เกิดขึ้นในวัฏจักร polyamine (polyamine pathway) (กมลวรรณ และคณะ, 2553) (ภาพที่ 1)



ที่มา: ดัดแปลงจาก กมลวรรณ และคณะ (2553)

ภาพที่ 1 กระบวนการสังเคราะห์สาร 2AP ในข้าวหอม โดยเริ่มจากเปลี่ยน P5C ไปเป็น 4-aminobutanol โดยในข้าวหอมเปลี่ยน 4-aminobutanol เป็น 2AP แทนที่จะเปลี่ยนไปเป็น GABA

การประเมินความหอมของข้าว

สาร 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) เป็นสารหอมระเหยที่พบในข้าว เมื่อได้รับความร้อนหรือเก็บไว้เป็นเวลานานความหอมจะสูญเสียได้ง่าย การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความหอมตามความต้องการของผู้บริโภค จึงต้องมีการวัดความหอมที่เป็นมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับ ซึ่งวิธีการวัดความหอมข้าวโดยทั่วไปมี 3 วิธี คือ การดมกลิ่น วัดปริมาณสารหอม 2AP ด้วยเครื่อง Gas chromatography (GC) และการประเมินด้วยเทคนิค Near infrared spectroscopy (NIR spectroscopy)

วิธีการดมกลิ่นของข้าว มีวิธีการโดยชั่งข้าว 5 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 16 มิลลิเมตร X 100 มิลลิเมตร เติมน้ำเกลือความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 4 มิลลิตร ปิดหลอดทดลองด้วยจุกยางที่มีแผ่นพลาสติกใสบางๆ รอง นำหลอดทดลองไปต้มน้ำเดือด นาน 3 นาที จากนั้นยกขึ้นมาทิ้งให้เย็น แล้วดมกลิ่น “หอม” หรือ “ไม่หอม” กรณีข้าวเปลือกสามารถทดสอบได้โดยนำข้าวกลิ้งไปบดแล้วนำไปทดสอบ ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ค่อนข้างยาก เพราะต้องใช้ผู้ที่มีประสบการณ์และความชำนาญในการดมกลิ่นซึ่งไม่สามารถระบุปริมาณที่แน่นอนได้

การสกัดสารหอมแล้วนำไปวัดปริมาณสารหอม 2AP ด้วยเครื่อง Gas chromatography (GC) เป็นเทคนิคที่ใช้แยกสารต่างๆ โดยอาศัยหลักการทางโครมาโตกราฟี (chromatography) เป็นวิธีที่เน้นการวิเคราะห์สารระเหยโดยเฉพาะ ความสำคัญของวิธีการในการวิเคราะห์มักจะอยู่ที่ขั้นตอนในการสกัดสารจากตัวอย่าง และการเตรียมสารสกัดก่อนการวิเคราะห์ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการประเมินความหอมของข้าว ได้ค่าที่แน่นอน แต่ก็ใช่วิธีที่ค่อนข้างยาก ใช้เวลานาน ต้องการผู้ที่มีประสบการณ์สูง และเครื่องมือมีราคาแพง

ส่วนการประเมินด้วยเทคนิค Near infrared spectroscopy (NIR spectroscopy) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ประเมินองค์ประกอบที่เป็นอินทรีย์สาร เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการประเมินความหอมของข้าว มีค่าความถูกต้องเป็นที่ยอมรับได้ ใช้ระยะเวลาสั้น ไม่ใช้สารเคมี และไม่ทำลายตัวอย่าง

วิธีที่นิยมและใช้ประเมินสารหอม 2AP ในข้าวมากที่สุด คือ วิธีการวัดปริมาณสารหอมด้วยเครื่อง Gas chromatography (GC) แต่วิธีนี้จะใช้ระยะเวลานาน ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาเทคนิคการประเมินความหอมของข้าวที่รวดเร็ว แม่นยำ เพื่อประโยชน์ในการค้าและการพัฒนาสารพันธุ์ข้าว ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการสำหรับเพิ่มความมั่นใจในการประเมินความหอมของนักปรับปรุงพันธุ์และผู้ซื้อข้าว

ปัจจัยที่มีผลต่อความหอมของข้าว

ความหอมของข้าวมีความแตกต่างกันเนื่องมาจากหลายปัจจัย ตัวอย่างเช่น พันธุ์ข้าวหอม อิทธิพลของสภาพแวดล้อม การจัดการทางการเกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงความหอมของข้าวข้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว สภาพการเก็บรักษา และระยะเวลาในการเก็บรักษา มีผลทำให้ข้าวมีคุณภาพความหอมแตกต่างกันออกไป

