



รายงานการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเพื่อการอุตสาหกรรมขนาดย่อม (SMEs):
กรณีข้าวแผ่น

Study on the Potential of Rice Product Development for Small and Medium Enterprises
(SMEs): Rice Paper

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ
ผศ. ดร. อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์
คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ผู้ร่วมวิจัย
ผศ.ดร.บุญมี ศิริ
คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
หมวดการเงินรายได้ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ประจำปี พ. ศ. 2546

ISBN 974-523005-7



A Research Report

**Study on the Potential of Rice Product Development for Small and Medium Enterprises
(SMEs): Rice Paper**

Researchers

Head of Project

Assist. Prof. Dr. Ariyaporn Pongrat
Faculty of Agriculture
Ubon Ratchathani University

Co-researcher

Assist. Prof. Dr. Boonmee Siri
Faculty of Agriculture
Khon Kaen University

This research was financially supported by the Ubon Ratchathani University
in the fiscal year, 2003
ISBN 974-523005-7

รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเพื่อการอุตสาหกรรม
ขนาดย่อม (SMEs): กรณีข้าวแค้น
หัวหน้าโครงการวิจัย ผศ. ดร. อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์
ผู้ร่วมโครงการวิจัย ผศ. ดร. บุญมี สิริ
หน่วยงานที่รับผิดชอบ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คำสำคัญ ข้าวแค้น การแปรรูปข้าว อะไมโลส อะไมโลเพคติน

บทคัดย่อ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตข้าวแค้นเพื่อการอุตสาหกรรมขนาดย่อมใน 5 จังหวัด คือ จังหวัดหนองคาย อุดรธานี สกลนคร มุกดาหาร และอุบลราชธานี พบว่า แหล่งการผลิตข้าวแค้นในเชิงทางการค้ามีมากที่สุดที่จังหวัดหนองคาย คือ ที่บ้านสามัคคี บ้านศรีเชียงใหม่ อ. ศรีเชียงใหม่ และ บ้านท่าบ่อ อ. ท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย ซึ่งมีลักษณะการผลิตเป็นการแบบอุตสาหกรรมในครัวเรือน มีจำนวนผู้ผลิตลดลง และเปลี่ยนจากผู้ผลิตที่เป็นคนเวียงคนามมาเป็นคนไทยแทน สำหรับปัจจัยที่เป็นปัญหาของการผลิตข้าวแค้นที่สำคัญ คือ คุณภาพวัตถุดิบ โดยวัตถุดิบมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ แต่พบข้าวพันธุ์พื้นเมือง ชื่อ ข้าวเจ้าพันธุ์แดง เป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพสามารถนำมาแปรรูปเป็นข้าวแค้นได้ดีมาก แต่ให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ ผู้ผลิตให้ความสำคัญในเรื่องสุขอนามัยค่อนข้างน้อย และขาดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผู้ผลิตขาดความมั่นใจในการทำตลาดด้วยตนเอง และพ่อค้าคนกลางไม่ประสงค์จะขยายตลาดเพิ่ม ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การขยายตัวของการผลิตและการตลาดข้าวแค้นเป็นไปอย่างช้ามากและมีแนวโน้มลดลง

สำหรับข้อเสนอแนะในการทำการศึกษาและวิจัยต่อไป คือ การพัฒนาด้านวัตถุดิบ การพัฒนาด้านเทคโนโลยีการแปรรูป ด้านคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์ และด้านระบบกลไกการตลาด เช่น การวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวเพื่อการผลิตข้าวแค้น การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบก่อนนำมาทำการแปรรูป การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และถูกสุขอนามัย การถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีสะอาด เพื่อเป็นการยกระดับมาตรฐานสินค้าชุมชน การศึกษาและพัฒนาระบบกลไกการตลาดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารต้นทุน (cost management) เพื่อหาแนวทางในการสนับสนุนผู้ผลิตที่มีศักยภาพ สร้างตราหรือยี่ห้อของตนเอง และควรให้ผู้ผลิตวางแผนการตลาดร่วมกับพ่อค้าคนกลาง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แรงงาน การบริหารการผลิตและการตลาด

Research Title: Study on the Potential of Rice Product Development for Small and Medium Enterprises (SMEs): Rice Paper

Head of Project: Assist. Prof. Dr. Ariyaporn Pongrat

Co-researcher: Assist. Prof. Dr.Boonmee Siri

Institute: Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University
Faculty of Agriculture, Khon Kaen University

