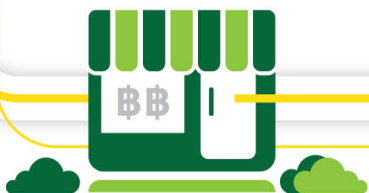




# ข้าวหอมมะลิ ห้อมหอม

“คงความหอมข้าวหอมมะลิไทยตลอดห่วงโซ่”

**FARM-TO-FORK**



**KURDI**  
Kasetsart University  
Research and Development Institute

จัดทำโดย  
สถาบันวิจัยและพัฒนา  
แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2560 จำนวน 1000 เล่ม  
สงวนลิขสิทธิ์

ธงชัย สุวรรณสิขณน์.

ข้าวหอมมะลิ ห้อมหอม“คงความหอมมะลิข้าวหอมมะลิไทยตลอดห่วงโซ่”.-- กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (อาคารสุวรรณวาทกกลีกิจ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559.

64 หน้า.

1. ข้าว--การปลูก. I. อรอนงค์ นัยวิกุล, ผู้แต่งร่วม. II. วราภรณ์ บุญทรัพย์ทิพย์, ผู้แต่งร่วม. III. ชื่อเรื่อง.

633.1

ISBN 978-616-278-351-7

#### กองบรรณาธิการ

1. ธงชัย สุวรรณสิขณน์
2. อรอนงค์ นัยวิกุล
3. วราภรณ์ บุญทรัพย์ทิพย์

#### จัดพิมพ์โดย :

หจก.อักษรสยามการพิมพ์

16 ซอยบางแวก2 แยก4 แขวงคูหาสวรรค์ เขตภาษีเจริญ กทม. 10160

โทร. 0-2410-8719 โทรสาร. 0-2410-7813 อีเมลล์ aksornsiam@yahoo.co.th

#### ผลิต ออกแบบ และสร้างสรรค์ :

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (อาคารสุวรรณวาทกกลีกิจ)  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

โทร 0-2579-0032, 0-2579-7571, 0-2561-4638 โทรสาร 0-2579-7546

<http://www2.rdi.ku.ac.th/newweb>

ข้าวหอมมะลิ ห้อมหอม  
“คงความหอมข้าวหอมมะลิไทยตลอดห่วงโซ่”

สถาบันวิจัยและพัฒนา  
แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

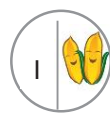
## คำนำ

โดย รศ.ดร.ธงชัย สุวรรณสิขณณ์

ผู้อำนวยการ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของสถานการณ์ข้าวหอมมะลิไทยในตลาดโลก ซึ่งมีสาเหตุมาจากคุณภาพ กลิ่นหอมที่ลดลง ทำให้สูญเสียเอกลักษณ์ที่โดดเด่นของข้าวหอมมะลิไทยที่มีมายาวนานในอดีต ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพข้าวหอมมะลิให้ดีดังเดิม จึงเป็นความจำเป็น และต้องเกิดจากความร่วมมือกันทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่อุปทาน โดยเฉพาะเกษตรกร ผู้ประกอบการโรงสี ผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปข้าวหอมมะลิ ตลอดจนผู้จัดจำหน่าย

ดังนั้นจึงได้จัดทำหนังสือ “ข้าวหอมมะลิ หอมหอม” ขึ้น เพื่อวัตถุประสงค์ในการเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการ ผลงานวิจัย และคำแนะนำการปฏิบัติที่ดี ในการผลิตข้าวหอมมะลิให้ได้คุณภาพสูง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังกล่าว ได้นำความรู้ทางวิชาการ ไปปรับปรุงกระบวนการผลิต ให้มีประสิทธิภาพในการคงรักษาคุณภาพ และความหอมของข้าวหอมมะลิไว้ได้





## นำเรื่อง

ข้าวหอมมะลิ ถือเป็นสัญลักษณ์หนึ่งของประเทศไทย ที่คนทั่วโลกรู้จักตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช เคยรับสั่งถึงกลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิว่า “กลิ่นหอมของข้าวไทยไม่มีอะไรมาเทียบเคียงได้” ด้วยเอกลักษณ์ ด้านกลิ่นที่โดดเด่น เป็นแบบฉบับเฉพาะตัวที่มีลักษณะคล้ายกลิ่นหอมของใบเตย และดอกขมนาด เมื่อหุงสุกแล้ว ลักษณะของเมล็ดข้าวสุก ยังมีสีขาวราวกับดอกมะลิ เนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั่วโลก แต่ในระยะหลังนี้ เอกลักษณ์ ความหอมของข้าวหอมมะลิที่ภาคภูมิใจนี้ เริ่มลดน้อยถอยลงกว่าเดิม จนอาจจะต้องสูญเสียเอกลักษณ์ที่สำคัญของข้าวหอมมะลิไทยไปได้

สาเหตุที่ทำให้ความหอมของข้าวหอมมะลิไทยลดน้อยลงนั้น เนื่องจากการจัดการการผลิต การแปรรูป และการเก็บรักษาข้าวหอมมะลิตลอดห่วงโซ่อุปทานนั้น ยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เกษตรกร และผู้ประกอบการยังขาดความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนข้อมูลทางวิชาการที่ถูกต้อง ในการจัดการที่มีประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ขอเป็นส่วนหนึ่งในการร่วมกู้เอกลักษณ์ความหอมของข้าวหอมมะลิไทยให้กลับคืนมา โดยสถาบันวิจัยและพัฒนา แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้จัดพิมพ์หนังสือ “ข้าวหอมมะลิ หอมหอม” ขึ้นจากการรวบรวมผลงานวิจัย ข้อมูลทางวิชาการ คำแนะนำ และหลักปฏิบัติที่ดี ของคณาจารย์ผู้มีความรู้ จากสาขาวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดห่วงโซ่อุปทานของข้าวหอมมะลิ โดยเริ่มตั้งแต่ หลักปฏิบัติในการเพาะปลูกข้าวหอมมะลิเพื่อให้ได้คุณภาพ การจัดการและหลักปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสี การแปรรูป บรรจุภัณฑ์ การขนส่ง การตลาด ตลอดจนการพัฒนาเทคโนโลยีการคงความหอมของข้าวหอมมะลิ เพื่อให้ได้ข้าวหอมมะลิที่มีคุณภาพคงความหอมได้นาน เพื่อเผยแพร่ และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาข้าวหอมมะลิไทยต่อไป



# สารบัญ

คำนำ.....	I
นำเรื่อง.....	II
1. กลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิ.....	1
2. ท่วงโซ่อุปทานการผลิตข้าว	
2.1 กรณีศึกษา ท่วงโซ่การผลิตข้าวหอมมะลิของสหกรณ์เกษตรกร.....	5
2.2 กรณีศึกษา การผลิตข้าวหอมอินทรีวิสาหกิจชุมชน.....	10
3. GAP ข้าวหอมมะลิ.....	14
4. การเก็บรักษาข้าวเปลือก.....	17
5. การจัดการภายในโรงสี	
5.1 การทำแห้งข้าวเปลือก.....	22
5.2 การเก็บรักษาข้าวเปลือกแห้งหอมมะลิ.....	24
5.3 การสีและการปรับปรุงคุณภาพ.....	26
5.4 การเก็บรักษาข้าวสาร.....	28
6. จีเอ็มพีโรงสีข้าว.....	30
7. หน่วยวิจัยและเทคโนโลยีการบรรจุเพื่อรักษาคุณภาพข้าวหอมและข้าวแปรรูป.....	35
8. การจัดการโลจิสติกส์เพื่อลดการสูญเสียความหอมของข้าวหอมมะลิในระหว่างการขนส่ง.....	37
9. ตลาดข้าวหอมมะลิไทย.....	42
10. เทคโนโลยีคังความหอม.....	46
11. การแปรรูปข้าวหอมมะลิ	
11.1 การแปรรูปข้าวพร้อมรับประทานบรรจุในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท.....	48
11.2 กรรมวิธีการผลิตข้าวสำเร็จรูปพร้อมรับประทานในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิททนความร้อน.....	49
11.3 กรรมวิธีการผลิตข้าวพร้อมรับประทานโดยวิธีนึ่งและฆ่าเชื้อแบบหมุน.....	51
11.4 การผลิตข้าวสำเร็จรูปพร้อมรับประทานบรรจุในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทโดยใช้เทคนิค ปลอดเชื้อ.....	52
11.5 การผลิตข้าวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋องในระดับอุตสาหกรรม.....	53
11.6 การแปรรูปข้าวพร้อมรับประทานแช่เย็น	
คำขอบคุณ.....	55
คณาจารย์และนักวิจัย.....	56

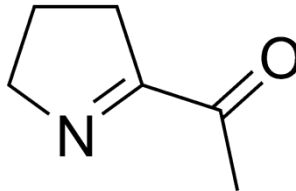


ข้าวหอมมะลิ ห้อมหอม  
“คงความหอมข้าวหอมมะลิไทยตลอดห่วงโซ่”

# 1. กลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิ

ศ.ดร. อรอนงค์ นัยวิกุล, ผศ.ดร. ธนะบุลย์ สัจจอนันตกุล, รศ.ดร. สิริ ชัยเสรี, รศ.ดร. ธงชัย สุวรรณลิขณน์  
ผศ.ดร. วรณีย์ จิรภาคย์กุล, ผศ.ดร. ปราบรณา ปราบรณาดี, ดร. เขียวภา หล่อเจริญผล,  
ดร. อภิขญา ลีลาวณิชกุล, รศ.ดร. วราภรณ์ บุญทรัพย์ทิพย์ \*  
คณะอุตสาหกรรมเกษตร

ความหอมของข้าวหอมมะลิเป็นหนึ่งในคุณลักษณะที่มีชื่อเสียงของข้าวไทย ข้าวหอมมะลิแท้ที่นิยมปลูก และบริโภคอย่างแพร่หลายคือ พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ พันธุ์ กข 15 ความหอมของข้าวหอมมะลิสุก ประกอบด้วยสารระเหยกลุ่ม carbonyl มากกว่า 20 ชนิด (Sunthonvit, et al., 2005) แต่สารให้กลิ่นที่สำคัญคือ 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) ซึ่งมีลักษณะกลิ่นคล้ายใบเตย (Yahya et al., 2011) หรือข้าวโพดคั่ว (Champagne, 2008) และมีโครงสร้างโมเลกุลดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างโมเลกุลของ 2-acetyl-1-pyrroline (2AP)

สารระเหย 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) เป็นสารที่ระเหยได้ง่าย เนื่องจากมีสมบัติทางกายภาพ เป็นของเหลวใส ไม่มีสี และไม่เสถียร การรักษาความหอมของข้าวหอมมะลิให้คงอยู่นานนั้น จึงทำได้ยาก และในปัจจุบันต้องยอมรับว่า ข้าวหอมมะลิไทยมีปัญหา ด้านความหอมต่ำกว่าในอดีตอย่างมาก เนื่องจากสารหอม 2AP นี้สูญเสียได้ง่ายตลอดห่วงโซ่อุปทาน ตั้งแต่แหล่งเพาะปลูกจนถึงผู้บริโภคปลายทาง โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณสารดังกล่าว ได้แก่ พันธุกรรม



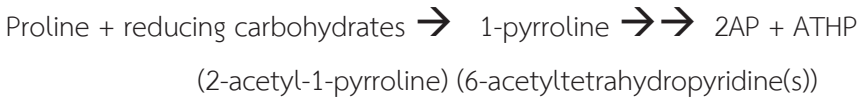


ของข้าว การเพาะปลูก (ปุ๋ย สิ่งแวดล้อม วิธีการเพาะปลูก) การเก็บเกี่ยว (วิธีการเก็บเกี่ยว อายุของข้าว ฤดูกาล ปริมาณความชื้น) กระบวนการลดความชื้น (วิธีการลดความชื้น สภาวะการเก็บรักษา) กระบวนการขัดสี (วิธีการขัด ระดับความขาว) การเก็บข้าวสาร (บรรจุภัณฑ์ อุณหภูมิ ระยะเวลา และสภาวะแวดล้อม) ตลอดจนกระบวนการหุงต้มเพื่อการบริโภค เช่น การชามข้าว การแช่ข้าว การหุงข้าว และอุณหภูมิของข้าวในระหว่างรับประทาน (Champagne, 2008)

กลไกการสร้างสาร 2AP ของข้าวหอมมะลียังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่กลไกที่สำคัญได้นำเสนอโดย Bradbury และคณะ (2005) ว่ามีกลไกการสร้าง 2AP ของข้าวหอมมะลิ ด้วยยีน ชื่อ Betainaldehyde dehydrogenase (BADH2) หรือ fgr locus เกิดขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว ทำให้เราสามารถรับรู้กลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิได้ ตั้งแต่ข้าวเปลือกที่ยังไม่ผ่านกระบวนการปรุงสุก

นอกจากนั้นแล้ว Adams และคณะ (2008) ยังเสนออีกว่า ข้าวหอมมะลิสามารถสร้าง 2AP ในระหว่างการหุงต้มได้ด้วย โดยการใช้ความร้อนผ่านปฏิกิริยา Maillard reaction (ดังแสดงในสมการด้านล่าง)

Strecker degradation



แต่ในทางกลับกัน กลไกการสูญเสียกลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิก็มียังหลายกลไก เช่นเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น การสูญเสียโครงสร้างของสาร 2AP (Structural breakdown) (Widjaja, et al., 1996) การระเหยของสาร 2AP (Migratory loss) (Widjaja, et al., 1996) การสูญเสียเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ (Enzymatic





activity (Tulyathan, et al., 2008)) รวมถึงการเกิดกลิ่นผิดปกติของข้าวที่רבกวน กลิ่นหอมของสาร 2AP ทำให้ผู้บริโภคได้รับความหอมของข้าวลดลง เป็นต้น เช่น การเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Yoshihashi, et al., 2005; Wongpornchai, et al., 2004; Shin, et al., 1986; Lam and Proctor, 2003; Widjaja, et al., 1996; Tulyathan, et al., 2008)

แต่อย่างไรก็ตาม มีนักวิจัยหลายท่านเสนอว่า มีแนวทางช่วยลดการสูญเสีย กลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิได้ เช่น การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันการ แทรกซึมของอากาศ การเคลือบ ที่ผิวของเมล็ดข้าวด้วย biopolymer ป้องกันการ ระเหยของสาร 2AP ออกจากเมล็ดข้าว หรือการลดอุณหภูมิ และความดันใน ระหว่างการเก็บรักษา (Yoshihashi, et al., 2004; Shin, et al., 1986; Lam and Proctor, 2003; Widjaja, et al., 1996; Tulyathan, et al., 2008) แต่วิธีการ ต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้น ยังเป็นวิธีการที่มีต้นทุนในการผลิตสูง และยังไม่สามารถปฏิบัติ ได้จริงในประเทศไทย จึงทำให้ข้าวหอมมะลิของไทยมีความหอมลดลง และมี แนวโน้มได้รับความนิยมนจากผู้บริโภคลดลงด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการ ทำงานวิจัยในเรื่องนี้ เพื่อให้สามารถคงความหอมของข้าวหอมมะลิไทยได้อย่างมี ประสิทธิภาพ





## เอกสารอ้างอิง

- Adam, A., Polizzi, V., Boekel, V. and Kimpe, N.D. 2008. Formation of pyrazines and a novel pyrrole in Maillard model system of 1,3-dihydroxyacetone and 2-oxopropanal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56: 2147-2153.
- Bradbury, L. M. T., Timothy L. F., Robert J. H., Qingsheng J. and Daniel L. E. W. 2005. The gene for fragrance in rice. *Plant Biotechnology Journal*. 3(3): 363-370.
- Champagne, E.T. 2008. Rice aroma and flavor: A literature review. *Cereal Chemistry* 85: 445-454.
- Lam, H. S. and Proctor, A. 2003. Milled Rice Oxidation Volatiles and Odor Development. *Journal of Food Science*. 68(9): 2676-2681.
- Shin, M.G., Yoon, S.H., Rhee, J.S. and Kwon, T.W. 1986. Correlation between Oxidative Deterioration of Unsaturated Lipid and Normal-Hexanal During Storage of Brown Rice. *Journal of Food Science*. 51: 460-463.
- Sunthonvit, N., George S. and John C. 2007. Comparative Study of Effects of Drying Methods and Storage Conditions on Aroma and Quality Attributes of Thai Jasmine Rice. *Drying Technology*. 23(7): 1407-1418
- Tulyathan, V., Srisupattaranich, N., and Suwanagul, A. 2008. Effect of rice flour coating on 2-acetyl-1-pyrroline and n-hexanal in brown rice cv. Jao Hom Supanburi during storage. *Postharvest Biology and Technology* 47(3): 367-372.
- Widjaja, R., Craske, J.D., and Wootton, M. 1996. Changes in volatile components of paddy, brown and white fragrant rice during storage. *J. Sci. Food Agric*. 71: 218-224.
- Wongpornchai, S. and Kongkiattakajorn J. 2010. Effect of storage time and storage protein on pasting properties of KhaoDawk Mali 105 rice flour. *Kasetsart Journal*. 43(5): 232-237.
- Wongpornchai, S., Dumri, K., Jongkaewwattana, S. and Siri, B. 2004. Effect of Drying Methods and Storage Time on the Aroma and Milling Quality of Rice (*Oryza sativa* L.) cv. KhaoDawk Mali 105, *Food Chemistry*. 87: 407-414.
- Yahya, F., Fryer, P.J., and Bakalis, S. 2011. The absorption of 2-acetyl-1-pyrroline during cooking of rice (*Oryza sativa* L.) with pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) leaves. *Procedia Food Science*. 1: 722-728.
- Yoshihashi, T., Nguyen, T.T.H. and Kabaki, N. 2004. Area dependency of 2-acetyl-1-pyrroline content in an aromatic rice variety, KhaoDawk Mali 105. *Jarq-Japan Agric. Res. Q*. 38, 105-109.
- Yoshihashi, T. 2002. Quantitative analysis on 2-acetyl-1-pyrroline of an aromatic rice by stable isotope dilution method and model studies on its formation during cooking. *J. Food Sci*. 67, 619-622.