พันธุ์ข้าวหอม

ข้าวหอมของประเทศไทยมีมากมายหลากหลายพันธุ์ ทั้งพันธุ์ปรับปรุง และพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งแต่ละพันธุ์จะมีลักษณะเด่นแตกต่างกัน ข้าวหอมที่ส่งออกเป็นการค้ามีทั้งข้าวหอมมะลิ และข้าวหอมทั่วไป ข้าวหอมมะลิ ประกอบด้วยข้าว 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข15 มีลักษณะเด่น คือ เมล็ดข้าวสารใส คุณภาพการสีดี มีอะไมโลสต่ำ คุณภาพการหุงต้มดี เมื่อหุงเป็นข้าวสวยแล้ว เมล็ดข้าวสวยจะอ่อนนุ่มและมีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย ที่ได้จากสาร 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) และข้าวหอมทั่วไป ลักษณะเด่น คือ คุณภาพการหุงต้มข้าวสุกนุ่ม และมีกลิ่นหอม (ตารางที่ 1) ซึ่งข้าวแต่ละพันธุ์จะมีสารหอมระเหยจำนวนมากและปริมาณที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ข้าวมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์ของพันธุ์ แต่สารหอมระเหย 2AP ยังเป็นสารหลักที่ทำให้เกิดกลิ่นหอมในข้าวแต่ละพันธุ์

ตารางที่1ตัวอย่างรายชื่อพันธุ์และลักษณะเด่นของข้าวหอม

พันธุ์ข้าวหอมมะลิ	ลักษณะเด่น
ขาวดอกมะลิ 105	คุณภาพการหุงต้มดี อ่อนนุ่ม มีกลิ่นหอม
กข15	คุณภาพการหุงต้มดี อ่อนนุ่ม มีกลิ่นหอม
พันธุ์ข้าวหอมทั่วไป	
ข้าวปทุมธานี 1	คุณภาพข้าวสุก เหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอมอ่อน
ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1	คุณภาพข้าวสุก นุ่มเหนียว มีกลิ่นหอม
ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี	คุณภาพการหุงต้มข้าวสุกนุ่มเหนียว มีกลิ่นหอม
ข้าวเจ้าหอมพิษณุโลก 1	คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี เหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอม
ข้าว กข33 (หอมอุบล 80)	คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี อ่อนนุ่ม มีกลิ่นหอม
ดอกพะยอม	คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม มีกลิ่นหอม
ชัยนาท 2	คุณภาพข้าวสุก ร่วน มีกลิ่นหอม
กข6	คุณภาพการหุงต้มดี มีกลิ่นหอม

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมการข้าว(2559)

การจัดการทางเขตกรรมที่มีผลต่อความหอมของข้าว

ข้าวที่มีคุณภาพดีและมีกลิ่นหอมจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ปลูกข้าวในสภาพนาฝนในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ที่มีสภาพดินเป็นดินทราย และสภาพแล้ง ให้คุณภาพความหอมมากกว่าพื้นที่อื่นๆ ดังนั้นข้าวที่มีคุณภาพดีและมีกลิ่นหอมขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และการจัดการที่ดีและถูกต้อง ซึ่งจะประกอบด้วย การจัดการน้ำ และการจัดการธาตุอาหาร