Keywords: rice paper, rice product, amylose and amylopectin

Abstract

This study of the potential of rice paper development for SMEs took place in 5 Provinces in Thailand, Nongkhai, Udonthani, Sakonnakhon, Mukdahan and Ubonratchathani. It identified the important rice paper producers as house industries in Ban Samakki and Ban Srichiangmai, Amphur Srichiangmai, and Ban Tabo, Amphur Tabo, Nongkhai. The number of rice paper producers had declined, and the mostly Vietnamese producers had been replaced by Thai ones. A number of problems were identified in the manufacturing process, the main one being the quality of raw materials for rice paper production. The *Khao Dang* variety, wild Thai rice, was found to have good potential for rice paper production but low yield. Also, the producers lacked expertise in marketing, possessed no awareness of community product standards, and the wholesalers were reluctant to expand the marketing. As a result, the production declined.

Suggestions for further investigation include the improvement of raw materials, such as the quality of the rice used in manufacturing the rice paper, and the production efficiency. Also, future research is required in the development of marketing strategies and the creation of brand names.

กิตติกรรมประกาศ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการบรรดตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากเงินรายได้ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีประจำปี 2546 และได้รับการช่วยเหลือในการดำเนินงานจากนางสาวกนิรี นันทวงษ์ และนางพิมลพรรณ อุ่นเจริญ ตลอดจนได้รับการสนับสนุนในการวิจัยด้านอื่น ๆ จากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ซึ่งทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี

ท้ายนี้ขอขอบคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้ทุกท่าน มา ณ. โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

พฤษภาคม 2548

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญรูป	ข
บทนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
วิธีการดำเนินการวิจัย	6
ผลการศึกษา	7
สรุปและวิจารณ์ผล	18
เอกสารอ้างอิง	20

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 การแช่ข้าวหรือข้าวหักในน้ำนานประมาณ 1 วัน	9
รูปที่ 2 การโม่ข้าวเพื่อให้ได้แป้งข้าวละเอียด	9
รูปที่ 3 การหมักแป้งในโอ่งมังกร	9
รูปที่ 4 การหมักแป้งในโอ่งมังกรนาน 2 วัน	9
รูปที่ 5 การโรยแป้งเหลวบนผ้าบาง ๆ ที่ขึงอยู่ที่ปากหม้อน้ำเดือด	10
รูปที่ 6 การนำแผ่นที่สุกแล้วออกวางบนตะแกรงไม้ไผ่	10
รูปที่ 7 การตากข้าวแผ่นกลางแจ้งนานประมาณ 10-15 นาที	10
รูปที่ 8 การตากข้าวแผ่นในที่ร่มนานประมาณ 5-10 นาที	10
รูปที่ 9 การตากข้าวแผ่นในห้องอบลมเพื่อให้ข้าวแผ่นแห้งแต่ไม่แตก	10
รูปที่ 10 เครื่องตัดแผ่นให้ได้ข้าวแผ่นลักษณะกลม	11
รูปที่ 11 ลักษณะข้าวแผ่นทรงกลมชนิดเกรดเอ	11
รูปที่ 12 เศษเหลือที่เกิดจากการตัดข้าวแผ่น	11
รูปที่ 13 ลักษณะการบรรจุข้าวแผ่นเพื่อนำขายส่ง	11
รูปที่ 14 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องโม่แป้ง	14
รูปที่ 15 แสดงลักษณะเตา	14
รูปที่ 16 การหมักแป้งในโอ่งมังกรอยู่ในบริเวณที่ไม่สะอาด และไม่ มิดชิด ซึ่งทำให้มีแมลงวันค่อม	15
รูปที่ 17 ภาชนะใส่แป้งเหลวพร้อมอุปกรณ์ในการตัดในบริเวณที่โรยแผ่น ไม่ถูกสุขลักษณะ	15
รูปที่ 18 อุปกรณ์เก็บแผ่นข้าวสุกทำด้วยท่อ PVC และฟองน้ำ	15
รูปที่ 19 สถานที่ วิธีการซั่ง และกองข้าวแผ่นเพื่อรอการบรรจุ	16
รูปที่ 20 สถานที่ และวิธีการบรรจุห่อข้าวแผ่น	16
รูปที่ 21 ลักษณะบรรจุภัณฑ์สำหรับการขายส่ง	17
รูปที่ 22 ลักษณะบรรจุภัณฑ์สำหรับการขายปลีก	17