## 2. ห่วงโซ่อุปทานการผลิตข้าว

### 2.1 กรณีศึกษา ห่วงโซ่การผลิตข้าวหอมมะลิของ สหกรณ์การเกษตร

ผศ.ดร.ปรารธนา ปรารธนาดี และ ดร. อภิขญา ลีลาวัฒน์กุล\*  
ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอย่างยิ่งของประเทศไทย ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีอยู่ประมาณ 60 ล้านไร่ โดยชาวนาจำนวนมากกว่า 3.7 ล้านครัวเรือน แต่ปัจจุบันความต้องการข้าวเพื่อการบริโภคในประเทศ ทำเมล็ดพันธุ์ และใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ มีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ ขณะที่ราคาส่งออกของข้าวไทยก็มีการปรับตัวลดลงเพื่อให้แข่งขันในตลาดโลกได้ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร 2558) ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรเป็นอย่างมาก ในปีเพาะปลูก 2559/60 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้วางเป้าหมายส่งเสริมการปลูกข้าวนาปีในพื้นที่ 57.41 ล้านไร่ โดยเป็นพื้นที่ปลูกข้าวหอมมะลิ 26.57 ล้านไร่ คิดเป็นผลผลิต 9.38 ล้านตันข้าวเปลือก (กรมการข้าว 2559) หรือ 6.11 ล้านตันข้าวสาร (คิดอัตราการแปรสภาพที่ 1:0.651 ตามที่กำหนดในโครงการรับจำนำ) พื้นที่ปลูกข้าวหอมมะลิส่วนใหญ่ (ประมาณร้อยละ 80) อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ราบประมาณ 2 ล้านไร่ ในเขต 13 อำเภอ รวม 5 จังหวัด ได้แก่ อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม อำเภอชุมพลบุรีและอำเภอบำเหน็จ จังหวัดสุรินทร์ อำเภอปทุมรัตน์ อำเภอเกษตรวิสัย อำเภอสุวรรณภูมิ อำเภอโพธาราย และอำเภอหนองฮี จังหวัดร้อยเอ็ด อำเภอ







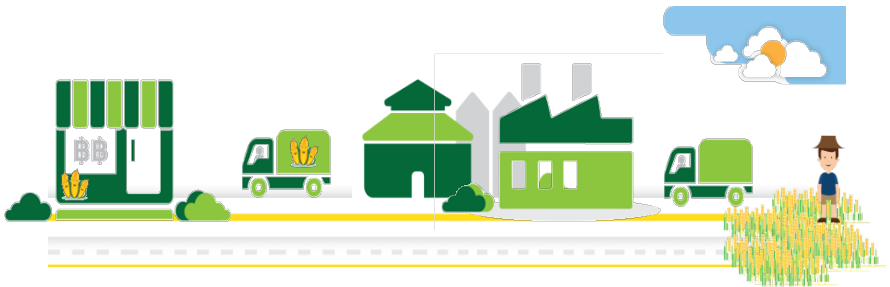
คิลาลาด อำเภอราชไศล และอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษและอำเภอค้อวัง และอำเภอมหาชนะชัย จังหวัดยโสธร (วิกิพีเดีย 2559)

ในช่วงที่รัฐบาลดำเนินโครงการรับจำนำข้าวเปลือก วิธีการตลาดของข้าวหอมมะลิได้ถูกบิดเบือนไปอย่างมาก ดังเช่นในรายงานของอรรธรณ และคณะ (2557) ซึ่งศึกษาโครงสร้างการผลิต และการตลาดข้าวหอมมะลิไทยในช่วงปีการเพาะปลูก 2556/57 พบว่า ในช่วงปีดังกล่าว ข้าวหอมมะลิไหลเข้าสู่โครงการจำนำข้าวเปลือกถึงร้อยละ 42.77 ของผลผลิตทั้งหมด สำหรับในช่วงที่ไม่มีโครงการรับจำนำ ผลผลิตข้าวหอมมะลิในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้จำหน่ายให้กับสหกรณ์การเกษตร และโรงสีในพื้นที่ มีเพียงส่วนน้อยที่จำหน่ายให้กับผู้รวบรวม (หยาง) ซึ่งสหกรณ์การเกษตรส่วนใหญ่ได้จำหน่ายข้าวเปลือกต่อให้กับโรงสี หรือพ่อค้า โดยเฉพาะข้าวเปลือกสด (ข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวแล้ว เกษตรกรนำมาจำหน่ายทันที โดยไม่ผ่านกระบวนการลดความชื้น) ทั้งนี้ เนื่องจากสหกรณ์การเกษตรส่วนใหญ่ไม่มีเครื่องอบลดความชื้น และเพื่อลดภาระในการนำข้าวมาตาก และสีแปรรูปเอง โดยข้าวเปลือกหอมมะลิที่รับซื้อจากเกษตรกรต้องนำมาผ่านกระบวนการสีแปรรูปเป็นข้าวสารเพื่อจัดจำหน่ายไปยังตลาดทั้งในประเทศ และต่างประเทศต่อไป สำหรับตลาดในประเทศ โรงสีอาจจำหน่ายข้าวสารให้หยาง (หรือผู้รวบรวม) หรือจำหน่ายให้พ่อค้าข้าวโดยตรง บางแห่งก็กระจายสินค้าผ่านช่องทางการค้าสมัยใหม่(Modern trade) หรือจำหน่ายไปยังกลุ่มธุรกิจโรงแรม ภัตตาคาร ร้านอาหาร รวมถึงโรงงานแปรรูปอาหาร และอื่น ๆ สำหรับตลาดต่างประเทศ ผู้ส่งออกอาจรับซื้อข้าวสารผ่านหยางหรือรับซื้อจากโรงสีโดยตรง นอกจากนี้ โรงสีบางแห่งก็อาจทำการส่งออกข้าวเอง (อรรธรณ และคณะ 2557) ในแต่ละปี ประเทศไทยส่งออกข้าวหอมมะลิไปยังตลาดต่างประเทศประมาณเกือบ 2

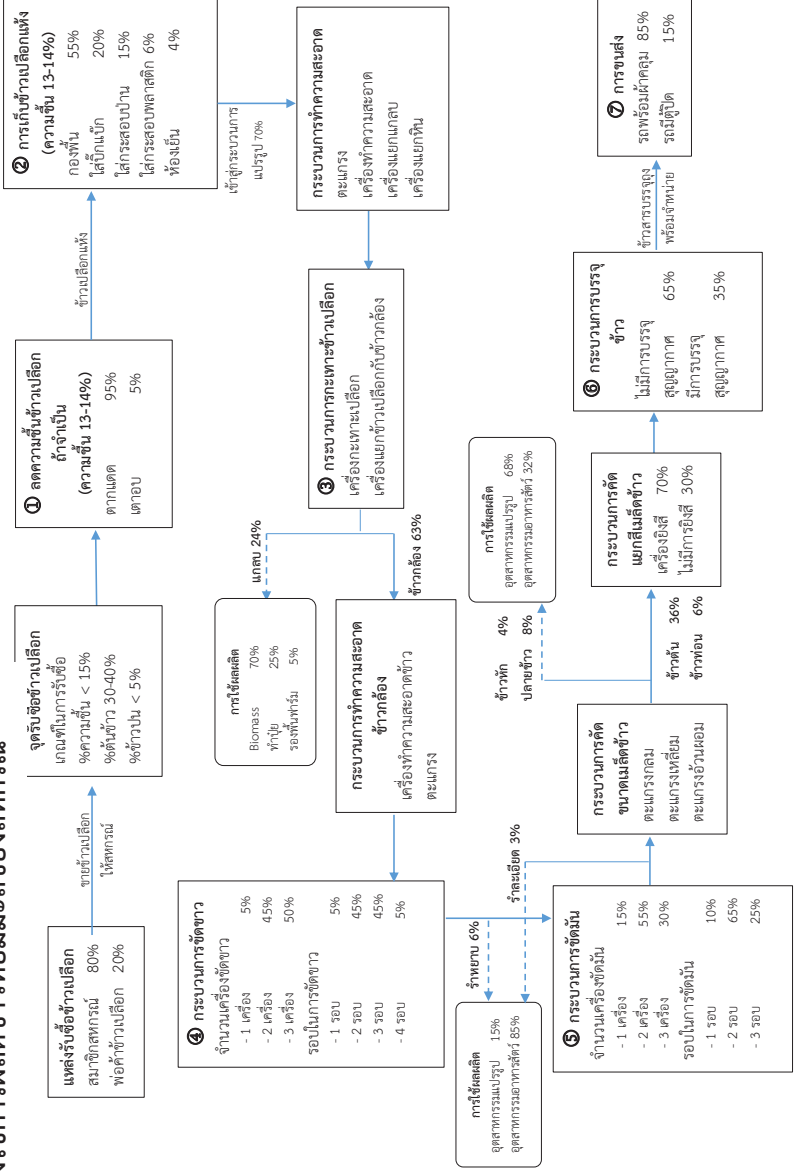


ล้านต้น คิดเป็นมูลค่าการส่งออกเกือบ 6 หมื่นล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2559)

จากการสำรวจข้อมูลจากสหกรณ์การเกษตรของคณะวิจัยภายใต้โครงการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการรักษาคุณภาพความหอมของข้าวหอมมะลิมูลค่าเพิ่มตลอดห่วงโซ่อุปทานสู่ตลาดแบบยั่งยืน ซึ่งสนับสนุนโดย กรมส่งเสริมสหกรณ์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่าสามารถสรุปรูปแบบการดำเนินงานของสหกรณ์การเกษตรได้ดังแผนภาพแสดงห่วงโซ่การผลิตข้าวหอมมะลิของสหกรณ์ ข้าวสารที่ผลิตโดยสหกรณ์การเกษตรทั้งหมดได้จำหน่ายในตลาดในประเทศส่วนมากซึ่งผลิตเป็นข้าวสารบรรจุถุง ในขนาดบรรจุต่างๆตามคำสั่งซื้อของลูกค้า และจัดจำหน่ายให้กับลูกค้า และสหกรณ์การเกษตรอื่นๆ ที่อยู่นอกพื้นที่ โดยเฉพาะในเขตภาคกลาง และภาคใต้ โดยมากสหกรณ์จะผลิตสินค้าจำหน่ายภายใต้ตราสินค้าของตนเอง มีเพียงบางแห่งที่รับจ้างผลิตสินค้า (OEM) ให้กับบริษัทต่าง ๆ ทั้งนี้ หากภาครัฐให้การสนับสนุน และช่วยเหลือการทำตลาดแก่สหกรณ์การเกษตร ก็จะช่วยให้สหกรณ์การเกษตรเหล่านี้มีผลประกอบการที่ดีขึ้น สามารถช่วยเหลือสมาชิกหรือชาวนาในชุมชนได้อย่างยั่งยืนยิ่งขึ้น



# ห่วงโซ่การผลิตข้าวหอมมะลิของสหกรณ์



## เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าวกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559. พื้นที่เป้าหมายส่งเสริมการปลูกข้าวฤดูนาปี 2559/60. แหล่งที่มา: [http://www.ricethailand.go.th/web/images/Role\\_and\\_Mission/0079.jpg](http://www.ricethailand.go.th/web/images/Role_and_Mission/0079.jpg)
- วิกิพีเดีย. 2559. ฟุ้งกุลาร้องไห้. แหล่งที่มา: <https://th.wikipedia.org/wiki/ฟุ้งกุลาร้องไห้>, แก้ไขล่าสุดเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2559.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตรสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2559.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้าปี 2558. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 402.
- อรรวรรณ ศรีโสมพันธ์, ทัดพิชา เจริญรัตน์ และ น้ำฟ้า ทิพยเนตร. 2557. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงสร้างการผลิตและการตลาดข้าวหอมมะลิไทย. สำนักประสานงานวิจัยเชิงนโยบายเกษตรและการเสริมสร้างเครือข่ายงานวิจัยเชิงนโยบาย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสถาบันคลังสมองของชาติ.
- องค์การคลังสินค้า กระทรวงพาณิชย์. 2555. รายละเอียด การฝากเก็บ การแปรสภาพ แขนงท้ายสัญญา สัญญาฝากเก็บ การแปรสภาพ และการจัดจำหน่ายข้าว. โครงการรับจำนำข้าวเปลือกปีการผลิต 2555/56. แหล่งที่มา: [http://www.pwo.co.th/ewt\\_dl\\_link.php?nid=1423](http://www.pwo.co.th/ewt_dl_link.php?nid=1423).



## 2.2 กรณีศึกษา การผลิตข้าวหอมอินทรีวิสาหกิจ ชุมชนและบริษัทที่มีการบูรณาการในแนวตั้ง

ผศ.ดร.พรธิภา องค์กรคุณารักษ์\*

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

หลังจากมีกระแสด้านสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมทำให้ผู้บริโภคทั้งคนไทยและต่างชาติตื่นตัวในการบริโภคสินค้าอินทรีย์มากขึ้น ทำให้ข้าวอินทรีย์ได้รับความสนใจจากผู้ผลิตเพิ่มมากขึ้น และเพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันให้กับข้าวอินทรีย์ไทย จึงศึกษาโครงสร้างโซ่อุปทานข้าวอินทรีย์ ในโซ่อุปทานข้าว นั้นประกอบไปด้วยผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหลายฝ่าย ตั้งแต่ผู้ค้า ปัจจัยการผลิตของการปลูกข้าว ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ และปุ๋ย เป็นต้น ต่อมา คือเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ซึ่งเป็นผู้ผลิตข้าวเปลือกในโซ่อุปทานข้าว จากนั้นข้าวเปลือกจากเกษตรกร ส่งผ่านไปเพื่อแปรรูปเป็นข้าวสาร โดยการส่งผ่านนี้ด้วยเกษตรกรเอง หรือส่งผ่านด้วยคนกลาง ได้แก่ พ่อค้าข้าวเปลือก กลุ่มเกษตรกร ทำข้าว ตลาดกลาง ทั้งนี้กลไกการตลาดในบางช่วงควบคุมด้วยนโยบายรัฐบาล ผู้แปรรูปข้าวเบื้องต้น ได้แก่ โรงสี และสหกรณ์การเกษตร ซึ่งทำหน้าที่แปรรูปข้าวเปลือกให้เป็นข้าวสาร หลังจากนั้นขายข้าวสารไปยังผู้ส่งออกเพื่อส่งสินค้าไปยังตลาดต่างประเทศ หรือขายผ่านผู้ค้าส่งหรือผู้ค้าปลีก สำหรับตลาดภายในประเทศ ตลาดข้าวเปลือกกำหนดราคาโดยตลาดโลก ทำให้ผู้ที่มีอำนาจในการต่อรองราคามากที่สุดในโซ่อุปทาน คือ ผู้ส่งออกและโรงสี ตามลำดับ

ในการศึกษานี้ได้คัดเลือกสองโซ่อุปทานที่แตกต่างกัน คือ โซ่อุปทานของวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองแวน ซึ่งเกิดจากการรวมกลุ่มของเกษตรกรใน



จังหวัดอุทัยธานี และโซ่อุปทานของบริษัท วรรณวัชร (2001) จำกัด ที่มีการบูรณาการการค้าข้าวแบบครบวงจร โดยวิเคราะห์ปัญหาผ่านแบบจำลองกระบวนการธุรกิจด้วยแบบจำลอง IDEFO (Integration Definition for Function Modeling) และวิเคราะห์รูปแบบธุรกิจผ่านแผนภูมิโครงสร้างทางธุรกิจ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มลูกค้า (Customer Segments) สินค้า หรือการบริการนั้นขายให้ใคร เช่น ลูกค้าภายในประเทศ และลูกค้าต่างประเทศ ลูกค้ากลุ่มใดที่เหมาะสมสำหรับสินค้าของแต่ละกลุ่ม