การจัดการน้ำ

ข้าวเป็นพืชที่ต้องการน้ำปริมาณมากในฤดูการปลูก โดยทั่วไปข้าวมีความต้องการน้ำประมาณ 800-1200 มิลลิเมตร ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต การปลูกข้าวชาวดอกมะลิ 105 โดยพยายามควบคุมและรักษาระดับน้ำในนาประมาณ 5-15 เซนติเมตร จะทำให้ได้ผลผลิตสูงและคุณภาพเมล็ดดี (ชุตีวัฒน์ และคณะ, 2536) โดยผลของการจัดการน้ำที่เกิดการกระตุ้นให้เกิดสภาวะเครียด ได้แก่ สภาวะขาดน้ำ จะส่งผลให้เกิดการสร้าง proline ที่เป็นสารตั้งต้นของการสร้างสารหอม 2AP ในข้าว แต่สภาวะเครียดที่เกิดขึ้นในช่วงการเจริญเติบโตทางต้นและใบ (vegetative stage) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว นอกจากนี้การสร้างสภาวะเครียดมากเกินไป แม้ว่าจะมีผลให้เกิดการสร้างสาร proline มากขึ้นก็ตาม แต่ไม่ได้ส่งผลให้ข้าวสร้างและสะสมสารหอม 2AP ในเมล็ดสูงขึ้น Yoshihashi และคณะ (2004) พบว่าความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ ระยะข้าวสะสมแป้งและอุณหภูมิต่ำในระยะสุกแก่เป็นปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP นอกจากนี้การขาดน้ำหลังข้าวออกดอก 7 วัน มีผลทำให้ข้าวชาวดอกมะลิ 105 และกข15 มีปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดสูงสุด สภาพดินร่วนปนทรายทำให้สภาพการขาดน้ำเกิดขึ้นเร็วกว่าดินเหนียว และพบปริมาณสารหอม 2AP สูงกว่าด้วย (รณชัย และคณะ, 2559) ดังนั้นข้าวจะสร้างสาร 2AP ขึ้นมาเมื่ออยู่ในสภาวะเครียดจากสภาวะการขาดน้ำ

การจัดการธาตุอาหาร

ในการผลิตข้าวเน้นปุ๋ยถือเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญและเป็นต้นทุนหลักในการผลิตข้าว การปลูกข้าวชาวดอกมะลิ 105 ซึ่งกลิ่นหอมของข้าวมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ย พักตร์เพ็ญ และคณะ (2559) ได้ทำการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 พบว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณสารหอม 2AP มากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 2) เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุอาหารรองและจุลธาตุ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของสารหอม 2AP

ตารางที่ 2 ปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกโดยไม่ได้รับปุ๋ย ได้รับปุ๋ยเคมี และได้รับปุ๋ยอินทรีย์

Treatments	ปริมาณสารหอม 2AP (ppm)
ไม่ได้รับปุ๋ย	1.59±0.06 ^{ab 2/}
ได้รับปุ๋ยเคมี	1.46±0.03 ^b
ได้รับปุ๋ยอินทรีย์	1.77±0.07 ^a
P value	0.006
C.V. (%)	5.20

^{1/}ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ^{2/} อักษรตามแนวตั้งที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ P<0.05 โดยวิธี DMRT

ที่มา: คัดแปลงจาก พักตร์เพ็ญ และคณะ (2559)

นอกจากนี้ธาตุซัลเฟอร์ แคลเซียม แมกนีเซียม และแมงกานีส มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยเฉพาะธาตุแมงกานีส ซึ่งธาตุอาหารรองและจุลธาตุเหล่านี้มีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่มีผลต่อการเพิ่มความหอมของสารหอม 2AP ในข้าว แต่ไม่พบในปุ๋ยเคมี พักตร์เพ็ญ และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการผลิตข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 พบว่าปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวลดลง เมื่ออัตราการใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้น โดยข้าวที่ได้รับปุ๋ย อัตรา 50 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีสาร 2AP ในเมล็ดต่ำที่สุด 1.15±0.05 ppm แต่เมื่อข้าวได้รับปุ๋ยอัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ พบว่ามีสาร 2AP ในเมล็ดเพิ่มขึ้น เป็น 1.43±0.07 ppm และข้าวที่ได้รับปุ๋ยอัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ มีสาร 2AP ในเมล็ดสูงที่สุด 1.77±0.07 ppm (ตารางที่ 3) ความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 จะลดลง เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ให้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด แต่ถ้าหากให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ให้ผลผลิตข้าวเปลือกต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด จะไม่ทำให้ความหอมของข้าวเปลี่ยนแปลง ซึ่งหมายความว่าหากข้าวได้รับไนโตรเจนมากจะทำให้มีปริมาณสารหอม (2AP) ลดน้อยลง นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวหอม (aromatic rice) ที่ได้รับไนโตรเจนมาก จะมีการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวเปลือกมาก แต่จะมีผลทำให้ความหอมของข้าวลดลง และข้าวหอมที่ปลูกในดินที่มีไนโตรเจนต่ำจะมีความหอมมากกว่าข้าวหอมที่ปลูกในดินที่มีไนโตรเจนสูง และการเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนช่วยให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นได้ แต่จะมีผลทำให้ความหอมของข้าวลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากโปรตีน ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวจะเพิ่มขึ้นได้ในสถานะที่ข้าวได้รับไนโตรเจนน้อย ดังนั้นข้าวที่ได้รับไนโตรเจนมากจะมีการสังเคราะห์โปรตีนน้อย จึง