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยเป็นอย่างมากซึ่งใช้ในการบริโภคเป็นอาหารหลักของประชากรในประเทศ และเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท โดยส่งออกในรูปแบบของข้าวและผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าว อย่างไรก็ตามการส่งออกในรูปแบบของข้าวซึ่งเป็นข้าวคุณภาพปานกลางและคุณภาพต่ำมีแนวโน้มลดลง (ในปี 2542 และ 2543 มีปริมาณการส่งออก 6,838,899 และ 6,141,362 ตัน มีมูลค่า 73,812.1 และ 65,516.7 ล้านบาท ตามลำดับ: ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการค้า, 2545) เนื่องจากประเทศไทยไม่สามารถแข่งขันในการส่งออกข้าวคุณภาพปานกลางและคุณภาพต่ำกับประเทศเพื่อนบ้านได้ ทั้ง ๆ ที่ประเทศไทยมีสถานการณ์ในการผลิตข้าวคุณภาพปานกลางและคุณภาพต่ำถึงร้อยละ 60 ของการผลิตข้าวทั้งหมด ส่วนการส่งออกในรูปแบบของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวเริ่มมีความสำคัญมากขึ้น ซึ่งเห็นได้ว่าในปี 2540 ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวทั้งหมด 135,076 ตัน มูลค่า 3,719.84 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นในปี 2543 เป็น 154,076 ตัน มูลค่า 4,852.2 ล้านบาท (ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการค้า, 2545) สำหรับการส่งออกข้าวแผ่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งปริมาณและมูลค่า (ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการค้า, 2545) ซึ่งในการเพิ่มศักยภาพในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบควรมีการศึกษาอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่คุณสมบัติของข้าวที่ใช้จนถึงกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ แนวทางการตลาดเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าว ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์การแปรรูปข้าวเพื่อการอุตสาหกรรมขนาดย่อมกรณีข้าวแผ่น โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาดังนี้

- เพื่อทราบคุณสมบัติของวัตถุดิบที่จำเพาะ รวมทั้งแหล่งผลิตวัตถุดิบที่ใช้ในการแปรรูปแป้งแผ่น
- เพื่อทราบคุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบที่สำคัญของข้าว และเทคโนโลยีในการแปรรูปแป้งแผ่น
- เพื่อทราบเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวข้าวสำหรับการแปรรูปแป้งแผ่น และเทคโนโลยีการเก็บรักษาแป้งแผ่นให้มีคุณภาพ
- เพื่อทราบการพัฒนา รูปแบบการทำแป้งแผ่น โครงสร้างการตลาด (ตั้งแต่การกำหนดคุณภาพวัตถุดิบ การตำรองวัตถุดิบ การพัฒนาสินค้า การตลาด ความต้องการและพฤติกรรมผู้บริโภค รสนิยม วัฒนธรรม)

ตรวจเอกสาร

เมล็ดข้าวเป็นอาหารของมนุษย์ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ โดยลักษณะดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการจำแนกชนิดข้าวได้ ซึ่งในที่นี่จะกล่าวถึงการจำแนกชนิดข้าวโดยอาศัยลักษณะปริมาณ amylose และ amylopectin ในเมล็ด ซึ่งสามารถจำแนกข้าวออกได้ 2 ชนิด คือ

1. ข้าวเหนียว (waxy rice or glutinous rice) หมายถึง ข้าวที่มีแป้งพวก amylose อยู่ปริมาณต่ำ - ต่ำมาก หรือไม่มีเลย (0 - 5 %) และมี amylopectin มากถึง 95 % ลักษณะเมล็ดข้าวสารที่สีได้จะมีลักษณะขุ่น เมื่อนำไปนึ่งแล้วจะจับตัวติดกันเหนียวแน่นและมีลักษณะใส
2. ข้าวเจ้า (non-glutinous rice) หมายถึง ข้าวที่มีแป้งพวก amylose อยู่ปริมาณ 7-33 % และที่เหลือเป็น amylopectin ลักษณะเมล็ดข้าวสารที่สีได้จะมีลักษณะขาวใส เมื่อนำไปหุงแล้วจะร่วนไม่เหนียวติดกันและมีลักษณะขาวขุ่น

นอกจากนี้ยังมีการจำแนกข้าวและพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพการสุกต่างกัน โดยพิจารณาสัดส่วน amylose และ amylopectin เป็นหลัก เพื่อวัตถุประสงค์การนำไปใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งได้ชนิดต่าง ๆ ดังนี้ (Whistler และคณะ, 1984)