1. คุณค่าที่นำเสนอแก่กลุ่มลูกค้า (Value Proposition) ลูกค้าหรือผู้บริโภคได้อะไร คุณค่าอะไรจากสินค้าเช่น ความปลอดภัยจากสารเคมี คุณค่าทางโภชนาการ การรักษาสีเงาแวดล้อม เป็นต้น
2. ช่องทางการขาย และกระจายสินค้า (Channels) สินค้านั้นขายในช่องทางใด ใช้สื่อใด กระจายสินค้าอย่างไร มีการวิเคราะห์หว่าช่องทางใดเหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละกลุ่ม
3. ความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationships) ติดต่อลูกค้าอย่างไร มีการบริหารลูกค้าสัมพันธ์อย่างไร ควรจัดการความสัมพันธ์กับลูกค้าอย่างไร จึงเหมาะสมที่สุด
4. แบบจำลองรายได้ (Revenue Model) รายได้มาจากแหล่งใดบ้าง สามารถเพิ่มแหล่งรายได้อื่นอีกหรือไม่
5. ทรัพยากรหลัก (Key Resources) ทรัพยากรใดมีความสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจ เช่น พนักงาน เครื่องจักร อุปกรณ์ องค์ความรู้ตราสินค้า เป็นต้น ทั้งนี้จากการวิเคราะห์จะระบุได้ว่า ทรัพยากรหลักของกลุ่มคืออะไร



6. กิจกรรมหลัก (Key Activities) ได้แก่ กิจกรรมที่มีความสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจ เช่น การวางแผน การส่งเสริมการขาย การจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การขนส่ง การส่งคืนสินค้า และวัตถุดิบ เป็นต้น
7. พันธมิตรหลัก (Key Partners) ได้แก่ ซัพพลายเออร์ที่มีความสัมพันธ์ระยะยาว ทั้งนี้จากการวิเคราะห์จะระบุพันธมิตรหลักของกลุ่มในปัจจุบัน และในอนาคต
8. โครงสร้างต้นทุน (Cost Structure) จากการวิเคราะห์จะทราบสัดส่วนว่า ต้นทุนหลักมาจากกิจกรรมใด เพื่อให้สามารถลดต้นทุนได้อย่างเหมาะสม

นอกจากนี้ ได้วิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทน และจัดการความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทาน เพื่อเสนอแนวทางในการพัฒนาโซ่อุปทานข้าวอินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่าปัญหาหลักของเกษตรกร คือ ต้นทุนการผลิตสูง และรายได้ต่ำ โดยวิสาหกิจชุมชนมีต้นทุนการปลูกข้าวอินทรีย์เท่ากับ 14.41 บาทต่อกิโลกรัม และบริษัท วรรณวัชร (2001) จำกัด มีต้นทุนเท่ากับ 35.36 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ต้นทุนหลักของเกษตรกรมาจากค่าจ้างแรงงานในการผลิต ส่วนปัญหาด้านรายได้ต่ำ เกิดจากสองสาเหตุหลัก คือ ปริมาณผลผลิตต่อไร่ และราคาขายต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินความเสี่ยงของเกษตรกร ดังนั้นจึงเสนอแนะให้เกษตรกรจดบันทึกรายรับรายจ่ายของตนเอง และควรพึ่งพาตนเองเป็นหลัก ควรนำทรัพยากรภายในฟาร์มมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สำหรับการเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อไร่ เกษตรกรควรคำนึงถึงปัจจัยหลัก 2 ประการ คือ น้ำ และดิน โดยจัดหาแหล่งน้ำให้เพียงพอต่อการเพาะปลูก และทำให้ดินเกิด

ความอุดมสมบูรณ์อยู่เสมอ หมั่นพัฒนาความรู้ในด้านการผลิต และควรตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือก เช่น ความชื้น และสิ่งเจือปนก่อนนำไปจำหน่าย เพื่อให้จำหน่ายสินค้าได้ราคาดี สำหรับปัญหาของโรงสีข้าว และโรงบรรจุ พบว่าปัญหาหลักอยู่ที่กระบวนการบรรจุแบบสุญญากาศ ซึ่งประสบปัญหาบรรจุภัณฑ์รั่ว และผลได้ (Yield) ในการสีต่ำ ดังนั้นผู้ประกอบการจึงควรศึกษา และวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริง หรือปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา เช่น การบำรุงรักษาเครื่องสี การทำความสะอาดอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น

จุดคอขวดของโซ่อุปทานได้แก่ เกษตรกร ซึ่งในอนาคตมีแนวโน้มที่จะมีจำนวนลดลง ในขณะที่ผลผลิตต่อไร่ยังต่ำอยู่เมื่อเทียบกับคู่แข่งในตลาดโลก ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาโซ่อุปทานข้าวอินทรีย์ จึงควรให้ความสำคัญกับการแก้ไขปัญหาของเกษตรกรเป็นหลัก เช่น การให้ความรู้ในการผลิตให้ได้มาตรฐานอินทรีย์ การสนับสนุนให้เกิดการรวมกลุ่มของเกษตรกรในชุมชน การสร้างผู้นำชุมชนเพื่อพัฒนาคนในท้องถิ่นให้มีความเป็นอยู่ที่ดี การส่งเสริมให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิต และสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ข้าวอินทรีย์ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโซ่อุปทานข้าวอินทรีย์ ควรได้รับความร่วมมือจากสมาชิกทุกรายในโซ่อุปทาน โดยเฉพาะความร่วมมือในการแบ่งปันข้อมูลสารสนเทศ และการวางแผนพยากรณ์ความต้องการของผู้บริโภค และปริมาณผลผลิตร่วมกัน





### 3. GAP ข้าวหอมมะลิ

ผศ.ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย\*  
ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร

การทำเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices) สำหรับข้าวหอมมะลิไทย เป็นแนวทางการปฏิบัติของการเพาะปลูกข้าวหอมมะลิเพื่อให้ได้ข้าวหอมมะลิที่มีคุณภาพได้มาตรฐานสากล เกษตรกรผู้ปลูกข้าวหอมมะลิควรปฏิบัติตามการทำเกษตรที่ดีสำหรับข้าวหอมมะลิไทย ที่กำหนดขึ้นโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยประกอบด้วย 7 ข้อหลัก ได้แก่

1. แหล่งน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก ต้องได้จากแหล่งที่ไม่มีสภาพแวดล้อมซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อน และสิ่งที่เป็นอันตรายที่ปลอมปนมากับน้ำได้

2. พื้นที่ปลูก ต้องเป็นพื้นที่ในเขตเพาะปลูกข้าวหอมมะลิ ที่ไม่มีวัตถุอันตรายที่อยู่ใกล้แปลงปลูกข้าว ซึ่งจะก่อให้เกิดการตกค้างหรือปนเปื้อนในข้าวได้

3. การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร เกษตรกรควรมีความรู้เกี่ยวกับการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร เพื่อความถูกต้องและปลอดภัยในการใช้ โดยให้ใช้ตามคำแนะนำ หรือ อ้างอิงคำแนะนำของกรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และใช้สารเคมีที่ไม่ใช่สารต้องห้ามตามรายการที่ประกาศโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในกรณีที่เกิดเพื่อส่งออกห้ามใช้สารเคมีหรือวัตถุอันตรายที่ประเทศคู่ค้าห้ามให้ใช้โดยเด็ดขาด

4. การผลิตให้ได้ข้าวเปลือกคุณภาพตรงตามพันธุ์ข้าวเปลือกที่เกี่ยวข้องแล้ว ไม่ควรมีเมล็ดพันธุ์อื่นปนทั้งข้าวเปลือก และข้าวกล้อง โดยเริ่มตั้งแต่การเตรียมเมล็ดพันธุ์ที่มาจากแหล่งที่เชื่อถือได้ตรงตามพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 หรือ กข 15 ภายหลังจากการปลูกควรสำรวจแปลงนา 2-3 ครั้ง ในระยะแตกกอ ออกรวง และก่อนเก็บเกี่ยว เมื่อพบข้าวปนที่เป็นข้าวเรื้อหรือข้าววัชพืช





ในแปลงให้ตัดพันธุ์ปนออกจากแปลงนา โดยการถอนออกทิ้งกอบ ต้องมีการป้องกัน กำจัดศัตรูข้าวเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น ด้วยวิธีการที่เหมาะสม

5. การเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว โดยเก็บเกี่ยวข้าวที่ ระยะพลับพลึง หรือเมื่อรวงข้าวมีสีเหลืองสุกไม่น้อยกว่า 3 ใน 4 ของความยาวรวง หากเก็บเกี่ยว หรือนวดข้าวด้วยเครื่องจักร ควรทำความสะอาดเครื่องจักร เพื่อกำจัดข้าวพันธุ์อื่นที่อาจจะติดมาก่อนลงเก็บเกี่ยว หากไม่ได้จำหน่ายเป็น ข้าวเปลือกสด ต้องลดความชื้นของเมล็ดข้าวลง โดยวิธีการลดความชื้นต้องไม่ทำให้ ข้าวแตกหักจนสีได้เมล็ดต้นข้าวน้อยลง ข้าวเปลือกมีความชื้นสูง ควรตากข้าวบน ลานตากทุกครั้ง ต้องมีวัสดุวางรองกองข้าวไม่ให้เมล็ดข้าวแตะพื้นลานตากโดยตรง

6. การขนย้าย การเก็บรักษา และการรวบรวมข้าวเปลือก โดยอุปกรณ์ บรรจุภัณฑ์ รถที่ใช้ในการขนย้าย และเก็บรักษา ต้องสะอาดสามารถป้องกัน ผลกระทบต่อคุณภาพข้าวเปลือก ป้องกันการปนเปื้อนจากอันตราย และสิ่ง แปรกลปลอมได้ สถานที่เก็บรักษาต้องสะอาด มีอากาศถ่ายเทได้ดี สามารถป้องกันการ ปนเปื้อนจากวัตถุแปลกปลอม วัตถุอันตราย และสัตว์พาหะนำโรค สำหรับ ข้าวเปลือกที่รอการขนย้ายต้องระบุข้อมูล รหัส หรือเครื่องหมาย ให้สามารถทราบ แหล่งที่มาของข้าวเปลือกได้

7. การบันทึกข้อมูล ต้องบันทึกข้อมูลทุกขั้นตอนของการผลิต มีการ บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรทุกครั้งที่ใช้ บันทึกข้อมูล แหล่งที่มาของเมล็ดพันธุ์ การเตรียมดิน การกำจัดข้าวปน และการลดความชื้นของ ข้าวเปลือก เพื่อให้สามารถตรวจประเมินแก้ไข และสามารถตามสอบได้ ในกรณีที่มี ปัญหา

การทำการเกษตรที่ดีสำหรับข้าวหอมมะลิไทย เป็นแนวทางการปฏิบัติ สำหรับเกษตรกร หากเกษตรกรปฏิบัติได้ตามแนวทางที่วางไว้ ย่อมทำให้ได้



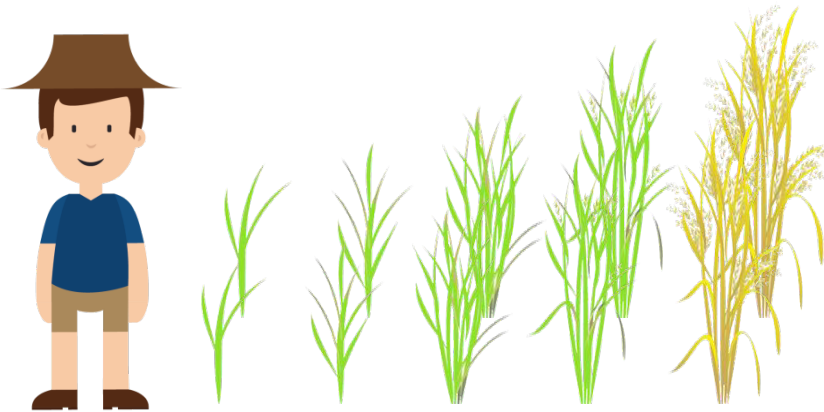
ข้าวหอมมะลิที่มีคุณภาพและมาตรฐานการผลิตสากล ย่อมส่งผลให้ผู้บริโภคได้บริโภคข้าวหอมมะลิคุณภาพคงเดิม และผู้ส่งออกสามารถรักษาระดับการแข่งขันในการค้าข้าวในตลาดโลกได้ และด้วยผลผลิตที่มีคุณภาพ และคุณค่านี้นี้ย่อมทำให้มูลค่าที่เกษตรกรจะจำหน่ายได้มีแนวโน้มที่ดีขึ้น อีกทั้งมีการจัดบันทึกข้อมูลการเพาะปลูก จึงทำให้การวางแผนในการเพาะปลูกครั้งต่อไป มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นส่งผลให้ต้นทุนการผลิตข้าวลดลง ผลกำไรจากการเพาะปลูกข้าวของเกษตรกรย่อมสูงขึ้น แม้ผลผลิตยังเท่าเดิม

### แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์



## 4. การเก็บรักษาข้าวเปลือก

ดร.ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล\*

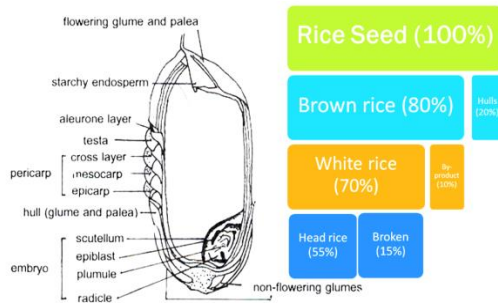
ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร

การเก็บรักษาข้าวเปลือกเป็นกระบวนการคงคุณภาพ และปริมาณของ เมล็ดข้าวหลังการดำเนินการ อาทิ การเก็บเกี่ยว การปรับสภาพ หรือการบรรจุเพื่อ รอจำหน่าย การเก็บรักษาข้าวเปลือกจึงแทรกอยู่ระหว่างกระบวนการผลิตข้าวแทบ ทุกขั้นตอน ตั้งแต่การเก็บรักษาระยะสั้นในแปลงหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อรอขนส่งไป ยังโรงสีเพื่อลดความชื้น การเก็บรักษาหลังการลดความชื้น เพื่อรอการปรับสภาพ และการสี รวมถึงการเก็บรักษาระยะปานกลาง หรือระยะยาวหลังการปรับสภาพ เพื่อรอการจำหน่าย หรือการดำเนินการอื่น ๆ แม้ข้าวเปลือกที่เก็บรักษาไว้จะมี วัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ที่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม หลักการเก็บรักษานั้นมี ความคล้ายคลึงกัน

วัตถุประสงค์หลักของการเก็บรักษาข้าวเปลือกระยะปานกลาง และ ระยะยาวจึงดำเนินการเพื่อความมั่นคงด้านอาหารเป็นหลัก ยกตัวอย่างเช่นการเก็บ รักษาเพื่อลดความแปรปรวน อันเกิดจากความไม่แน่นอนของปริมาณข้าวในตลาด (Storage for Seasonal Variations) ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ อาทิ ภัยธรรมชาติ การระบาดของโรค และแมลงศัตรูพืช ซึ่งการเก็บรักษาข้าวเปลือก อย่างถูกต้องตามหลักวิชาจะช่วยบรรเทาการขาดแคลนในช่วงเวลาเหล่านั้นได้ เนื่องจากข้าวเปลือกสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าข้าวกล้อง และข้าวขาว แม้การ เก็บรักษาจะมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน แต่สุดท้ายต้องได้ผลลัพธ์เดียวกัน คือ ต้องได้ข้าวเปลือกที่ยังคงคุณภาพ และปริมาณไว้ไม่แตกต่างกับช่วงก่อนการเก็บ รักษา การเก็บรักษาข้าวเปลือกให้สามารถคงคุณภาพ และปริมาณได้นานที่สุดนั้น ผู้ดำเนินการต้องทราบปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการเก็บรักษา



เป็นอย่างดี เนื่องจากข้าวเปลือกแต่ละพันธุ์หรือแต่ละเมล็ดมีปัจจัยภายในเมล็ด ได้แก่ พันธุกรรม (Genetic) ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้โครงสร้าง และองค์ประกอบทางเคมี รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบดังกล่าวระหว่างการเก็บรักษาของข้าวเปลือกแต่ละชนิด พันธุ์ หรือเมล็ด แตกต่างกัน ข้าวเจ้าที่เก็บในที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส จะมีอัตราการลดลงของค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) มากกว่าข้าวเหนียวเนื่องจากปริมาณแอมิโลส (Amylose) ที่มีในเมล็ดที่แตกต่างกัน (อลิษา และคณะ 2556) ปัจจัยภายนอกได้แก่ สภาพแวดล้อมในสถานที่หรือโรงเก็บ ซึ่งเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ (Temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) และออกซิเจน (Oxygen) ซึ่งระดับการลงทุนเพื่อเก็บรักษาข้าวเปลือกที่มีชนิด พันธุ์ หรือกอง (Lot) เดียวกัน แต่ต่างวัตถุประสงค์กันย่อมแตกต่างกันตามไปด้วย ถึงกระนั้นหลักการสำคัญที่อยู่เบื้องหลังการเก็บรักษาให้ยาวนานเป็นหลักการเดียวกัน นั่นคือ การเก็บรักษาข้าวเปลือกในที่แห้ง เย็น และปราศจากออกซิเจน



ภาพที่ 2 โครงสร้าง และองค์ประกอบของข้าวเปลือก

(ปรับปรุงจาก Encyclopaedia Britannica, 2016)



ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาข้าวเปลือก ในสถานที่ หรือ ภาชนะเก็บโดยทั่วไปจะต้องรักษาอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณของ ออกซิเจนในโรงเก็บให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ เนื่องจากสภาพที่เย็น แห้ง และ ออกซิเจนต่ำจะมีส่วนช่วยในการลดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นใน เมล็ดตลง ทำให้สามารถเก็บรักษาเมล็ดข้าวได้นานขึ้น

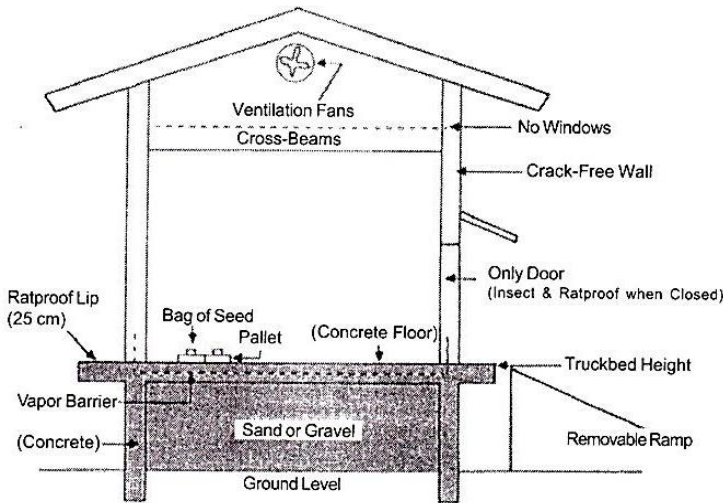
อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเก็บรักษาเมล็ดข้าว James F. Harrington (1960) ได้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความยาวนานของการเก็บรักษา ว่าทุก ๆ 5 องศาเซลเซียสที่สามารถลดอุณหภูมิลงได้ จะช่วยเพิ่มระยะเวลาในการ เก็บรักษาได้ 2 เท่า ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับการเก็บรักษาข้าวเปลือก ความชื้นสัมพัทธ์ที่ใช้ระหว่างเก็บรักษาไม่ควรเกิน 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะทำให้ เมล็ดข้าวมีความชื้นประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปลอดภัยจากการเข้าทำลายของ เชื้อราและแมลงในโรงเก็บ การลดความชื้นอาจมีความสำคัญมากกว่าการลด อุณหภูมิ เนื่องจากการลดความชื้นสัมพัทธ์ลงเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สามารถ ยืดระยะเวลาในการเก็บรักษาได้ 2 เท่าเช่นเดียวกับการลดอุณหภูมิลง 5 องศาเซลเซียสดังที่ได้กล่าวแล้ว

ออกซิเจนเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้คุณภาพของเมล็ดเสื่อม ภาชนะบรรจุ หรือโรงเก็บที่ดีจะต้องมีการดึงออกซิเจนออก หรือปรับเปลี่ยนอัตราส่วนออกซิเจน ในอากาศปกติโดยการแทนที่ด้วยก๊าซเฉื่อยอื่น ๆ เช่น ไนโตรเจน และอาร์กอนเพื่อ คงคุณภาพของข้าวเปลือกและได้ผลพลอยได้ในการจัดแมลงในโรงเก็บอีกทาง หนึ่ง

โรงเก็บข้าวเปลือกที่ดีจะต้องปกป้องข้าวเปลือกที่เก็บรักษาไว้ภายในจาก ความชื้น แสงแดด การปนเปื้อน (จากสี กลิ่น และสารเคมีจากภายนอก) สัตว์ ฟันแทะ แมลง เชื้อรา และไฟ ที่จะเข้ามาทำลายเมล็ดภายใน โครงสร้างโรงเก็บ



ข้าวเปลือกที่ดีเป็นไปดั่ง ภาพที่ 3 โรงเก็บข้าวเปลือกที่มีพื้น ผนังและหลังคาที่สามารถป้องกันความชื้น แสง และสัตว์ฟันแทะจากภายนอก ด้านบนโรงเก็บมีพัดลมสำหรับหมุนเวียนอากาศ เพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้น หรือสารระเหยจากข้าวเปลือกสะสมอยู่ที่ใดที่หนึ่งมากเกินไป และมีประตูเข้า-ออกเพียงทางเดียว (ไม่มีหน้าต่าง) ที่มีกลไกป้องกันแมลงเข้าสู่โรงเก็บ โดยสถานที่ตั้งของโรงเก็บที่ดีควรตั้งอยู่บนที่ดอน แห่ง มีการระบายน้ำดี เพื่อป้องกันน้ำท่วม รอบบริเวณโรงเก็บต้องสะอาด โปร่ง ไม่มีต้นไม้ใหญ่ขึ้นปกคลุม ปัจจุบันการเก็บรักษาข้าวเปลือกปริมาณมาก ๆ จึงเก็บรักษาในไซโล (Silo) ที่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในไซโล



ภาพที่ 3 โครงสร้างโรงเก็บข้าวเปลือก

(Christensen, 1974)



การเก็บรักษาข้าวเปลือกที่ดีคือการเก็บรักษาโดยเข้าใจธรรมชาติของพันธุ์ข้าว สิ่งแวดล้อมของการเก็บรักษา และสภาพทางการเงินของตน การเก็บรักษาข้าวเปลือกที่ดีจะช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก สารอาหารในเมล็ด และคุณภาพของข้าว รวมทั้งช่วยรักษาชื่อเสียงของผู้ผลิตข้าวที่อาจสูญเสียไประหว่างการเก็บรักษาได้



### เอกสารอ้างอิง

- อลิษา ชุมภูพล้อยเบญจวรรณ ฤกษ์เกษมสันสัย จำจดและ ชนาภานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย. 2556. ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงความหนืดของข้าวพันธุ์ต่างๆ. แก่นเกษตร 41 (4): 411-418.
- Christensen, C.M. 1974. Storage of cereal grains and their products. American Association of Cereal Chemists. Madison.
- Encyclopaedia Britannica. 2016. Rice. My Ebook Publishing House. USA.Harrington, J.F. 1960. Thumb rubs of drying seed. Crops and Soils.13: 16-17.





## 5. การจัดการภายในโรงสี

### 5.1 การทำแห้งข้าวเปลือก

ศ.ดร. อรอนงค์ นัยวิกุล, ผศ.ดร. ธนะบุลย์ สัจจาอนันตกุล, รศ.ดร. สิริ ชัยเสรี,  
ผศ.ดร. วรณีย์ จิรภาคย์กุล, ผศ.ดร. ประรณนา ประรณนาดี, ดร. เขาวภา หล่อเจริญผล,  
ดร. อภิษญา ลีลาวณิชกุล, รศ.ดร. วราภรณ์ บุญทรัพย์ทิพย์\*  
คณะอุตสาหกรรมเกษตร

ข้าวเปลือกสด คือ ข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงกว่า 30% เมื่อรับข้าวเปลือกสดจากเกษตรกรมาแล้ว โรงสีจะต้องทำแห้งภายใน 1 วัน มิฉะนั้น ข้าวจะเกิดการบูดเน่า แต่หากทำแห้งไม่ทันจะต้องเก็บรักษาข้าวเปลือกสดที่อุณหภูมิต่ำ 15-20 องศาเซลเซียส (เช่น ไซโลเย็น ห้องเย็น หรือเก็บในห้องใต้ดิน) รอการทำแห้ง เพื่อให้ข้าวเปลือกสดไม่เน่าเสีย และรักษากลิ่นได้ดี การเก็บข้าวเปลือกสดที่อุณหภูมิต่ำ ก่อนการทำแห้งต้องพักให้ข้าวเปลือกคลายตัวเสียก่อน เพื่อป้องกันข้าวหักในระหว่างการขัดสี

โรงสีเริ่มขั้นตอนการทำแห้ง ด้วยการทำความสะอาดเศษดิน หิน ฟาง ออกจากข้าวเปลือกก่อน เนื่องจากในระหว่างการทำแห้ง สิ่งเจือปนพวกนี้อาจมีความชื้นสูงกว่าข้าวเปลือกหลังกระบวนการทำแห้ง และอาจเป็นสาเหตุของการแพร่ความชื้นไปสู่ข้าวเปลือก ส่งผลต่อการสูญเสียคุณภาพ หรือเกิดการเน่าเสียของข้าวได้ ความชื้นข้าวเปลือกที่ต้องการหลังการทำแห้ง คือ ความชื้นที่ 12-14 % ซึ่งจากการรวบรวมผลวิจัย พบว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิต่ำ 40-50 องศาเซลเซียส สามารถช่วยลดการสูญเสียกลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิได้ (Wongpornchai et al. 2004) ซึ่งการทำแห้งด้วยวิธีการตากแดด หรือที่เรียกว่า การตากลานของโรงสีก็ให้ผลดีใกล้เคียงกัน แต่การตากลานจะต้องกลับกองบ่อยๆ เพื่อให้เมล็ดข้าวเปลือก



แห้งอย่างทั่วถึงสม่ำเสมอ โดยหลักปฏิบัติของโรงสีส่วนใหญ่แล้ว จะตากลานจนได้ข้าวที่มีความชื้น 19 % แล้วนำไปอบต่อที่อุณหภูมิต่ำ หรือพักไว้อุณหภูมิห้อง เพื่อให้ได้ความชื้นที่ 12-14 % ป้องกันเมล็ดข้าวหักในระหว่างกระบวนการสี แต่ยังมีงานวิจัยที่น่าสนใจ คือ การทำแห้งข้าวเปลือกแห้งที่นำมาคั้นตัว ดูดความชื้นกลับอีกครั้ง และทำแห้งอีกครั้งที่อุณหภูมิสูง 150 องศาเซลเซียส (Sunthonvit et al. 2005) ทำให้ข้าวมีปริมาณสารหอม 2AP สูงขึ้นถึง 3 เท่า ซึ่งสารหอม 2AP ที่เพิ่มขึ้นนี้จะเกิดจาก Maillard reaction แต่ทว่าการปฏิบัติของโรงสีส่วนใหญ่ มักใช้อุณหภูมิในการทำแห้งในช่วง 80 – 120 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่สูง ทำให้เกิดการสูญเสียสารหอม 2AP ไปด้วยการระเหย และเกิดปฏิกิริยากับสารอื่น แต่อุณหภูมิในช่วงนี้ น่าจะยังไม่สูงพอที่จะทำให้เกิด Maillard reaction เพื่อสร้างสารหอม 2AP ได้สูงกว่ากลไกที่เกิดการสูญเสีย 2AP ดังนั้นผลที่ได้ คือ มีสาร 2AP ลดลง

### เอกสารอ้างอิง

- Sunthonvita, N., George S. and John C. 2007. Comparative Study of Effects of Drying Methods and Storage Conditions on Aroma and Quality Attributes of Thai Jasmine Rice. *Drying Technology*. 23(7): 1407-1418
- Wongpornchai, S., Dumri, K., Jongkaewwattana, S. and Siri, B., 2004, Effect of Drying Methods and Storage
- Time on the Aroma and Milling Quality of Rice (*Oryza sativa* L.) cv. KhaoDawk Mali 105, *Food Chemistry*, 87: 407-414.



## 5.2 การเก็บรักษาข้าวเปลือกแห้งหอมมะลิ

ศ.ดร. อรอนงค์ นัยวิกุล, ผศ.ดร. ธนะบุญย์ สัจจาอนันตกุล, รศ.ดร. สิริ ชัยเสรี,  
ผศ.ดร. วรณีย์ จิรภาคย์กุล, ผศ.ดร. ประรณนา ประรณนาดี, ดร. เขียวภา หล่อเจริญผล,  
ดร. อภิขญา ลีลาวณิชกุล, รศ.ดร. วราภรณ์ บุญทรัพย์ทิพย์\*  
คณะอุตสาหกรรมเกษตร

โรงสีจะเก็บข้าวเปลือกแห้งไว้นานกว่าจะมีคำสั่งซื้อ จึงจะเริ่มสีเป็นข้าวสาร คลังเก็บข้าวเปลือกแห้งที่ดีควรมีอุณหภูมิ และความชื้นต่ำ ปิดมิดชิด ป้องกัน หนู นก และแมลงได้ มีการระบายอากาศที่ดี การเก็บข้าวเปลือกแห้งของโรงสีมี 5 ประเภท คือ การเก็บแบบ กองพื้น การเก็บแบบใส่ถุงบิ๊กแบ็ค การเก็บใส่กระสอบป่าน การเก็บใส่ถุงพลาสติก และการเก็บในถังขนาดใหญ่ ซึ่งจากการรวบรวมผลงานวิจัย พบว่า การเก็บข้าวเปลือกในถังขนาดใหญ่ดีที่สุด คือ การเก็บที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เพราะทำให้เมื่อนำมาสีเป็นข้าวกล้อง และข้าวขาวสูญเสียสาร 2AP ต่ำที่สุด โดยต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และ 28 องศาเซลเซียส (พัสกร, 2549) ส่วนการเก็บข้าวเปลือกในถุง ควรเก็บในถุงกระดาษดีกว่าการเก็บในถุง LDPE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ดีกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส (Maneenuam *et al.* 2014) มีงานวิจัยของ Tanauwang และ Lertsiri (2010) ที่ทดสอบเก็บข้าวหอมแดงในถุงพลาสติก Nylon/LLDPE บรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ทำให้เก็บรักษาสารหอม 2AP ได้นานที่สุดแต่การเก็บด้วยถุง Nylon/LLDPE บรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งที่นิยมใช้กันในท้องตลาดปัจจุบัน จะทำให้ข้าวสูญเสียสารหอม 2AP ไปอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าต้องการเก็บข้าวเปลือกไว้ที่อุณหภูมิห้อง ควรเก็บด้วยถุง





OPP/AL/LLDPE บรรจุแบบสุญญากาศ จะรักษาความหอมได้นานกว่าการเก็บในถุงพลาสติก Nylon/ LLDPE

### เอกสารอ้างอิง

- พัสกร เจียรตระกูล.ถึงเก็บอุณหภูมิต่ำ สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2546.
- Maneenuam, T., Chanprasert, W., Rittiron, R., Prasertsak, A. and Wongpiyachon, S. 2014.Effect of storage temperature and storage containers on 2-acetyl-1-pyrroline content in Hom Mali Rice.Journal of Agricultural Science. 45(2):377-380.
- Tananuwong, K., and Lertsiri, S. 2010. Changes in volatile aroma compounds of organic fragrant rice during storage under different conditions. Journal of the Science of Food and Agriculture 90(10): 1590-1596.



## 5.3 การสีและการปรับปรุงคุณภาพ

ศ.ดร. อรอนงค์ นัยวิกุล, ผศ.ดร. ธนะบุญย์ สัจจอนันตกุล, รศ.ดร. สิริ ชัยเสรี,  
ผศ.ดร. วรณีย์ จิรภาคย์กุล, ผศ.ดร. ประรณนา ประรณนาดี, ดร. เยาวภา หล่อเจริญผล,  
ดร. อภิขญา สีลาวณิชกุล, รศ.ดร. วราภรณ์ บุญทรัพย์ทิพย์\*  
คณะอุตสาหกรรมเกษตร

การสูญเสียกลิ่นของข้าวหอมมะลิในกระบวนการขัดสี เกิดขึ้นได้อย่างแน่นอน เนื่องจากสารหอม 2AP มีการสะสมอยู่ที่เยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) ด้วย ดังนั้น ในข้าวกล้องจึงมีสารหอม 2AP มากกว่าข้าวขาว และเมื่อข้าวกล้องถูกขัดขาวมากขึ้นก็จะสูญเสียกลิ่นหอมไปมากขึ้นด้วยเช่นกัน Yoshihashi และคณะ (2005) ได้ทดลองแสดงให้เห็นว่า ทำการขัดขาวข้าวให้ได้ milling degree 10 % ข้าวสารสูญเสียกลิ่นหอมน้อยกว่าการขัดขาวที่ milling degree 15 % และยังได้ข้าวที่มีความขาวพอควร (เกือบ 40 %)

อุณหภูมิที่สูงขึ้นในระหว่างกระบวนการขัดสี คือ สาเหตุสำคัญที่ทำให้ข้าวหอมมะลิสูญเสียกลิ่นหอมไป การควบคุมอุณหภูมิในระหว่างกระบวนการขัดสีจึงเป็นสิ่งสำคัญ ช่วงเวลาในการขัดสีที่ไม่เหมาะสม ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิในการขัดสีสูงขึ้นด้วย ช่วงเวลาการขัดสีที่ควรหลีกเลี่ยงคือ ช่วง 14.00 - 15.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงที่ทำให้อุณหภูมิในการขัดสีสูงที่สุดของวัน (46.5 องศาเซลเซียส) (ชาญชัย และคณะ 2539) ช่วงเวลาที่เหมาะสมควรเป็นช่วงเวลากลางคืน-เช้า ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่จริง ที่พบว่า โรงสีที่ขัดสีในช่วงเช้า มีอุณหภูมิตลอดทั้งกระบวนการขัดสีไม่เกิน 38 องศาเซลเซียส สูญเสียกลิ่นหอมไปน้อยมากเพียง 18 % ในขณะที่โรงสีที่ขัดสีในช่วงกลางวัน หรือทั้งวันทั้งคืน ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิการขัดสีให้ต่ำได้ ทำให้ในระหว่างการขัดสีอุณหภูมิสูงถึง 48.5 องศาเซลเซียส และสูญเสียกลิ่นหอมไปสูงถึง 46% ซึ่งใน