ทำให้มีความหอมลดลง อย่างไรก็ตามโปรตีน สามารถถูกกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์มากขึ้น โดยปัจจัยทางสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ได้แก่ ความแห้งแล้งและความเค็มของดินด้วยเช่นกัน ซึ่งข้าวที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคทั้งทางด้านกลิ่นหอม รสชาติ และความนุ่มเหนียวมากกว่าข้าวที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับจากปุ๋ย ดังนั้นธาตุอาหารที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ยจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความหอมของข้าว

ตารางที่ 3 ปริมาณสารหอม 2-AP ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่างๆ

Treatment	ปริมาณสารหอม 2AP (ppm)
Control	1.59±0.06 ^b
12.5 kg-N	1.77±0.07 ^a
25 kg-N	1.43±0.07 ^c
50 kg-N	1.15±0.05 ^d
P value	<0.001
C.V. (%)	4.39

^{1/}ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามแนวตั้งที่ตาม หลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05 โดยวิธี DMRT

ที่มา: ดัดแปลงจาก พักตร์เพ็ญ และคณะ (2560)

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อความหอมของข้าว

ความหอมของข้าวหอมมะลิ เกิดจากสารระเหย 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) ซึ่งเป็นสารที่ระเหยไปได้เมื่อเวลาผ่านไป การรักษาความหอมของข้าวหอมที่ดีจะต้องเริ่มตั้งแต่ การเก็บเกี่ยว การนวดข้าว และการเก็บรักษาของข้าวเปลือกที่นวดเรียบร้อยแล้ว นอกจากนี้การจะเก็บรักษาความหอมของข้าวไว้ต้องพยายามหลีกเลี่ยงสภาวะแวดล้อมที่ร้อน อบอ้าว และมีความชื้นสูง ซึ่งในที่ที่มีอากาศค่อนข้างเย็น มีการถ่ายเทของอากาศดี เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการรักษาความหอมของข้าว ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาข้าวที่สำคัญ ได้แก่ ความชื้น และระยะเวลาการเก็บรักษา

ความชื้น

ข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม เมล็ดมีความชื้นประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเมล็ดมีการหายใจ ซึ่งเหมาะสมต่อการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บ และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่างๆ มีผลทำให้ข้าวเสื่อมคุณภาพและเกิดกลิ่นเหม็นหืน ดังนั้นการลดความชื้นเมล็ดจึงมีความสำคัญต่อการเก็บรักษา โดยจะลดความชื้นของเมล็ดข้าวให้เหลือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์

เหมาะสำหรับการเก็บข้าวไว้นาน 2-3 เดือน แต่ถ้าเก็บนานเกินกว่า 3 เดือน ควรลดความชื้นเมล็ดให้เหลือต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์

การลดความชื้น โดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ การตากแดด และการใช้เครื่องอบ โดยการลดความชื้นด้วยการตากแดด เป็นวิธีการที่ประหยัด แต่ไม่สามารถควบคุมคุณภาพข้าวได้ ซึ่งข้าวได้รับอุณหภูมิสูงจากแสงแดดในตอนกลางวัน ทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลง แต่ในช่วงกลางคืน อุณหภูมิลดต่ำลง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงขึ้น ข้าวจึงดูดความชื้นกลับเข้าไปอีกครั้ง โดยการเปลี่ยนแปลงความชื้นภายในเมล็ดข้าวแห้งและชื้นสลับกัน ทำให้เกิดการร้าวในเมล็ด เมื่อนำข้าวไปนวดหรือสี จึงเกิดการแตกหัก คุณภาพการสีลดลง แต่การตากแดดจะมีความหอมของข้าวมากกว่าการอบ นอกจากนี้ยังมีการลดความชื้นด้วยการอบ เป็นวิธีที่สามารถควบคุมความเสียหายต่อคุณภาพข้าวได้ แต่จะมีค่าใช้จ่ายสูง การลดความชื้นด้วยการอบในสภาวะการใช้อุณหภูมิสูง จะทำให้ปริมาณสารหอม 2AP มีการระเหยไปกับสภาพแวดล้อม เนื่องจากสารหอม 2AP เป็นสารที่ระเหยง่ายเมื่อได้รับความร้อน