1. ข้าวที่มีปริมาณ amylose 0 - 5.0 % จัดเป็นข้าวเหนียว (waxy rice) ข้าวที่หุงสุกแล้วจะมีลักษณะเหนียวมาก ข้าวชนิดนี้สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรสหวาน และน้ำสлад
2. ข้าวที่มีปริมาณ amylose 5.1-12.0 % เป็นข้าวประเภท amylose ต่ำมาก ข้าวที่หุงสุกจะมีลักษณะนุ่ม-เหนียว นิยมทำอาหารสำหรับเด็ก อาหารเช้า และขนมปังประเภทโฮลีสต์เพื่อให้ขึ้นฟู
3. ข้าวที่มีปริมาณ amylose 12.1-20.0 % เป็นข้าวประเภท amylose ต่ำ ข้าวที่หุงสุกจะมีลักษณะนุ่ม-เหนียว นิยมทำอาหารสำหรับเด็ก และอาหารอื่น ๆ เช่นเดียวกับข้าวประเภทที่ 2
4. ข้าวที่มีปริมาณ amylose 20.1-25.0 % เป็นข้าวประเภท amylose ปานกลาง คุณภาพข้าวที่หุงสุกแล้วจะมีลักษณะร่วน-อ่อน ใช้ทำขนมเค้ก (rice cake) และซูปกระป๋อง
5. ข้าวที่มีปริมาณ amylose มากกว่า 25 % เป็นข้าวประเภท amylose สูง คุณภาพข้าวที่หุงแล้วจะมีลักษณะร่วน-แข็ง เหมาะสำหรับทำก๋วยเตี๋ยว ผลิตภัณฑ์เส้นต่าง ๆ เพราะเมื่อแป้งถูกทำให้สุกตามขบวนการผลิตและเย็นตัวลงแป้งจะเกิดการคืนตัวและจับเชื่อมกันเป็นแผ่นที่เหนียวหยุ่นไม่แฉะติดกัน

จากความแตกต่างของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าว จะส่งผลต่อคุณสมบัติการหุงต้มและคุณสมบัติในการแปรรูปแตกต่างกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ เช่น ข้าวที่มีปริมาณ amylose สูง เหมาะสำหรับการทำก๋วยเตี๋ยว เป็นต้น โดย Juliano et al. (1974) รายงานว่าการเลือกวัตถุดิบเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมแป้งที่เป็นเส้นหรือแผ่น ควรเลือกข้าวที่มีปริมาณ amylose ประมาณ 27-33 % แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพใน

การแปรรูปและคุณภาพในการรับประทานของข้าวยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น อายุการเก็บรักษาของข้าว (ข้าวเก่า-ข้าวใหม่) และกระบวนการแปรรูป (Ramesh *et al.*, 2000) เป็นต้น

การผลิตข้าวแผ่น

ข้าวแผ่น (rice paper) หรือที่เรียกว่าแป้งแผ่น ไบเมียง หรือไบกระชอ เป็นผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากข้าว โดยทำมาจากข้าวเจ้าที่นำมาโม่ หรือแป้งข้าวเจ้า ซึ่งอาจมีแป้งอื่นผสมอยู่ด้วยก็ได้ ทำให้เป็นแผ่นบาง นึ่งให้สุกและทำให้แห้ง แล้วนำมาคั่วให้ได้รูปและขนาดตามที่ต้องการ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2533) ซึ่งจะมีลักษณะเป็นแผ่นบางใส มีสีขาว เมื่อนำไปแช่น้ำพอลมอด ๆ จะมีลักษณะเหนียวนุ่ม นำไปใช้ประกอบอาหารประจำชาติเวียดนาม สามารถรับประทานได้ทั้งในรูปแบบรับประทานสดหรือทอด โดยรับประทานร่วมกับผักสด ซึ่งทำให้อาหารที่ประกอบจากข้าวแผ่นเป็นอาหารสุขภาพและได้รับความสนใจจากผู้บริโภคในปัจจุบัน

สำหรับการผลิตข้าวแผ่นในประเทศไทยมีมานานแล้ว พบเห็นได้ในพื้นที่ ๆ มีชาวเวียดนามอาศัยอยู่ ซึ่งในระยะแรกการผลิตมีไม่มากนัก จะผลิตเพื่อบริโภคในหมู่ชาวเวียดนามเท่านั้น ต่อมาการผลิตมีมากและมีการซื้อขายกันมากขึ้น เนื่องจากมีชาวเวียดนามอพยพลี้ภัยไปอยู่ในประเทศไทยมากขึ้นภายหลังจากการทำสงครามภายในเวียดนาม ซึ่งทำให้อาหารเวียดนามเป็นที่รู้จักของคนทั่วไปและมีผู้นิยมรับประทานมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการผลิตข้าวแผ่นเพื่อการส่งออกไปขายต่างประเทศอีกด้วย โดยเฉพาะประเทศฝรั่งเศส และสหรัฐอเมริกา เพราะมีชาวเวียดนามอาศัยอยู่จำนวนมาก และไม่สามารถผลิตข้าวแผ่นในประเทศเหล่านี้ได้เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูง (ไพบุลย์ และคณะ, 2537)