กระบวนการขัดสีนี้ ขั้นตอนการขัดมัน คือ ขั้นตอนที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด และแน่นอนว่าเป็นขั้นตอนที่มีการสูญเสียสารหอม 2AP มากที่สุดด้วย ดังนั้น ในการปฏิบัติงานของโรงสี จึงจำเป็นต้องปรับปรุงให้กระบวนการสีมีอุณหภูมิที่ไม่สูงเกินไป เช่น การใช้ลมเย็นเป่าผ่านเพื่อช่วยลดอุณหภูมิในระหว่างกระบวนการ การพ่นน้ำ หรือสารละลายที่มีความหอมตามธรรมชาติ เช่น น้ำใบเตย ในระหว่างกระบวนการขัดสี เพื่อช่วยลดอุณหภูมิ และเพิ่มความหอมให้กับข้าว (Laohakunjit *et al.*, 2007)



### เอกสารอ้างอิง

- ชาญชัย โรจนสโรช, สิริชัย ส่งเสริมพงษ์, ทิพย์มนต์ ภัทรากร, งามชื่น คงเสรี และชุตติ ม่วงประเสริฐ. 2539. ศึกษาผลกระทบของเครื่องสีข้าวต่อความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105. วารสารเกษตรศาสตร์. ปีที่30 หน้า 91-97.
- Laohakunjit, N., and Kerdchoechuen, O. 2007. Aroma enrichment and the change during storage of non-aromatic milled rice coated with extracted natural flavor. *Food Chemistry* 101(1): 339-344.
- Maneenuam, T., Chanprasert, W. Rittiron, R., Prasertsak, A. and Wongpiyachon, S. 2014. Effect of storage temperature and storage containers on 2-acetyl-1-pyrroline content in Hom Mali Rice. *Journal of Agricultural Science*. 45(2): 377-380.
- Tananuwong, K., and Lertsiri, S. 2010. Changes in volatile aroma compounds of organic fragrant rice during storage under different conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90(10): 1590-1596.
- Yoshihashi, T., Nguyen T.T., Surojanametakul, V.V., Tungtrakul, P., Varayanond, W. 2005. Effect of storage conditions on 2-acetyl-1-pyrroline in aromatic rice variety, KhaoDawk Mali 105. *Journal of Food Science*. 70(1):34-3



## 5.4 การเก็บรักษาข้าวสาร

ศ.ดร. อรอนงค์ นัยวิกุล, ผศ.ดร. ธนะบุลย์ สัจจาอนันตกุล, รศ.ดร. สิริ ชัยเสรี,  
ผศ.ดร. วรณีย์ จิรภาคย์กุล, ผศ.ดร. ประรตนา ประรตนาดี, ดร. เขาวภา หล่อเจริญผล,  
ดร. อภิขญา ลีลาวณิชกุล, รศ.ดร. วราภรณ์ บุญทรัพย์ทิพย์\*  
คณะอุตสาหกรรมเกษตร

ภายหลังกระบวนการกะเทาะเปลือก จะได้ข้าวกล้องหอมมะลิ ซึ่งการเก็บข้าวกล้อง ควรเก็บที่อุณหภูมิต่ำ ข้าวกล้องเกิดออกซิเดชันได้ง่าย ทำให้เกิดกลิ่นหืนและสูญเสียสารหอม 2AP ไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้น การเก็บข้าวกล้อง ควรป้องกันแสง และออกซิเจนร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษา และไม่ควรถิ่นนานเกินไป Wongdecharekul และ Kongkiattikajorn (2010) ทำการเก็บข้าวกล้องและข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในถุง (ไม่ระบุรายละเอียด) ที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่าข้าวกล้องมีค่า 2AP สูงกว่าข้าวขาวตลอดระยะเวลาเก็บรักษา (ทำการทดลอง 7 เดือน) แต่อัตราการลดลงของสารหอม 2AP ในข้าวกล้อง สูงกว่าในข้าวขาว โดยอัตราการลดลงของสาร 2AP นี้เป็นแบบเส้นตรง ที่มีอัตราการลดลงของสาร 2AP ในข้าวขาว (28.1 ng/kg.month) ต่ำกว่าในข้าวกล้อง (37.3 ng/kg.month) ฉะนั้นเมื่อเก็บไปนาน ๆ ข้าวสารจะคงความหอมได้มากกว่าข้าวกล้อง อีกทั้งข้าวกล้องยังจะเกิดกลิ่นหืนได้ด้วย (Wongdecharekul & Kongkiattikajorn, 2010) แต่อย่างไรก็ตาม การเก็บข้าวสารในสภาวะที่ดีที่สุด คือ การเก็บในถุงพลาสติก Nylon/LDPE ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเพราะสามารถรักษาความหอมให้คงที่ได้อย่างน้อยตลอด 10 เดือน โดยที่การเก็บที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียสด้วยอุณหภูมิเดียวกัน เกิดการสูญเสีย 2AP ไปอย่างรวดเร็ว (Yoshihashi et al. 2005)

สภาวะที่คงรักษาสารหอม 2AP ได้ดีที่สุดคือ การเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติก หรือกระดาษใทก็ได้ รักษาความหอมให้คงที่ได้นาน 10 เดือน แต่การเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ถือเป็นหลักที่ปฏิบัติตามได้ยาก และมีต้นทุนสูง ดังนั้น การเก็บข้าวสารที่อุณหภูมิสูงกว่า 5 องศาเซลเซียส จำเป็นจะต้องเลือกบรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันการสูญเสียสาร 2AP ได้ เนื่องจากสารหอม 2AP เป็นสารระเหยที่เกิดการสูญเสียได้ง่าย ดังนั้น บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาข้าวสารให้คงความหอมได้นั้น จะต้องเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันแสง และออกซิเจนได้ และทนต่อการบรรจุแบบสภาวะสุญญากาศ เช่น OPP/Al/LLDPE ก็จะช่วยป้องกันการสูญเสียสารหอม 2AP ในระหว่างการเก็บรักษาได้



### เอกสารอ้างอิง

- Wongdechsaekul, S. and Kongkiattikajorn, J. 2010. Effect of storage time and storage protein on pasting properties of Khao Dawk Mali 105 rice flour. Kasetsart Journal (Natural Sciences). 43(5): 232-237
- Yoshihashi, T., Nguyen T.T., Surojanametakul, W., Tungrakul, P., Varanyanond, W. 2005. Effect of storage conditions on 2-acetyl-1-pyrroline in aromatic rice variety, KhaoDawk Mali 105. Journal of Food Science. 70(1):34-37.





## 6. จีเอ็มพีโรงสีข้าว

ผศ. ดร. สิริชัย ส่งเสริมพงษ์ \* และ ผศ. ดร. สุดสาย ตริวานิช  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

จีเอ็มพี คือ หลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดี (Good Manufacturing Practices) เพื่อให้อาหารมีคุณภาพ และปลอดภัยต่อการบริโภค หลักเกณฑ์นี้เป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติได้จัดทำหลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงสีข้าว เลขที่ มกษ. 4403-2553 ขึ้น เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการนำไปปฏิบัติ โดยประกาศใช้ตั้งแต่วันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2553 ประเทศไทยผลิตข้าวสาร และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าว เพื่อการส่งออกไปยังหลายประเทศทั่วโลก และบริโภคภายในประเทศ ประเทศไทยมีโรงสีข้าวจำนวนกว่า 38,412 โรงในปัจจุบัน โดยโรงสีข้าวที่ส่งออกผลิตภัณฑ์ข้าว มิได้ปฏิบัติตามจีเอ็มพี แต่ยังมีโรงสีข้าวอีกจำนวนมากที่ไม่ได้ส่งออกผลิตภัณฑ์ข้าว ยังไม่ได้ประยุกต์ใช้ระบบจีเอ็มพีอย่างมีประสิทธิภาพ

โดยทั่วไป โรงสีข้าวพบปัญหาต่าง ๆ เช่น ฝุ่นละออง แมลง และสัตว์พาหะ โดยเฉพาะนกชนิดต่าง ๆ ร่องรอยต่าง ๆ จากแมลง และสัตว์พาหะ โดยผลิตภัณฑ์ข้าวเกิดการปนเปื้อนอันตราย หรือการเนาเสียหายระหว่างการเก็บรักษา และการขนส่ง เป็นต้น ส่งผลกระทบต่อคุณภาพ และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ข้าว เกิดปัญหาผลิตภัณฑ์ข้าวไม่ได้มาตรฐาน เกิดการร้องเรียน และการเรียกคืนสินค้ากลับ สุดท้ายส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์และความเชื่อมั่นต่อโรงสีข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว ดังนั้น ผู้ประกอบการโรงสีข้าวต้องมีการจัดการในการผลิตที่ดี โดยประยุกต์ใช้จีเอ็มพี อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อป้องกัน ลด หรือกำจัดอันตรายต่าง ๆ และสิ่งปลอมปนอื่น ๆ ในผลิตภัณฑ์ข้าวของโรงสีข้าวเพื่อให้ได้คุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ข้าวสำหรับการบริโภคโดยตรง และการใช้เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นสำหรับ

การแปรรูปต่อเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากข้าว เช่น แป้ง ก๋วยเตี๋ยว ขนมขบเคี้ยว ข้าวพร้อมรับประทาน อาหารกึ่งสำเร็จรูป และสำเร็จรูปอื่น ๆ เป็นต้น นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ข้าวที่ผลิตจากโรงสีข้าวที่ได้รับรองจีเอ็มพีสามารถสร้างความเชื่อมั่น และการยอมรับต่อผู้ซื้อ และผู้บริโภค รวมทั้งขายได้ราคาสูงขึ้น

ผู้ประกอบการโรงสีข้าวที่มีความมุ่งมั่น และความพร้อม สามารถประยุกต์ใช้การปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับโรงสีข้าวตามหลักการจีเอ็มพี (มกษ. 4403-2553) ซึ่งครอบคลุม 5 หัวข้อหลักโดยสังเขป ดังนี้

### 1) สถานที่ผลิต

โรงสีข้าวควรตั้งอยู่ในสถานที่ที่ไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนอันตรายหรือสิ่งแปลกปลอมสู่ผลิตภัณฑ์ข้าว อาคารผลิตออกแบบป้องกันการเข้ามาของนก แมลง สัตว์พาหะ และสัตว์เลื้อย พื้นที่ปฏิบัติงานมีการออกแบบแบ่งเป็นสัดส่วน มีพื้นที่เพียงพอ และทำด้วยวัสดุที่เหมาะสม คงทน แข็งแรง ง่ายต่อการทำความสะอาด และบำรุงรักษา เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต ต้องมีชนิด ประเภท และจำนวนเพียงพอเหมาะสมต่อการผลิต รวมทั้งทนทาน แข็งแรง และง่ายต่อการทำความสะอาดและบำรุงรักษา นอกจากนี้ โรงสีข้าวควรออกแบบให้มีการระบายอากาศที่ดี มีแสงสว่างเพียงพอ เหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน มีสถานที่จัดเก็บสารเคมีแยกเป็นสัดส่วน และมีสิ่งอำนวยความสะดวก สำหรับการทำความสะอาด และสำหรับสุขลักษณะส่วนบุคคล รวมทั้งมีระบบการระบายน้ำ และกำจัดของเสียอย่างเพียงพอ

### 2) การควบคุมการปฏิบัติงาน

โรงสีข้าวต้องมีการควบคุมปฏิบัติงานในการผลิตที่ดี นับตั้งแต่การจัดการรับซื้อข้าวเปลือกที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการเก็บรักษาข้าวเปลือกภายใต้สภาวะที่เหมาะสม และการควบคุมขั้นตอนของการผลิตอย่างเหมาะสมและถูกสุขลักษณะ



เช่น การกะเทาะ การขัดสี การคัดแยกคุณภาพ การบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าว การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าว การเก็บผลิตผลพลอยได้ และการขนส่งผลิตภัณฑ์ข้าว ตลอดจนการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการปฏิบัติงาน เป็นต้น

### 3) การบำรุงรักษาและการสุขาภิบาล

โรงสีข้าวต้องทำความสะอาดและบำรุงรักษาอาคารสถานที่ รวมถึงเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ และมีประสิทธิภาพ รวมทั้งมีการควบคุมแมลงและสัตว์พาหะเพื่อป้องกันการเข้ามาอยู่อาศัย และการทำลายหากพบแมลง และสัตว์พาหะภายในโรงสีข้าว นอกจากนี้ โรงสีข้าวต้องมีการจัดการของเสียต่าง ๆ และสิ่งของที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอย่างถูกสุขลักษณะ

### 4) สุขลักษณะส่วนบุคคล

ผู้ปฏิบัติงานในโรงสีข้าวและบุคคลภายนอกที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน ต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลที่โรงสีข้าวกำหนดขึ้นอย่างเหมาะสม

### 5) การฝึกอบรม

ผู้ประกอบการ และผู้ปฏิบัติงานของโรงสีข้าวต้องได้รับการฝึกอบรมเฉพาะตามหน้าที่และความรับผิดชอบ ร่วมทั้งการปฏิบัติที่ดีเกี่ยวกับสุขลักษณะและความปลอดภัยอาหาร การปฏิบัติที่ดีตามหลักการจีเอ็มพีของโรงสีข้าว จะช่วยยกระดับคุณภาพ และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ข้าวให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นการสร้างคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ข้าว ส่งผลต่อความเชื่อมั่นและการยอมรับของผู้บริโภค และลูกค้า ทำให้สามารถขยายตลาด และเป็นที่ต้องการเพิ่มขึ้น

อันตรายทางกายภาพในโรงสีข้าวได้แก่ เศษแก้วจากหลอดไฟ กระจก เศษพลาสติก เศษหินเศษโลหะ ชิ้นก เศษขนสัตว์ด้าย เข็ม เส้นผม ชิ้นส่วนแมลง เศษสายพาน และอื่นๆ



อันตรายทางเคมีในโรงสีข้าว ได้แก่ ยาฆ่าแมลงที่เกษตรกรฉีดพ่นยาฆ่ามอดในโรงสี สารเคมีที่ใช้กับเครื่องจักร เช่น น้ำมันเครื่อง จาระบี และสารเคมีอื่น ๆ ที่ใช้ในการล้างทำความสะอาด และบำรุงรักษาเครื่องจักร

อันตรายทางชีวภาพในโรงสีข้าว ได้แก่ จุลินทรีย์ ยีสต์ รา สารพิษจากจุลินทรีย์ ยีสต์ ราแมลงทุกชนิด แมงมุม และอื่นๆ

สถานที่ตั้งไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าว เกิดการปนเปื้อน และไม่สร้างความเดือดร้อนให้ชุมชน อาคารต้องป้องกันนก หนู แมลง และสัตว์พาหะต่างๆ เข้ามาในโรงสี การวางผังโรงสี พื้นที่เก็บวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์แยกจากกันชัดเจน และกันแยกเพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้าม เครื่องจักรที่ไม่ใช้น้ำออกไปจากอาคารผลิตเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือกควรอยู่นอกโรงสี มีการป้องกันสัตว์เลื้อยและสัตว์พาหะนำเชื้อ อาคารโรงสีข้าวมีพื้นที่เพียงพอและเหมาะสม พื้นที่เก็บข้าวเปลือก พื้นที่ขัดสี เครื่องมือเครื่องจักรเพียงพอและเหมาะสม สามารถทำความสะอาดได้ง่าย มีสิ่งอำนวยความสะดวกให้ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และถ่ายเทอากาศได้ดี หลอดไฟต้องมีฝาครอบ มีความเข้มแสงที่เหมาะสม สถานที่เก็บสารเคมีแยกเป็นสัดส่วน ห้องน้ำออกแบบอย่างถูกสุขลักษณะอยู่นอกโรงสี อุปกรณ์ล้างมือ อ่างล้างมือและทำให้มือแห้ง มีอุปกรณ์ที่ใช้บำรุงรักษาเครื่องจักร ทำความสะอาดเครื่องจักรที่เพียงพอ อุปกรณ์ควบคุมแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อที่เพียงพอและเหมาะสมมีระบบกำจัดฝุ่นที่ดีและเหมาะสม มีเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพข้าวที่เหมาะสม เช่น เครื่องวัดขนาดเมล็ดข้าว เครื่องวัดความขาว เครื่องวัดความมัน เงาม เครื่องวัดความชื้น

การรับซื้อข้าวเปลือกจากแหล่งที่มาที่ได้รับการรับรองมาตรฐานหรือปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าว (GAP) หรือทราบที่มาต้องมีเกณฑ์การรับซื้อ ตรวจสอบเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือก สอบเทียบเครื่องมือ เครื่องชั่ง เครื่องวัดความชื้นปีละครั้ง การลดความชื้นข้าวเปลือก



ความชื้นต่ำกว่า 15 % การเก็บข้าวเปลือกมีแผนจัดเก็บ และหมุนเวียนข้าวเปลือก ควบคุมตัวแปรที่สำคัญเช่นอุณหภูมิ และเวลาในการอบแห้งให้เหมาะสม การ กะเทาะเปลือก ปรับระยะห่างลูกกลิ้งให้เหมาะสม การขัดขาว ปรับระยะห่างแท่ง ยางกับหิน การขัดมัน ปรับปริมาณน้ำ ความดันให้เหมาะสมมีเกณฑ์พิจารณา น้ำที่ ใช้ในการขัดมันต้องมีคุณภาพดีได้ การบรรจุที่เป็นระบบปิด ป้องกันอันตรายต่างๆ ภาชนะบรรจุใหม่ สะอาด สอดเทียบเครื่องชั่ง และเครื่องบรรจุปีละครั้ง การเก็บ ผลิตภัณฑ์ข้าวสารจัดเรียงเป็นระเบียบ ป้องกันการปนเปื้อน ไม่เก็บผลิตภัณฑ์ ข้าวสารกับวัตถุดิบและสารเคมี ไม่วางบนพื้น การเก็บผลพลอยได้เช่นรำ แกลบ ต้องป้องกันไม่ให้ผลพลอยได้มาปนเปื้อนในข้าว ในการขนส่ง พาหนะที่ใช้ขนส่งต้อง สะอาด ปิดมิดชิด และป้องกันน้ำได้ การบันทึก ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการ การ รับซื้อข้าวเปลือก การคัดแยกคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าว การทำความสะอาด และการ บำรุงรักษา เกณฑ์ค่าคุณภาพที่ต้องควบคุม การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องจักร การสอบเทียบเครื่องมือ เครื่องจักร การวางแผนป้องกันกำจัดสัตว์พาหะนำเชื้อ การ จัดเก็บข้าวเปลือก ข้าวสาร ผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้ การขนส่งผลิตภัณฑ์ข้าว ประวัติ พนักงาน การฝึกอบรม และการตรวจสอบสุขภาพประจำปีการใช้ปัมลม และเครื่อง ดูดฝุ่นในการทำความสะอาด



### เอกสารอ้างอิง

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2553. การปฏิบัติที่ดี สำหรับโรงสีข้าว (Good Manufacturing Practices for rice mill).มกษ. 4403-2553.