รณชัย และคณะ (2559) ศึกษาผลของการลดความชื้นในระยะเก็บเกี่ยวต่อความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างการเก็บรักษา โดยการเก็บเกี่ยวที่ 25 30 35 และ 40 วันหลังออกดอก นวด ลดความชื้นให้เหลือ 14 เปอร์เซ็นต์ โดยการตากแดด อบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วันและอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นกะเทาะข้าวเปลือกแล้วสีให้เป็นข้าวสาร บรรจุในกระสอบพลาสติกสาน นำไปเก็บในโรงเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน และตรวจสอบคุณภาพเมล็ดข้าว พบว่าการเก็บเกี่ยวที่ 35 วันหลังออกดอก และลดความชื้นโดยการตากแดด ให้ปริมาณสารหอม 2AP สูงสุด คือ 1.92 ppm (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณสารหอม 2AP จากวันเก็บเกี่ยวที่ 25 30 35 และ 40 วันหลังออกดอก และการลดความชื้นด้วยวิธีการตากแดด อบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน และอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน หลังจากเก็บรักษา 6 เดือน

Treatments	2AP (ppm)
HD-25 DAF, Sun drying	1.15 a
HD-25 DAF, Hot air oven 50 °C	0.72 b
HD-25 DAF, Hot air oven 60 °C	1.16 a
HD-30 DAF, Sun drying	1.58 a
HD-30 DAF, Hot air oven 50 °C	0.83 c
HD-30 DAF, Hot air oven 60 °C	1.28 b
HD-35 DAF Sun drying	1.92 a
HD-35 DAF, Hot air oven 50 °C	1.70 a
HD-35 DAF, Hot air oven 60 °C	1.87 a
HD-40 DAF, Sun drying	1.44 a
HD-40 DAF, Hot air oven 50 °C	1.46 a
HD-40 DAF, Hot air oven 60 °C	1.46 a
CV (a) (%)	7.98
CV (b) (%)	5.70

ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT, HD = วันที่เก็บเกี่ยว, DAF = วันหลังดอกบาน, CV (a) = วันเก็บเกี่ยว, CV (b) = กรรมวิธีการลดความชื้น

ที่มา: ดัดแปลงจาก รณชัย และคณะ (2559)

ระยะเวลาการเก็บรักษา

ความหอมของข้าวที่เก็บรักษาไว้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงจากข้าวใหม่กลายเป็นข้าวเก่าเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีที่เกี่ยวข้องกันระหว่างแป้ง โปรตีน และไขมันในเมล็ดข้าว การเปลี่ยนแปลงจากข้าวใหม่กลายเป็นข้าวเก่าจะช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับระยะเวลา อุณหภูมิ และสภาพการเก็บรักษา หากเก็บข้าวไว้ในที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน ข้าวจะกลายเป็นข้าวเก่าเร็วขึ้น นอกจากนี้ระยะเวลาการเก็บรักษายังมีผลทำให้ปริมาณสาร 2AP ในเมล็ดข้าวลดลง เนื่องจากสาร 2AP เป็นสารที่ระเหยได้ง่ายเมื่อเก็บรักษาข้าวในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง

รณชัย และคณะ (2559) ศึกษาผลของระยะเก็บเกี่ยวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าก่อนการเก็บรักษาข้าวที่เก็บเกี่ยวระยะ 25 วันหลังออกดอก มีปริมาณสารหอม 2AP สูงสุด คือ 2.92 ppm และปริมาณสารหอม 2AP ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา หลังจากเก็บรักษา 7 เดือน ที่ระยะเก็บเกี่ยว 40 วันหลังออกดอก มี ปริมาณสารหอม 2AP ต่ำสุด คือ 1.22 ppm (ตารางที่ 5) ดังนั้นจะเห็นได้ว่ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในข้าว ซึ่งความหอมของข้าวจะเริ่มลดลงหลังการเก็บรักษาในเดือนที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณสารหอม 2AP ที่ประเมินในวันที่เก็บเกี่ยวและระยะเวลาการเก็บรักษาที่ต่างกัน