มันดา (2538) ได้ทำการสำรวจการผลิตข้าวแผ่นที่อำเภอศรีเชียงใหม่ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย และอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่าผู้ผลิตข้าวแผ่นส่วนใหญ่มีเชื้อสายเวียดนาม โดยดำเนินการผลิตในลักษณะครัวเรือน มีผู้ผลิตบางรายขยายกิจการโดยนำเครื่องจักรมาใช้เพื่อเป็นการเพิ่มกำลังการผลิตโดยผลิตในระดับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อม ผู้ผลิตที่มีเชื้อสายเวียดนามจะทำการผลิตข้าวแผ่นเป็นอาชีพหลัก และผู้ผลิตที่มีเชื้อสายไทยมักจะทำการผลิตควบคู่กับการทำนา

ปัจจัยที่สำคัญต่อการผลิตข้าวแผ่น

1. ชนิดของข้าว ข้าวที่นำมาใช้ในการผลิตข้าวแผ่นคือ ข้าวเจ้า หรือแป้งข้าวเจ้า ซึ่งนิยมนำข้าวหัก¹มาใช้ในการผลิตข้าวแผ่นโดยใช้ข้าวท่อนมากกว่าปลายข้าว² เนื่องจากมีสิ่งสกปรกเจือปน

¹ข้าวหัก (big broken หรือ broken) หมายถึงเมล็ดข้าวหักที่มีความยาวระหว่าง 2.5 – 7.9 ส่วนของข้าวเมล็ดเต็ม

²ปลายข้าว (small broken) หมายถึงเมล็ดข้าวที่มีความยาวต่ำกว่า 2.5 ส่วนของข้าวเมล็ดเต็ม

อยู่น้อยกว่า ไม่ต้องเสียเวลาในการล้างทำความสะอาดนาน ซึ่งจะลดการสูญเสียคุณค่าทางอาหารระหว่างการล้าง สำหรับประเภทของข้าวหักที่เหมาะสมเป็นวัตถุดิบในการผลิตข้าวแผ่นคือ ข้าวเจ้าหักชนิดแข็งที่มีปริมาณ amylose ตั้งแต่ 25 % ขึ้นไป เนื่องจากโมเลกุลของเม็ดแป้งของข้าวเจ้าหักชนิดแข็งละลายน้ำได้น้อย คุณค่าไว้ได้มาก ทำให้เมื่อนำมาไม่ป็นน้ำแป้งและผ่านความร้อนแล้วผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความคงรูป เหนียวไม่ขาดง่าย (ไพบูลย์ และคณะ, 2537) ปริมาณ amylose มีความสำคัญต่อการเกิดเจล ซึ่งเมื่อให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่แป้งสุก (gelatinization temperature) amylose จะรวมตัวกับน้ำให้เจลที่ข้นหนืด และเมื่อปล่อยให้เย็นตัวลงจะมีคุณลักษณะความคงตัวเป็นเจลแข็ง ซึ่งมีความคงตัวสูงมาก ทนทานต่อการสลายตัวระหว่างหุงต้ม และสามารถทำเป็นแผ่นได้ดีมาก อย่างไรก็ตามความนุ่มของเจลขึ้นอยู่กับขนาดของโมเลกุล amylose ถ้าโมเลกุล amylose มีขนาดใหญ่จะได้เจลที่แข็ง ในทางตรงกันข้ามถ้าโมเลกุลมีขนาดเล็กจะได้เจลที่นุ่ม สำหรับเม็ดแป้งที่ไม่มี amylose อยู่ จะไม่สามารถเกิดเจลได้ (ฉรรงค์, 2538)