## 7. หน่วยวิจัยเทคโนโลยีการบรรจุเพื่อรักษาคุณภาพข้าวหอมและข้าวแปรรูป

ดร.ณัฐดนัย หาญการสุจริต\*


ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร

การบรรจุอาหารมีบทบาทสำคัญในการรักษาคุณภาพของสินค้าก่อนการบริโภค ได้แก่ ระหว่างการเก็บรักษา การขนส่ง และกระบวนการจัดจำหน่าย ข้าวหอมของไทยมีกลิ่นหอมจากสารระเหยที่เป็นเอกลักษณ์ซึ่งอาจสูญเสียไปภายหลังกระบวนการผลิตจากปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอกต่างๆ เช่น แสง ความชื้น และแก๊สออกซิเจน ซึ่งเร่งการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของข้าวหอม การเลือกใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมจะช่วยถนอมรักษาคุณภาพข้าวหอมได้เป็นอย่างดี

ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีการบรรจุเพื่อรักษาคุณภาพของอาหาร เช่น การบรรจุในสภาพตัดแปรรบรรยากาศ ซึ่งในอุตสาหกรรมนิยมใช้การตัดแปรรองค์ประกอบของแก๊สภายในบรรจุภัณฑ์ เช่น การเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และ/หรือไนโตรเจนเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต การกำจัดออกซิเจนเพื่อยับยั้งการเกิดออกซิเดชันขององค์ประกอบอาหาร รวมถึงการบรรจุสุญญากาศเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของมอด และแมลง เป็นต้น รวมถึงการใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟที่มีการบรรจุสารระเหยต่างๆ จากสมุนไพรชาติลงในวัสดุบรรจุภัณฑ์ เพื่อเป็นสารต้านการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เช่น มอด แมลง ฯลฯ ทดแทนการใช้เทคโนโลยีการบรรจุในสภาพตัดแปรรบรรยากาศ หรือการใช้แก๊สในบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวแปรรูปมีความหลากหลายตามลักษณะกระบวนการแปรรูป และการบริโภคเช่น กระจ่าง ถั่ว ถั่ว และถั่ว สำหรับอาหารแช่เยือกแข็งที่สามารถอุ่นร้อนด้วยไมโครเวฟได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์แปรรูปส่วนใหญ่





ต้องการอายุการเก็บรักษายาวนาน จึงต้องใช้บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุที่มีความต้านทานการซึมผ่านของแก๊ส ไอน้ำ สารระเหย ฯลฯ ได้ดี ซึ่งจะช่วยรักษาคุณภาพของสินค้า นอกจากนี้หน่วยวิจัยฯ ยังมีการพัฒนาวัสดุสำหรับช่วยการอุ่นร้อนในไมโครเวฟเพื่ออำนวยความสะดวกในการบริโภค และเพิ่มความแปลกใหม่ให้แก่สินค้าอาหารแปรรูป

ความปลอดภัยของอาหารจากการบรรจุเป็นสิ่งสำคัญหนึ่งที่ผู้ผลิตควรให้ความสำคัญ การปนเปื้อนของสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของบรรจุภัณฑ์ที่ลงสู่อาหารภายหลังการบรรจุ อาจก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยในการบริโภคอาหารทั้งนี้ประเทศต่าง ๆ โดยเฉพาะสหภาพยุโรปมีการวางข้อกำหนดกฎหมายที่เข้มงวดเพื่อควบคุมปริมาณการปนเปื้อนของสารเคมี ที่เป็นองค์ประกอบของบรรจุภัณฑ์ลงสู่อาหาร โดยหน่วยวิจัยด้านวัสดุสัมผัสอาหารมีศักยภาพในการวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารเคมีจากวัสดุบรรจุภัณฑ์ลงสู่อาหาร หรือการเกิดไมเกรซิน เช่น สารเคมีตกค้างจากกระบวนการผลิตวัสดุสัมผัสอาหาร ประเภทกระดาษซีไอเคลือบแลกเกอร์จากสารเคลือบกระเบื้อง สารพลาสติกไซเซอร์จากพลาสติก ฯลฯ เพื่อให้ข้อมูลเบื้องต้นแก่ผู้ผลิตอาหาร ถึงแนวโน้มความเป็นไปตามข้อกำหนดกฎหมายต่าง ๆ

นอกจากนี้รูปลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์สินค้าอาหาร นับเป็นสิ่งสำคัญที่สื่อสารโดยตรงถึงผู้ซื้อสินค้า หน่วยวิจัยด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์มีการผลิตผลงานต้นแบบบรรจุภัณฑ์อาหารประเภทต่างๆ รวมถึงข้าวสารเพื่อเพิ่มศักยภาพเชิงการค้าของผลิตภัณฑ์ ทั้งด้านการออกแบบฉลาก และโครงสร้างให้มีความสวยงามและมีความโดดเด่นบนชั้นวางจำหน่าย เอกลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์จะช่วยส่งเสริมโอกาสทางการค้า และเพิ่มมูลค่าของสินค้าได้เป็นอย่างดี

## 8. การจัดการโลจิสติกส์เพื่อลดการสูญเสียความหอมของข้าวหอมมะลิในระหว่างการขนส่ง


ผศ.ดร.ปรารณา ปรารณานัติ และ ดร. อภิชญา ลีลาวณิชกุล\*  
ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

การขนส่งเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่สำคัญของการจัดการด้านโลจิสติกส์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งคุณภาพของข้าวหอมมะลิ และต้นทุนสินค้า การสูญเสียกลิ่นหอมหรือ 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) อาจเกิดขึ้นได้จากการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมในระหว่างการขนส่งข้าวหอมมะลิ โดยเฉพาะอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการจัดส่ง เช่นเดียวกับในระหว่างการเก็บรักษาข้าวหอมมะลิ แต่จากการศึกษาทบทวนเอกสารงานวิจัย พบว่ายังมีงานวิจัยที่ศึกษาในด้านนี้น้อย

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการรักษาคุณภาพความหอมของข้าวหอมมะลิมูลค่าเพิ่มตลอดห่วงโซ่อุปทานสู่ตลาดแบบยั่งยืน ซึ่งสนับสนุนโดย กรมส่งเสริมสหกรณ์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และดำเนินการโดย ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งนวัตกรรมข้าว และคณะอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการสำรวจรูปแบบการขนส่งข้าวหอมมะลิของสหกรณ์ต่าง ๆ จำนวน 14 แห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าแต่ละสหกรณ์มีรูปแบบการขนส่งที่ใช้มากกว่า 1 รูปแบบ โดยเลือกใช้ตามความเหมาะสมของปริมาณการซื้อ ระยะทางการขนส่ง และต้นทุน สหกรณ์ส่วนใหญ่ขนส่งสินค้าด้วยรถกระบะ รถหกล้อ รถสิบล้อ และรถสิบล้อพ่วง โดยมีการคลุมผ้าใบเพื่อกันแดด และฝน หากขนส่งโดยไม่คลุมผ้าใบ เป็นการขนส่งด้วยรถกระบะในระยะทางใกล้ ๆ การขนส่งด้วยรถกระบะ หรือรถหกล้อที่มีตู้ปิดมีสัดส่วนที่น้อย (เพียงประมาณร้อยละ 15) หลังจากลูกค้าสั่งซื้อข้าวแล้ว สหกรณ์จะใช้ระยะเวลาประมาณ 3-7 วันในการจัดส่งสินค้า โดยสหกรณ์บางแห่งจะมีการบริหารจัดการที่ดีเพื่อให้สามารถขนส่งสินค้าได้เต็มคันรถ ต้นทุนการขนส่งของแต่ละสหกรณ์มีความ







แตกต่างกัน ขึ้นกับระยะทางขนส่งและคำสั่งผลิตของลูกค้า และมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 0.88 – 1.63 บาทต่อกิโลกรัมข้าวสาร

ในการศึกษาการสูญเสียความหอม 2AP ของข้าวหอมมะลิระหว่างการขนส่งนี้ พิจารณาจากการขนส่งข้าวหอมมะลิบรรจุถุงของสหกรณ์ รูปแบบการขนส่งที่ศึกษามี 4 กรณีศึกษา แบ่งเป็นระบบปิด ซึ่งใช้รถกระบะมีตู้ปิดที่มีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 19–22 องศาเซลเซียส (กรณีศึกษาที่ 1 และ 2) และรถหกล้อมีตู้ปิดที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ แต่มีฉนวนกันความร้อนด้วยไม้ (กรณีศึกษาที่ 3) และระบบเปิด (กรณีศึกษาที่ 4) ดังตารางที่ 1 พบว่า อุณหภูมิและช่วงเวลาในการขนส่งมีผลต่อการสูญเสียกลิ่นหอม 2AP โดยการขนส่งที่มีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 19–22 องศาเซลเซียส และขนส่งในระยะทางที่ไกลกว่า มีการสูญเสียกลิ่นหอมประมาณร้อยละ 0.79 สามารถคงความหอมของข้าวได้ดีกว่า ทั้งการขนส่งด้วยรถหกล้อที่มีฉนวนกันความร้อนด้วยไม้ (สูญเสีย 2AP ร้อยละ 3.34) และการขนส่งด้วยรถสิบล้อฟ่วงคลุ่มผ้าใบ (สูญเสีย 2AP สูงถึงร้อยละ 18.07) ซึ่งขนส่งในระยะทางที่ไกลกว่า และใช้เวลาในการขนส่งนานกว่าถึง 3 เท่า เมื่อวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ พบว่า การขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิสามารถลดการสูญเสียกลิ่นหอม 2AP ได้ถึงร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบกับ การขนส่งด้วยรถสิบล้อฟ่วงคลุ่มผ้าใบ และลดการสูญเสียกลิ่นหอมได้ร้อยละ 57.3 –76.2 เมื่อเปรียบเทียบกับ การขนส่งด้วยรถหกล้อที่มีฉนวนกันความร้อนด้วยไม้

จากนั้นทำการศึกษาเปรียบเทียบตำแหน่งการวางถุงบรรจุข้าวสารต่อการสูญเสียกลิ่นหอม 2AP โดยวิเคราะห์จากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างการขนส่งด้วยรถหกล้อมีตู้ปิด (กรณีศึกษาที่ 3) และรถสิบล้อฟ่วงคลุ่มผ้าใบ (กรณีศึกษาที่ 4) ดังแสดงใน

ภาพที่ 4 และ ภาพที่ 5 ตามลำดับ พบว่า ข้าวสารที่วางในตำแหน่งบนสุดของรถมีการสูญเสียความหอม 2AP มากกว่าข้าวสารที่วางในตำแหน่งล่างสุดของรถ (ตารางที่ 1) เนื่องจากตำแหน่งบนสุดของรถได้รับความร้อนจากแสงแดดมากกว่า และมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากกว่าที่ตำแหน่งล่างสุดของรถ โดยตำแหน่งบนสุดของรถจะมีอุณหภูมิสูงในช่วงเวลากลางวัน และอุณหภูมิต่ำในช่วงเวลากลางคืน ขณะที่ข้าวที่วางในตำแหน่งล่างสุดของรถมีอุณหภูมิก่อนข้างคงที่กว่าข้าวที่วางในตำแหน่งบนสุดของรถ การขนส่งด้วยรถหกล้อมีตู้ปิดมีการสูญเสียกลิ่นหอมในระหว่างการขนส่งของข้าวที่วางในตำแหน่งล่างสุด และบนสุดของรถ ร้อยละ 1.86 และร้อยละ 3.34 ตามลำดับ ส่วนการขนส่งด้วยรถสิบล้อพ่วงคลุมผ้าใบมีการสูญเสียกลิ่นหอมในระหว่างการขนส่งของข้าวที่วางในตำแหน่งล่างสุด และบนสุดของรถ ร้อยละ 15.36 และร้อยละ 18.07 ตามลำดับ

การขนส่งด้วยรถที่ไม่มีควบคุมอุณหภูมิส่งผลให้อุณหภูมิของข้าวเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามสภาวะแวดล้อม โดยเฉพาะเมื่อมีการขนส่งในช่วงกลางวัน ข้าวมีอุณหภูมิสูงมาก ทำให้ข้าวกักเก็บความร้อนไว้มาก เกิดการสูญเสียกลิ่นหอมมาก ดังนั้นแนวทางลดการสูญเสียคุณภาพความหอมของข้าวหอมมะลิ ในระหว่างการขนส่งข้าวสารที่เป็นไปได้ คือ การรักษาอุณหภูมิของข้าวในระหว่างการขนส่งให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิต่ำ และถ้าใช้รถที่เป็นระบบเปิดควรขนส่งในช่วงกลางคืน หรือช่วงที่ไม่มีแดดจะเหมาะสมกว่า ถึงแม้ว่าการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิจะสามารถลดการสูญเสียกลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิได้ดี แต่ยังไม่เป็นที่นิยมใช้มากนัก เนื่องจากมีต้นทุนที่สูงกว่าการขนส่งระบบเปิด ทั้งนี้ ผู้ประกอบการควรวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อนตัดสินใจลงทุน การขนส่งด้วยรถที่มีฉนวนกันความร้อนเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดการสูญเสียกลิ่นหอมได้ดีและมีความเป็นไปได้ในการลงทุนสำหรับสหกรณ์หรือผู้ประกอบการขนาดเล็กหรือกลาง

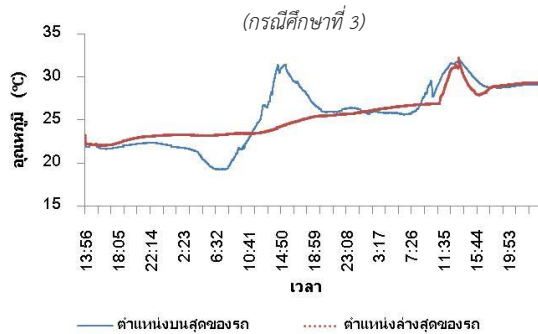


ตารางที่ 1 ผลการสูญเสียค่าความหอม 2AP ของข้าวหอมมะลิระหว่างการขนส่ง

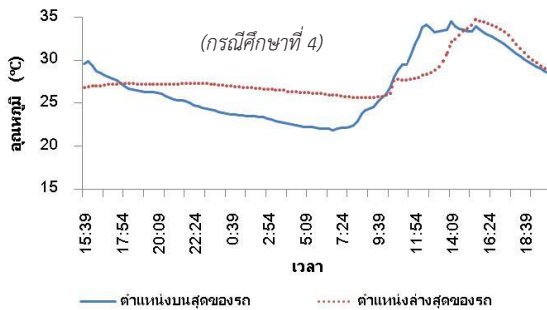
กรณี	รูปแบบการขนส่ง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ ช่วงขนส่ง (°C)	ต้นทาง/ ปลายทาง	ค่าเฉลี่ย ความหอม 2AP(pp m) <sup>2</sup>	%Loss
1	รถกระบะมีตู้ปิด (เก็บรักษาข้าว ที่อุณหภูมิต่ำ) <sup>1</sup>	460	7	19 – 22	ร้อยเอ็ด	4.00	
					กรุงเทพฯ	3.97	0.79%
2	รถกระบะมีตู้ปิด (เก็บรักษาข้าว ที่อุณหภูมิต่ำ) <sup>1</sup>	460	7	17 – 23	ร้อยเอ็ด	1.62	
					กรุงเทพฯ	1.53	5.50%
3	รถหกล้อมีตู้ปิด (มีฉนวนไม้)	1,300	29	18 – 35	ร้อยเอ็ด	4.34	
					นครศรีธรรม	บน 4.19	3.34%
					รมราช	ล่าง 4.26	1.86%
4	รถสิบล้อพ่วง คลุมผ้าใบ	1,130	27.5	18 – 35	นครราชสีมา	1.72	
					มา	บน 1.41	18.07%
					ตรัง	ล่าง 1.45	15.36%