Harvesting date (HD)	Storage period (SP)								Average (HD)
	(months)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	
2AP (ppm)									
25 DAF	2.92	2.83	2.49	2.22	2.13	2.07	1.94	1.44	2.13
30 DAF	2.82	2.58	2.50	2.29	2.22	2.04	1.92	1.51	2.22
35 DAF	2.67	2.3	2.19	2.16	2.07	1.76	1.73	1.27	2.07
40 DAF	2.47	2.27	2.17	2.07	1.85	1.76	1.57	1.22	1.85
Average (SP)	2.72	2.49	2.34	2.18	2.07	1.90	1.79	1.36	
CV (a) = 12.78%, CV (b) = 7.74 %									

HD =วันที่เก็บเกี่ยว, DAF = วันหลังดอกบาน, SP =ระยะเวลาการเก็บรักษา

ที่มา: ดัดแปลงจาก รณชัย และคณะ (2559)

สรุป

ความหอมของข้าวถือเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งของการกำหนดคุณภาพและราคาของข้าว ความหอมของข้าวมีความแตกต่างกัน เนื่องจากพันธุกรรม สภาพแวดล้อมของการปลูก และการจัดการทางเกษตรกรรมที่มีผลต่อความหอมของข้าว เช่น การจัดการน้ำ ซึ่งการขาดน้ำหลังข้าวออกดอก 7 วัน ทำให้ข้าวมีปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดสูงสุด และการจัดการธาตุอาหาร ซึ่งข้าวที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณสารหอม 2AP มากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะธาตุซัลเฟอร์ แคลเซียม แมกนีเซียม และแมงกานีส ที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดของข้าว เป็นผลมาจากความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับจากปุ๋ย การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อความหอมของข้าว เช่น การลดความชื้นของเมล็ดข้าวให้เหลือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเก็บข้าวไว้นานเกินกว่า 3 เดือน ควรลดความชื้นเมล็ดให้เหลือต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการลดความชื้นโดยการตากแดด จะให้ปริมาณสารหอม 2AP มากกว่าการอบ และการเก็บรักษาที่นานและสภาพที่มีอุณหภูมิสูงทำให้มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในข้าว ซึ่งความหอมของข้าวจะเริ่มลดลงหลังการเก็บรักษาในเดือนที่ 5

เอกสารอ้างอิง

- กมลวรรณ เรียบร้อย ศรีสวัสดิ์ ชันทอง อีรยุทธ ตูจันดา และสุรีพร เกตุงาม. 2556. ยีนความหอม และลักษณะพื้นฐานทางอนุพันธุศาสตร์ของข้าวหอม. Thai Journal of Genetics 6(2): 93-114
- กรมการข้าว. 2559. องค์ความรู้เรื่องข้าว. (<http://prangku.sisaket.doe.go.th/learning/rice/varieties/index.php.htm>). 20 สิงหาคม 2564.
- ชุตีวัฒน์ วรรณสาย นิวัฒน์ นภีรงค์ สุพัตรา สุวรรณธาดา และสออง ไชยรินทร์. 2536. อิทธิพลของระดับน้ำต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105. วารสารวิชาการเกษตร 11: 2-6.
- พัทตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์ สมชาย ชคตระการ วรภัทร ลัคนทินวงศ์ ชวินทร์ ปลื้มเจริญ ภิรญา ชมพูผิว และอรประภา เทพศิลป์วิสุทธิ์. 2559. การเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อคุณภาพข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 24(5): 753-765.
- พัทตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์ วรภัทร ลัคนทินวงศ์ ชวินทร์ ปลื้มเจริญ ภิรญา ชมพูผิว และอรประภา เทพศิลป์วิสุทธิ์. 2560. ผลของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการผลิตข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 25(2): 248-259.
- รณชัย ช่างศรี กฤษณา สุดทะสาร ปรีชาติ คงสุวรรณ พัทธราภรณ์ รักชุม ดวงใจ สุริยาอรุณโรจน์ ธาณี ชื่นบาน และวราภรณ์ วงศ์บุญ. 2559. วารสารวิชาการข้าว 7(1): 20-44.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร. ([http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/second%20rice%2062%20province%2030-1-63-2\(2\).pdf](http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/second%20rice%2062%20province%2030-1-63-2(2).pdf)). 25 สิงหาคม 2564.
- Yoshihashi, T., T.T.H. Nguyen and N. Kabaki. 2004. Area dependency of 2-acetyl-1-pyrroline content in an aromatic rice variety, Khao Dawk Mali 105. Japan Agricultural Research Quarterly 38: 105-109