ส่วนปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวมีผลต่อการดูดน้ำของเม็ดแป้ง ซึ่งจะส่งผลต่อลักษณะเนื้อของข้าวแผ่น เนื่องจากโปรตีนที่มีอยู่ในข้าวนั้นจะห่อหุ้มเม็ดแป้งไว้ทำให้การดูดซึมน้ำเกิดขึ้นน้อย การพองตัวไม่ดี ส่งผลให้การแตกตัวของเม็ดแป้งลดลง เมล็ดข้าวที่มีโปรตีนน้อย แป้งจะมีความนุ่มไม่กระด้าง เนื่องจากโปรตีนที่หุ้มรอบ ๆ เม็ดแป้งเกิดการสลายตัวขณะการหมักข้าว หรือแช่ข้าว ส่งผลให้เม็ดแป้งดูดซึมน้ำและแตกตัวได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับความร้อน (ไพบูลย์ และคณะ, 2537; งามชื่น, 2541; Little and Dawson, 1960) และข้าวแผ่นที่ได้จากสายพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณ โปรตีนต่ำให้ผลการทดสอบประสาทสัมผัสที่มีค่าคะแนนความพอใจด้านความนุ่มเหนียวดี แต่ปริมาณ โปรตีนในข้าวจะไม่มีผลต่อค่าคะแนนความพอใจด้านสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ข้าวแผ่น (Onate *et al.*, 1964; Juliano *et al.*, 1965)

2. การไม่แป้ง การไม่แป้งเป็นการทำให้เม็ดแป้งแตกตัว ซึ่งความละเอียดของเม็ดแป้งที่ได้ภายหลังจากการไม่ข้าวจะมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยการไม่หลาย ๆ ครั้งไม่มีผลต่อองค์ประกอบของแป้ง คือ ปริมาณ โปรตีนและ amylose แต่จะมีผลทำให้เม็ดแป้งเกิดการขัดสีกันจนผิวบางจึงทำให้เม็ดแป้งดูดน้ำได้ดีและพองตัวได้มากขึ้น ในขณะที่เดียวกันโมเลกุล amylose ขนาดเล็กจะหลุดออกจากเม็ดแป้งมากขึ้น จึงส่งผลทำให้เกิดความหยุ่นและความเหนียว (พัชรวิ, 2538)

3. อายุการเก็บรักษา อายุการเก็บรักษาของเมล็ดข้าวหลังการเก็บเกี่ยวมีผลต่อคุณสมบัติของเมล็ดข้าว โดยเฉพาะภายใน 3-4 เดือนหลังการเก็บเกี่ยว คุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปคือ มีการอู่มน้ำดีขึ้น มีการขยายตัวของเมล็ดมากขึ้น ข้าวจะแข็งและร่วนมากขึ้น ข้าวที่เก็บไว้นานจะยังมีความเหนียวเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกรดไขมันจะเป็นตัวเพิ่มความเหนียวของแป้ง แต่มีผลเสียจะมีกลิ่นเหม็นสาบ และสีคล้ำลง เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การย่อยสลาย และการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโน (งามชื่น, 2541)

4. แหล่งปลูกและช่วงการปลูกข้าว ผู้ผลิตข้าวแผ่นไม่นิยมใช้ข้าวที่ปลูกนอกฤดูกาลหรือข้าวนาปรัง เนื่องจากเก็บเกี่ยวในฤดูฝน ทำให้ข้าวมีความชื้นสูงและเสื่อมเสียจากการเข้าทำลายของเชื้อรา (อรพิน, 2533)

5. เกลือ ในการผลิตข้าวแผ่นมีการใส่เกลือลงไปใต้น้ำแป้ง ประมาณร้อยละ 3 ในขั้นตอนการหมักแป้ง เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียของน้ำแป้งในขณะการหมัก และช่วยให้ข้าวแผ่นเหนียว ไม่แตกร้าว (มันดา, 2538) โดยเกลือจะช่วยให้ข้าวแผ่นดูดความชื้นไว้บางส่วน ทำให้ไม่กรอบแตกหัก นอกจากนี้ยังช่วยให้รสชาติแก่ผลิตภัณฑ์ (งามชื่น, 2541)