หมายเหตุ <sup>1</sup> การเก็บรักษาข้าวที่อุณหภูมิต่ำ เป็นการขนส่งโดยวางข้าวสารบรรจุถุงในส่วนห้องพนักงงาน  
ขับรถ เพื่อสร้างสภาวะการเก็บรักษาข้าวที่มีอุณหภูมิต่ำ

<sup>2</sup> บน หมายถึง การวางข้าวสารบรรจุถุงที่ตำแหน่งบนสุดของรถ และล่าง หมายถึง การวาง  
ข้าวสารบรรจุถุงที่ตำแหน่งล่างสุดของรถ



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของการขนส่งจากร้อยเอ็ด-นครศรีธรรมราช




ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของการขนส่งจากนครราชสีมา-ตรัง



## 9. ตลาดข้าวหอมมะลิของไทย

ผศ.ดร. ปรรรณนา ปรรรณนาดี และ ดร. อภิขญา สีลาวณิชกุล\*  
ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

ผลผลิตข้าวไทยมีประมาณ 32-36 ล้านตันข้าวเปลือกต่อปี แบ่งเป็นการผลิตข้าวนาปี 75 % และข้าวนาปรัง 25 % ซึ่งการผลิตข้าวนาปรังมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากมีมูลค่าไม่สูงมากนัก ในส่วนของข้าวนาปีแบ่งเป็นข้าวเจ้า 11 ล้านตันข้าวเปลือกข้าวหอมมะลิ 8 ล้านตันข้าวเปลือกหรือคิดเป็น 4 ล้านตันข้าวสาร และข้าวเหนียว 7.6 ล้านตันข้าวเปลือกโดยข้าวแต่ละประเภทมีการบริหารจัดการและกลไกตลาดที่แตกต่างกัน ในภาพรวมประเทศไทยมีสัดส่วนในการบริโภคข้าวประมาณ 10 ล้านตัน เป็นการบริโภคข้าวหอมมะลิประมาณ 2 ล้านตันข้าวสาร ทำให้มีข้าวสารสำหรับส่งออกในปริมาณเฉลี่ยถึง 10 ล้านตันต่อปี แบ่งเป็นข้าวหอมมะลิ 1.38-2 ล้านตันต่อปี ประเทศผู้ส่งออกสำคัญของโลกได้แก่อินเดีย เวียดนาม และไทย ในตลาดการค้าข้าวโลก คู่แข่งขันข้าวไทยมีเพิ่มมากขึ้นในทุกระดับตลาดการค้าข้าว ไม่ว่าจะเป็นการแข่งขันด้านราคาหรือคุณภาพ รูปแบบทางการตลาดของสินค้าข้าวมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวและตามลักษณะของตลาด โดยตลาดค้าข้าวโลกของไทยสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ ตลาดข้าวระดับพรีเมียม ตลาดข้าวสารเจ้า 5 % และ 25 % และตลาดข้าวหนึ่ง ในตลาดข้าวระดับพรีเมียม ได้แก่ ข้าวหอมมะลิและข้าวบาสมати เป็นข้าวคุณภาพหรือข้าวพรีเมียมที่มีความจำเพาะและเป็นที่ต้องการในกลุ่มผู้ที่มีกำลังซื้อสูง มีแนวโน้มการเคลื่อนไหวของราคาค่อนข้างมีเสถียรภาพ เนื่องจากความจำกัดของพื้นที่ปลูกและอุปสงค์หรือความต้องการบริโภคข้าวคุณภาพมีความยืดหยุ่นต่อรายได้เป็นบวกสำหรับข้าวสารเจ้าทั่วไป เช่น ข้าว U.S. Long grain ข้าวสารเจ้า 5 % และ 25 %



เป็นข้าวที่ส่งออกไปในตลาดทั่วไป มีระบบการผลิตแบบ mass production ซึ่งข้าวสารเจ้าในกลุ่มนี้จะมีราคาแตกต่างกันตามแหล่งผลิตและตามเกรดของข้าว ทำให้มีการแข่งขันสูงในตลาดทั้งในและต่างประเทศ ส่วนตลาดข้าวหนึ่งเป็นตลาดข้าวในแถบภูมิภาคแอฟริกาและบางส่วนของภูมิภาคตะวันออกกลางและตลาดข้าวเหนียวมีปริมาณการบริโภคในประเทศเป็นส่วนมาก ทำให้มีการส่งออกใบปริมาณที่ไม่มากนัก

เมื่อมองถึงตลาดข้าวหอมมะลิ การส่งออกข้าวหอมมีการแบ่งเกรดตั้งแต่ข้าวหอม 100 % เกรด A ไปจนถึงปลายข้าวหอม A เลิศ และข้าวหอมแบบบรรจุถุงขนาดเล็ก ค่อนข้างมีศักยภาพในการส่งออกข้าวคุณภาพ และมีมาตรฐานรองรับแต่ยังขาดความชัดเจนในการสร้างความสามารถในการแข่งขัน รวมถึงในปัจจุบันความจำเพาะของแหล่งผลิตของไทยกำลังจะหดหายไป เนื่องจากมีต้นทุนการปลูกที่สูงกว่าประเทศคู่แข่ง และมีแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิแหล่งใหม่ ทั้งในกัมพูชา และเวียดนาม ซึ่งสามารถทดแทนกับข้าวหอมมะลิของไทยได้ และยังมีระดับราคาในตลาดส่งออกที่ถูกกว่าราคาข้าวหอมมะลิจากประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 2 ความแตกต่างระหว่างราคาข้าวหอมของไทยกับราคาข้าวของประเทศคู่แข่งยังมีมากขึ้นเท่าไร ตลาดส่งออกมีความยืดหยุ่นต่อราคาสูงและการส่งออกข้าวหอมของไทยไปในตลาดการค้าข้าวโลกจะสูญเสียส่วนแบ่งการตลาดจากประเทศคู่แข่งมากขึ้น ส่งผลให้ประเทศไทยต้องมองหากลยุทธ์ศาสตร์ทางการตลาด ความแตกต่างของคุณภาพสินค้า แนวทางการขยายตลาดส่งออก สามารถคงความเป็นเอกลักษณ์ข้าว หอมมะลิไทย และยกระดับคุณภาพของสินค้าข้าวหอมมะลิสู่ระดับสากลได้



## ตารางที่ 2 ราคาข้าวหอม (มะลิ) ในประเทศและต่างประเทศ

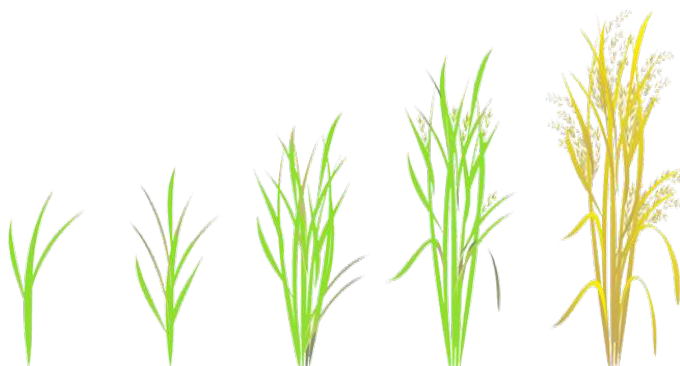
	ราคาขายส่งในประเทศ (บาท/100กก)	ราคาส่งออก F.O.B (\$US/MT)
ข้าวหอมมะลิ (ไทย)	2,340-3,300	950-1,075
ข้าวหอมปทุมธานี	1,830-1,910	600-640
ข้าวหอม (เวียดนาม)		450-620
ข้าวหอม (กัมพูชา)		820-850
ข้าวบาสมาดิ		1,525

แหล่งที่มา: กรมการค้าภายใน และ สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย

ในอีกมิติหนึ่งของยุคการค้าเสรี การสร้างศักยภาพทางการแข่งขันในตลาด ไม่ว่าจะเป็ตลาดในประเทศ หรือต่างประเทศ โดยการสร้างมูลค่า และคุณค่าเพิ่ม ให้แก่ข้าวหอมมะลิตลอดโซ่อุปทาน จากการใช้พื้นที่การผลิตเท่าเดิมแต่สามารถสร้างรายได้เพิ่มจากคุณค่า และมูลค่าของ ข้าวหอมมะลิได้อย่างยั่งยืน ในการสร้างคุณค่าจากต้นน้ำสู่ปลายน้ำมีความจำเป็นที่จะต้องเริ่มสร้างความเข้มแข็ง ตั้งแต่ต้นน้ำให้เกิดการรวมตัวกัน (zoning หรือ networking) ของเกษตรกร โดยใช้หลักของการจัดการเชิงคุณค่า และมีกลไกรับรองคุณค่า มีช่องทางในการกระจายสินค้าที่เป็นธรรมและสามารถขยายช่องทางการตลาดได้มากขึ้น เพื่อช่วยให้เกิดการลดต้นทุน การใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการจัดการโซ่อุปทานที่ช่วยลดการสูญเสียความหอมหรือคุณภาพของข้าวหอมมะลิ และเกิดอำนาจในการต่อรองทางการค้าควบคู่ไปกับการสร้างคุณค่ามาตรฐาน ความปลอดภัย และความเชื่อถือในผลิตภัณฑ์ โดยแบ่งระดับของมาตรฐานได้ 2 ระดับ ได้แก่ มาตรฐานไทย (เช่น มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารของข้าวหอมมะลิ, มาตรฐานระบบ (เช่น GAP,



Organic Thailand, GMP เป็นต้น, มาตรฐานชุมชน) และมาตรฐานสากล (เช่น มาตรฐาน IFOAM, USDA ORGANIC, PGI) อีกส่วนหนึ่งของการสร้างมูลค่า และคุณค่าจากการใช้เทคโนโลยี นวัตกรรม และความคิดเพื่อเพิ่มมูลค่าในห่วงโซ่อุปทาน หรือที่เรียกว่า Knowledge-based economy เพื่อสร้างนวัตกรรม และจำเพาะในคุณค่าของสินค้า (niche product) และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ เช่น ข้าวหอมที่มีองค์ประกอบทางโภชนาการสูง ข้าวหอมอินทรีรี่ สำหรับกลุ่มคนรักสุขภาพ การจัดส่งอาหารพร้อมปรุง (ready-to-cook) ในธุรกิจบริการสำหรับกลุ่มคนที่ต้องการความสะดวก ข้าวหอมมะลิที่สามารถคงความหอมได้นาน หรือการนำไปแปรรูปในกลุ่มอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ไม่เพียงเท่านั้นยังต้องให้สามารถมีประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม และที่สำคัญคือ สามารถขายในตลาด หรือสร้างช่องทางตลาดใหม่ได้ รวมถึงสามารถผูกโยงการผลิตให้เข้ากับแรงขับเคลื่อนทางการตลาดอย่างเป็นธรรมชาติ และมีประสิทธิภาพ





## 10. เทคโนโลยีคงความหอม

รศ.ดร. วราภรณ์ บุญทรัพย์ทิพย์\*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

เทคโนโลยีคงความหอมเป็นเทคโนโลยีใหม่เพื่อรักษากลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิให้คงอยู่ได้นานในเมล็ดข้าวสารในระหว่างการเก็บรักษา และไม่สูญเสียกลิ่นหอมไปในระหว่างกระบวนการแปรรูป โดยต้องเริ่มจากการเลือกวัตถุดิบข้าวที่มีความหอมสูงตามธรรมชาติก่อน แล้วจึงผ่านเทคนิคการเก็บกักสารหอมตามธรรมชาตินั้นไว้ในชั้นเอนโดสเปิร์มของเมล็ดข้าว ซึ่งจะช่วยป้องกันการสูญเสียเนื่องจากการระเหยในระหว่างกระบวนการขัดสี การเก็บรักษาและกระบวนการแปรรูป ทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายยังคงความหอมของข้าวหอมมะลิไว้ได้ โดยการกักเก็บสารหอมไว้ในชั้นเอนโดสเปิร์มของเมล็ดข้าวนี้ ทำให้กลิ่นหอมสูญเสียไปในระหว่างกระบวนการแปรรูปได้ยากขึ้น ผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิพร้อมรับประทาน จึงมีความหอมสูง





## 11. การแปรรูปข้าวหอมมะลิ

ศ.ดร. อรอนงค์ นัยวิกุล, ผศ.ดร. ธนะบุลย์ สัจจานันตกุล, รศ.ดร. ลีรี ชัยเสรี,  
ผศ.ดร. วรณีย์ จิรภาคย์กุล, ผศ.ดร. ประรณดา ประรณาดิ, ดร. เขียวภา หล่อเจริญผล,  
ดร. อภิขญา สีสาวณิกกุล, รศ.ดร. วราภรณ์ บุญทรัพย์ทิพย์\*  
คณะอุตสาหกรรมเกษตร

ข้าวหอมมะลิแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการส่งจำหน่ายทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ โดยใช้พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ข้าวเก่า เป็นวัตถุดิบหลัก (ข้าวเต็มเมล็ด) ในการแปรรูปให้ได้ข้าวหอมมะลิพร้อมรับประทาน แบบบรรจุกระป๋อง ข้าวแช่เย็น และข้าวแช่เยือกแข็ง ซึ่งจากการสำรวจผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด พบว่า ข้าวหอมมะลิพร้อมรับประทานแบบบรรจุกระป๋อง เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหอมของข้าวน้อยที่สุด ส่วนการแปรรูปเป็นข้าวสุกแช่เยือกแข็งมีกลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิดี ที่สุด แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า โรงงานแปรรูปข้าวสุกนี้มักใช้วัตถุดิบข้าวหอมมะลิที่มีค่า 2AP ต่ำมาก (ประมาณ 1.1 – 1.3 ppm d.b.) จึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปเป็นข้าวสุกแล้วมีความหอมต่ำลงไปด้วย ดังนั้น ถ้าเปลี่ยนมาใช้วัตถุดิบข้าวจากแหล่งที่มีค่า 2AP สูง เช่น 4 – 6 ppm d.b. น่าจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวสุกที่มีความหอมสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การพัฒนากระบวนการแปรรูปที่สามารถคงรักษาความหอมของข้าวหอมมะลิไว้ได้นั้น ก็เป็นสิ่งสำคัญที่ควรทำการศึกษาต่อไป งานศึกษาด้านกลิ่นหอมของข้าวหุงสุกยังมีน้อยมาก งานวิจัยที่น่าสนใจชิ้นหนึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงของกลิ่นในข้าวหอมมะลิขณะหุงต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส กลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อใช้ระยะเวลาในการหุงต้มนานขึ้น (Yoshihashi, 2002) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การแปรรูปข้าวหอมมะลิควรใช้เวลาในการหุงให้น้อยที่สุด ช่วยลดการสูญเสียกลิ่นระหว่างการให้ความร้อนขณะหุงได้



## เอกสารอ้างอิง

Yoshihashi, T. 2002. Quantitative analysis on 2-acetyl-1-pyrroline of an aromatic rice by stable isotope dilution method and model studies on its formation during cooking. Journal of Food Science. 67(2): 619-622.

# 11.1 การแปรรูปข้าวพร้อมรับประทานบรรจุใน ภาชนะปิดสนิท

ผศ. ดร. สิริชัย ส่งเสริมพงษ์ \*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการอาหารพร้อมรับประทานที่สามารถรับประทานได้ง่าย สะดวก สบาย มีคุณค่าโภชนาการครบถ้วน และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องปกติที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ได้อย่างน้อย 1-3 ปี เพื่อเป็นเสบียงยามเกิดภัยพิบัติสำหรับไว้รับประทานยามหิว หรือสถานที่ที่ไม่สามารถหุงหาอาหารได้ เช่น กองทัพนำไปกินในสนามรบ เป็นต้น หรือเพื่อการส่งออกไปยังต่างประเทศทั่วโลก ทำให้อุตสาหกรรมอาหารผลิตข้าว และกับข้าวพร้อมรับประทานบรรจุกระป๋อง บรรจุถุงแพคเกจ บรรจุถาด และบรรจุถ้วยออกมาจำหน่ายมากมาย ซึ่งอาศัยเทคโนโลยีการให้ความร้อนข้าวสุก หรือข้าวเกือบสุกในภาชนะปิดสนิทด้วยรีโอร์ต หรือหม้อนึ่งความดัน โดยใช้ไอน้ำ หรือใช้น้ำร้อนท่วม หรือใช้วิธีสเปรย์น้ำร้อน หรือใช้เทคโนโลยีการผลิตในระบบปลอดเชื้อ หรือใช้ไมโครเวฟในการสเตอริไลซ์ ซึ่งจะได้นำเสนอรายละเอียดของแต่ละกระบวนการ จากการสืบค้นสิทธิบัตร และอนุสิทธิบัตร โดยใช้คำค้นว่า ข้าวสำเร็จรูป และข้าวพร้อมรับประทานพบสิทธิบัตร กรรมวิธีการผลิตข้าวสำเร็จรูปพร้อมรับประทานบรรจุในภาชนะปิดสนิท กระบวนการผลิตข้าวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง (canned white rice) ในระดับ



อุตสาหกรรม กรรมวิธีการผลิตข้าวสำเร็จรูปพร้อมรับประทานบรรจุในภาชนะปิดสนิท โดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ และกรรมวิธีการผลิตข้าวพร้อมรับประทานโดยวิธีการนึ่งและฆ่าเชื้อแบบหมุน และยังคงอยู่ในชั้นประกาศโฆษณาและรอการตรวจสอบอีก 5 เรื่อง รวมทั้งหมด 9 เรื่องในประเทศไทย

## 11.2 กรรมวิธีการผลิตข้าวสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน ในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิททนความร้อน

ผศ. ดร. สิริชัย ส่งเสริมพงษ์ \*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

กระบวนการผลิตนี้เริ่มต้นจากทำความสะอาดข้าวสาร ใส่น้ำในปริมาณที่เหมาะสม หุงให้สุก แล้วลดความชื้นโดยการผึ่งข้าว บรรจุลงภาชนะ ไล่อากาศออก และปิดผนึกภาชนะบรรจุ ถ้าเป็นกระป๋องใช้วิธีปิดผนึกกระป๋อง ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำสำหรับกระป๋องในช่วงอุณหภูมิ 116 -121 องศาเซลเซียสในเวลาที่เหมาะสม เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และสปอร์ของคลอสทริเดียมบอ툴ินัม ทำให้เย็น และทำให้กระป๋องแห้ง ถ้าเป็นถุงแพซใช้เครื่องปิดผนึกถุงแบบสายพาน หรือ แบบปิดผนึกสุญญากาศ ถ้าเป็นถาดหรือถ้วยใช้เครื่องปิดผนึกถาด หรือถ้วยให้ความร้อนด้วยรีทอร์ตแบบใช้น้ำร้อนท่วม หรือเสปรย์

โดยทั่วไปจะบรรจุในบรรจุภัณฑ์ปริมาณ 150 กรัม สำหรับผู้บริโภคคนเดียว หรือ 300 กรัม สำหรับผู้บริโภคสองคน หรือคนที่กินจุ ไม่นิยมผลิตปริมาณมากกว่านี้ เนื่องจากการให้ความร้อนใช้เวลานานมาก ทำให้เมล็ดข้าวมีสีเหลือง





อ่อนบริเวณขอบกระป๋อง หรือทั้งกระป๋อง เนื่องจากความร้อนทำให้เกิดปฏิกิริยา  
การเกิดสีน้ำตาล กระบวนการให้ความร้อนใช้น้ำให้ความร้อนแก่กระป๋อง โดย  
การพาความร้อน จากนั้นกระป๋องเกิดการนำความร้อนสู่ด้านในกระป๋อง แล้วนำ  
ความร้อนในข้าวสุกจนกระทั่งใจกลางกระป๋องได้รับความร้อนเพียงพอ ดังนั้น  
กระบวนการให้ความร้อนในระดับสเตอริไลซ์ ถือว่ารุนแรงเนื่องจากต้องทำลาย  
สปอร์ของแบคทีเรียชื่อ คลอสทริเดียม บอ툴ินัม โดยมีค่า  $F_0$  มากกว่า 4 นาที จึง  
จะปลอดภัย ส่วนการให้ความร้อนในบรรจุภัณฑ์แบบเพาซ์ หรือถาด หรือถ้วยจะ  
ใช้อุปกรณ์ในการให้ความร้อนอีกชนิดได้แก่ รีทอร์ตแบบใช้น้ำร้อนท่วม หรือแบบ  
สเปรย์ และถาดมีแบบหมุ่น และไม่หมุ่น ระบบนี้จะให้ความร้อนในระยะเวลาที่สั้น  
กว่าเนื่องจากรูปร่างของภาชนะแบนทำให้ความร้อนถ่ายเทในระยะเวลาที่สั้น  
มากกว่า การควบคุมความดันนอกถาด หรือถุงสูงกว่าด้านใน เพื่อป้องกันการ  
ระเบิด หรือแตกรั่วของบรรจุภัณฑ์ และในการลดความดันช่วงทำเย็นจะต้องค่อยๆ  
ลดความดันลงไม่ให้ถุงแตกเช่นกัน การออกแบบระบบควบคุมความดัน จึงจำเป็น  
มาก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีส้มสวยกว่าแบบบรรจุกระป๋อง คุณภาพด้านอื่น ๆ เช่น  
กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสดีกว่า



## 11.3 กรรมวิธีการผลิตข้าวพร้อมรับประทานโดย วิธีการนึ่งและฆ่าเชื้อแบบหมუნ

ผศ. ดร. สิริชัย ส่งเสริมพงษ์ \*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

กรรมวิธีการผลิตข้าวพร้อมรับประทาน โดยวิธีการนึ่ง และฆ่าเชื้อแบบหมუნ เป็นข้าวพร้อมรับประทาน ซึ่งมีลักษณะเป็นข้าวสุกเมล็ดสวยเรียงติดกัน มีขั้นตอนดังนี้ การทำความสะอาดข้าวสาร จากนั้นนำไปบรรจุลงในถ้วยพลาสติกหรือกระป๋อง แล้วเติมน้ำ หรือน้ำปรุงรส จากนั้นปิดผนึกบรรจุภัณฑ์ นำไปผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 116-121 องศาเซลเซียสในเวลาที่เหมาะสม เพื่อเป็นการนึ่งสุกพร้อมฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ หรือน้ำร้อนในหม้อฆ่าเชื้อแบบหมუნ เมื่อครบเวลา และอุณหภูมิตามที่กำหนด ทำให้ผลิตภัณฑ์เย็นลงอย่างรวดเร็วเหลือที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แล้วนำผลิตภัณฑ์ไปผึ่งก่อนเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องที่ 30 องศาเซลเซียส

เทคนิคนี้ดีตรงที่ข้าวกับน้ำอยู่ในกระป๋องได้รับความร้อนด้วยไอน้ำ การถ่ายเทความร้อนจะเร็วเพราะเป็นการพาความร้อนจากไอน้ำสู่กระป๋อง นำความร้อนในตัวกระป๋อง และพาความร้อนจากตัวกระป๋องสู่น้ำ และข้าว ช่วงนี้เกิดการถ่ายเทความร้อนเร็ว ต่อมาเมื่อข้าวตูดน้ำอึดตัว ข้าวพองฟูขึ้นจนเกาะติดกัน การถ่ายเทความร้อนเป็นการนำความร้อน การถ่ายเทความร้อนช่วงนี้ช้าลง โดยรวมแล้วเวลาในการให้ความร้อนลดลงหนึ่งในสี่ คุณภาพดีขึ้นในด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ข้าวไม่เกาะติดกันมาก



## 11.4 การผลิตข้าวสำเร็จรูปพร้อมรับประทานบรรจุ ในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทโดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ

ผศ. ดร. สิริชัย ส่งเสริมพงษ์ \*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีการผลิตข้าวสำเร็จรูปพร้อมรับประทานบรรจุในภาชนะปิดสนิทโดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ ที่ประกอบด้วย ขั้นตอน การทำความสะอาดข้าวสารในห้องสะอาด (clean room) การบรรจุข้าวสารลงในบรรจุภัณฑ์ การเติมน้ำลงในบรรจุภัณฑ์ การเติมสารทรีฮาโลส (trehalose) และ สารซอร์บิทอล (sorbitol) การหุงสุกข้าวสารในสภาวะปลอดเชื้อ โดยมีระยะเวลาที่ใช้เพื่อทำลายจุลินทรีย์ หรือสปอร์ โดยมีค่า  $F_0$  เท่ากับ 4-5 นาที นำข้าวสุกปลอดเชื้อมายังห้องปลอดเชื้อ (sterile room) บรรจุข้าวสุกปลอดเชื้อลงในบรรจุภัณฑ์ที่ปลอดเชื้อ ปิดผนึกบรรจุภัณฑ์ด้วยระบบสุญญากาศ นำผลิตภัณฑ์มายังห้องสะอาด (clean room) ทำให้เย็นตัวลงด้วยน้ำและเป่าแห้ง ทั้งนี้ การผลิตข้าวสำเร็จรูปพร้อมรับประทานในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทโดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อตามกรรมวิธีดังกล่าว เมล็ดข้าวได้รับความร้อนเพียง 1 ครั้ง ในขั้นตอนการหุงสุกข้าวสารในสภาวะปลอดเชื้อ ส่งผลให้เมล็ดข้าวสุกไม่บาน แฉก มีความร่วน ไม่เกาะ หรือเกาะติดกัน นอกจากนี้ ยังสามารถผลิตข้าวหมกไก่ ข้าวมันไก่ ข้าวขาหมู และข้าวรวมกับกับข้าวได้ ซึ่งเหนือกว่าวิธีอื่น ๆ แต่ต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการปนเปื้อน

## 11.5 การผลิตข้าวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋องในระดับ

### อุตสาหกรรม

ผศ. ดร. สิริชัย ส่งเสริมพงษ์ \*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

ความแตกต่างอยู่ที่ใช้ข้าวสารแช่น้ำ แล้วนึ่ง หรือต้มในน้ำร้อนให้เกือบสุก แล้วบรรจุลงกระป๋อง ผ่านรางไล่อากาศ ปิดฝา แล้วนำไปเข้ารีทอร์ท ให้ข้าวสุกในกระป๋อง และฆ่าเชื้อไปพร้อมกัน ข้อดีของวิธีนี้คือ ข้าวจะขาวกว่า และร่วนกว่า แต่ข้อเสียคือ ข้าวจะแข็งตัวเร็วกว่า

สำหรับข้าวหอมมะลิซึ่งมีสารให้ความหอม 2AP อยู่ในปริมาณ 2-3 พีพีเอ็ม และสารนี้ไวต่อความร้อน เพียงอุณหภูมิในโรงเก็บร้อนมาก ๆ สารนี้ยังระเหยออกจากเมล็ดข้าว การจะรักษาสารให้ความหอมยังคงอยู่ในเมล็ดข้าวเมื่อได้รับความร้อนถึง 116-121 องศาเซลเซียส ในเวลา 20-40 นาทีนั้นจึงยากมากจำเป็นต้องมีเทคนิคพิเศษที่จะทำให้สารให้ความหอมอยู่ในเมล็ดข้าว และอยู่ในแคปซูลห่อหุ้มกันความร้อน และรักษากลิ่นไว้ให้ได้





## 11.6 การแปรรูปข้าวพร้อมรับประทานแช่เย็น

ผศ. ดร. สิริชัย ส่งเสริมพงษ์ \*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการอาหารพร้อมรับประทานที่สามารถรับประทานได้ง่าย สะดวก สบาย มีคุณค่าโภชนาการครบถ้วน และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเย็น 4 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บประมาณหนึ่งสัปดาห์ เมื่อจะรับประทานสามารถนำไปอุ่นในเตาไมโครเวฟ ทำให้อุตสาหกรรมอาหารผลิตข้าวและกับข้าวพร้อมรับประทานบรรจุถ้วย หรือถาดพลาสติกออกมาจำหน่ายมากมาย ซึ่งอาศัยเทคโนโลยีการให้ความร้อนข้าวสุกในบรรจุภัณฑ์ หรือหุงข้าวแล้วบรรจุข้าวสุกในถ้วย หรือถาด แล้วปิดผนึกฝาและถั่วยเข้าด้วยกัน จากนั้นนำไปผ่านความร้อนระดับพาสเจอร์ไรซ์ ประมาณ 80-90 องศาเซลเซียสแล้วทำให้เย็นทันที จากนั้นเก็บในตู้เย็น เทคโนโลยี cook –chill เป็นเทคโนโลยีที่ง่ายสะดวก ผลิตรถยนต์มีคุณภาพใกล้เคียงข้าวหุงสุกใหม่ คุณภาพดีกว่าข้าวพร้อมรับประทานบรรจุกระป๋อง หรือในภาชนะปิดสนิท แต่ข้อเสียคือ อายุการเก็บรักษาสั้นในห้องเย็น เก็บได้ไม่กี่วันหนึ่งสัปดาห์

ผศ.ดร.สิริชัย ส่งเสริมพงษ์ และนายธรรมณู อักษรศรีได้พัฒนาเทคโนโลยีไมโครเวฟในการพาสเจอร์ไรซ์ข้าวหอมมะลิพร้อมรับประทานบรรจุถ้วย และถาด ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติก ทำจากวัสดุพอลิพรอพิลีน สามารถยืดอายุข้าวสุกพร้อมรับประทานให้สามารถเก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้นานหนึ่งเดือน คาดหวังว่าการใช้เทคโนโลยีไมโครเวฟในการพาสเจอร์ไรซ์ร่วมกับการเก็บกลิ่นหอมในไมโครแคปซูลในเมล็ดข้าวสารจะคงรักษากลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิพร้อมรับประทานไว้ได้



## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ กรมส่งเสริมสหกรณ์ ในการให้ความร่วมมือและทุนสนับสนุน การดำเนินงานวิจัย ภายใต้โครงการ “พัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการรักษาคุณภาพความ หอมของข้าวหอมมะลิมูลค่าเพิ่มตลอดห่วงโซ่อุปทานสู่ตลาดแบบยั่งยืน” และ ขอขอบคุณกลุ่มสหกรณ์ภายใต้กรมส่งเสริมสหกรณ์ ตลอดจนเกษตรกรชาวนา ทุกท่าน ที่ให้การอุปถัมภ์ และให้ข้อมูลในการดำเนินโครงการวิจัย จนสำเร็จลุล่วง ตามวัตถุประสงค์ ได้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวมและประเทศชาติ ต่อไป และขอขอบคุณ เว็บไซต์ <http://www.freepik.com/> สำหรับรูปภาพประกอบ การ บรรยายในหนังสือเล่มนี้





## คณาจารย์และนักวิจัย



ศ.ดร. อรอนงค์ นัยวิกุล  
อีเมล : fagionn@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2562-5023



รศ.ดร.วราภรณ์ บุญทรัพย์ทิพย์  
อีเมล : fagiwpb@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2562-5042



รศ.ดร.สิรี ชัยเสรี  
อีเมล : fagisrc@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2562-5002



ผศ.ดร.ธนะบุลย์ สัจจาอนันตกุล  
อีเมล : fagitbs@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2562-5039



รศ.ดร.ธงชัย สุวรรณลิขมน  
อีเมล : fagitcs@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2562-5004



ผศ.ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย  
อีเมล : agrtns@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2579-3130



ผศ.ดร.วรรณิ จิรภาคย์กุล  
อีเมล : fagiwnc@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2562-5028



ผศ.ดร.ปรารธนา ปรารธนาดี  
อีเมล : fagiptp@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2562-5094



ผศ.ดร.สิริชัย ส่งเสริมพงษ์  
อีเมลล์ : fagisrsp@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2562-5024



ผศ.ดร.สุดสาย ตริวานิช  
อีเมลล์ : fagisstn@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2562-5030



ดร.เยาวภา หล่อเจริญผล  
อีเมลล์ : fagiyp@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2562-5020



ดร.ณัฐนัย หาญการสุจริต  
อีเมลล์ : faginnh@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2562-5045 ต่อ  
5704



ดร.ดาร์งวุฒิ อ่อนวิมล  
อีเมลล์ : fagrtho@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0-2579-3130



ดร.อภิขญา สีสาวณิกกุล  
อีเมลล์ : fagiayl@ku.ac.th  
โทรศัพท์ : 0 -2562-5000





## ผู้รับผิดชอบโครงการ

### สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก.

รศ.ดร.ธงชัย สุวรรณสิขณน์

ผู้อำนวยการ

น.ส.สุพรรณนิจ พลเสน

ฝ่ายประสานงานวิจัยและประเมินผล

น.ส.อรุญา ศรีอนันต์

ฝ่ายประสานงานวิจัยและประเมินผล

### คณะอุตสาหกรรมเกษตร

ศ.ดร.อรอนงค์ นัยวิกุล

รศ.ดร.วราภรณ์ บุญทรัพย์ทิพย์





# ข้าวหอมมะลิ ห้อมหอม

“คงความหอมข้าวหอมมะลิไทยตลอดห่วงโซ่”

## FARM-TO-FORK

**KURDI**  
Kasart University  
Research and Development Institute

จัดทำโดย  
สถาบันวิจัยและพัฒนา  
แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ISBN : 978-616-278-351-7