6. น้ำ น้ำที่ใช้ในการผลิตข้าวแผ่นควรเป็นน้ำที่สะอาด ปราศจากสิ่งแขวนลอย เพราะมีผลต่อลักษณะความขาวของแผ่น สามารถใช้น้ำประปาหรือน้ำบาดาลในการผลิตได้ ถ้าใช้น้ำประปาควรเป็นน้ำประปาที่ไม่มีปริมาณคลอรีนมากเกินไป เพราะจะทำให้ข้าวแผ่นมีกลิ่นผิดปกติ หากเป็นน้ำบาดาลควรสูบขึ้นมาพัก และกรองก่อนนำมาใช้ น้ำที่ใช้ควรมีความเป็นกรดค่าประมาณ 5.0-7.0 หากน้ำที่มีความเป็นกรดค่าสูง ค่าจะทำให้เม็ดแป้งไม่แตกตัวในขณะที่ไม่ให้เป็นน้ำแป้ง คือ amylose จะหลุดออกมาจากเม็ดแป้งน้อย และไม่ควรรีใช้น้ำที่มีความกระด้างสูง เพราะอนุโมลของแคลเซียมและแมกนีเซียมจะทำให้น้ำซึมผ่านเข้าไปในเม็ดแป้งได้ยาก เม็ดแป้งจึงแตกตัวได้น้อย amylose จึงหลุดออกจากเม็ดแป้งได้น้อย การเกิด retrogradation จึงมีน้อย ทำให้ข้าวแผ่นที่ได้มีความเหนียวลดลง (ณรงค์ และอัญชลิย์, 2535)

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเพื่อการอุตสาหกรรมขนาดย่อม กรณีข้าวแผ่น มีการดำเนินงานดังนี้

- 1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตวัตถุดิบ การแปรรูป เทคโนโลยีการแปรรูป ความต้องการ ระบบตลาด จากเอกสาร และสื่อต่าง ๆ
- 2 สํารวจและศึกษากระบวนการผลิตข้าวแผ่น ตลอดจนศึกษาภูมิปัญญาไทในการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งแผ่นในพื้นที่เป้าหมาย
- 3 รวบรวมและศึกษาสายพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการแปรรูปแป้งแผ่นเพื่อทราบคุณสมบัติเฉพาะในการแปรรูป ตลอดจนศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ซึ่งจะนำมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการสำรวจและศึกษาในพื้นที่เป้าหมาย 5 จังหวัด คือ จังหวัดหนองคาย อุดรธานี สกลนคร มุกดาหาร และอุบลราชธานี ซึ่งในแต่ละจังหวัดจะดำเนินการสำรวจเฉพาะในพื้นที่ ๆ มีการผลิตแป้งแผ่นเป็นจำนวนมาก ช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนกันยายน 2546 ถึงเดือนตุลาคม 2547 ระยะเวลา 1 ปี

ผลการศึกษา

แหล่งการผลิต

จากการสำรวจสภาวะการผลิตทั้ง 5 จังหวัด คือ จังหวัดหนองคาย อุรธานี สกลนคร มุกดาหาร และอุบลราชธานี พบว่า การผลิตข้าวแผ่นในเชิงการค้ามีมากที่สุดที่จังหวัดหนองคาย โดยเฉพาะที่อำเภอศรีเชียงใหม่ และอำเภอท่าบ่อ ซึ่งการผลิตนี้จะอยู่ในแหล่งที่มีคนเวียดนามอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก โดยการผลิตในระยะแรกทำขึ้นเพื่อการบริโภคในหมู่คนเวียดนามด้วยกันเพราะเป็นอาหารพื้นเมืองของคนเวียดนาม คนเวียดนามเหล่านี้จะอยู่รวมกัน เนื่องจากการอยู่ของเขาเหล่านี้ยังไม่ถูกต้องตามกฎหมายของประเทศไทยในช่วงเวลานั้น อย่างไรก็ตามในปัจจุบันผู้ผลิตข้าวแผ่นในจังหวัดหนองคายได้เปลี่ยนมาเป็นคนไทยผลิตเกือบหมดแล้ว เนื่องจากคนเวียดนามที่เคยเป็นผู้ผลิตข้าวแผ่นได้เคลื่อนย้ายอพยพไปทำมาหากินที่จังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย เช่น จังหวัดภูเก็ต กระบี่ พังงา และกรุงเทพฯ เป็นต้น หรือเปลี่ยนอาชีพเป็นแม่ค้าขายของในตลาดภายในประเทศไทยมีประกาศให้สัญชาติกับคนเวียดนามอพยพ ซึ่งทำให้คนเวียดนามสามารถอยู่ได้ในประเทศไทยอย่างถูกกฎหมาย และสามารถไปประกอบอาชีพต่าง ๆ ในประเทศได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นจะเห็นว่าการผลิตข้าวแผ่นโดยคนไทยเหล่านี้จะเป็นการผลิตที่ได้รับองค์ความรู้บางส่วนของการผลิตข้าวแผ่นจากคนเวียดนามนั่นเอง จากการสำรวจจำนวนผู้ผลิตข้าวแผ่นในจังหวัดหนองคาย พบว่า มีผู้ผลิตที่บ้านสามัคคี อ. ศรีเชียงใหม่ จำนวน 11 ราย บ้านศรีเชียงใหม่ อ. ศรีเชียงใหม่ จำนวน 10 ราย และ บ้านท่าบ่อ อ. ท่าบ่อ จำนวน 2 ราย ดังนั้น จะเห็นว่าจำนวนผู้ผลิตข้าวแผ่นในปัจจุบันของจังหวัดหนองคายมีจำนวนน้อยลง

สำหรับจังหวัดอุรธานีมีแหล่งผลิตอยู่ที่อำเภอเมืองเพียงแห่งเดียว โดยการผลิตนี้อยู่ในรูปแบบของโรงงานผลิตข้าวแผ่นและเส้นก๋วยเตี๋ยว อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้หยุดการผลิตข้าวแผ่นชั่วคราว เพื่อปรับปรุงโรงงาน อุปกรณ์และเครื่องมือ โดยโรงงานที่ปรับปรุงใหม่จะเน้นไปในด้านการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวมากกว่า เพราะการผลิตทำง่ายกว่า ตลาดมีกว้าง และปัญหาในด้านวัตถุดิบมีน้อย ส่วนผู้ผลิตรายอื่นจะทำในรูปแบบของการทำเพื่อใช้ในร้านอาหารเวียดนามของตนเอง และเน้นในเชิงการค้าเกี่ยวกับอาหารเวียดนามมากกว่าการขายข้าวแผ่น

ส่วนในจังหวัดสกลนคร มุกดาหาร และอุบลราชธานีมีการผลิตข้าวแผ่นปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับจังหวัดหนองคายและอุรธานี โดยทั้ง 3 จังหวัดนี้มีแหล่งการผลิตอยู่ที่อำเภอเมืองเท่านั้น และผู้ผลิตเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะลดและเลิกการผลิตข้าวแผ่นลง เนื่องจากปัญหาแรงงานในครอบครัวที่เกิดจากการย้ายถิ่น การย้ายฐานการผลิต และการเปลี่ยนอาชีพ โดยจากการสำรวจพบว่าส่วนใหญ่เป็นการย้ายถิ่นเพื่อไปประกอบอาชีพใหม่ เช่น ไปทำการค้าในเมืองหรือในจังหวัดต่าง ๆ ตลอดจนไปทำการค้าระหว่างไทย-ลาว เป็นต้น มีผู้ผลิตรายรายได้ย้ายฐานการผลิตมาอยู่ที่ภาคกลาง เช่น จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และกรุงเทพฯ เป็นต้น ส่วนผู้ผลิตที่ยังคงเหลืออยู่ขณะนี้ทำอยู่ในรูป

ของการทำไข่เองในร้านอาหารเวียดนามของตนเอง และมีเหลือขายให้กับร้านอาหารเวียดนามในจังหวัดเดียวกัน และต่างจังหวัดบ้าง (แต่มีปริมาณไม่มากนัก) ทั้งนี้เนื่องจากผู้ผลิตมีวัตถุประสงค์ของการผลิตเพื่อใช้ในธุรกิจร้านอาหารของตนเองเป็นหลัก สำหรับข้าวแผ่นที่เห็นมีขายในจังหวัดมุกดาหารจำนวนมากนั้น จะมาจากจังหวัดหนองคายและกรุงเทพฯ ฯ เป็นส่วนใหญ่ และร้านอาหารเวียดนามในจังหวัดมุกดาหารก็ใช้ข้าวแผ่นมาจากจังหวัดหนองคายและกรุงเทพฯ ฯ เช่นเดียวกัน

จากผลการสำรวจแหล่งการผลิตข้าวแผ่นในพื้นที่ 5 จังหวัด คือจังหวัดหนองคาย อุบลราชธานี สกลนคร มุกดาหาร และอุบลราชธานี จะเห็นว่าผู้ผลิตในปัจจุบันลดจำนวนลงและเปลี่ยนจากที่เคยเป็นคนเวียดนามผลิตมาเป็นคนไทยผลิต ซึ่งทำให้องค์ความรู้ของการผลิตข้าวแผ่นมีบางส่วนขาดหายไป ส่งผลให้การผลิตและการพัฒนาข้าวแผ่นไม่มีความก้าวหน้าเท่าที่ควร นอกจากนี้แหล่งการผลิตอาจจะย้ายจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาเป็นภาคกลางได้ในอนาคต

กระบวนการผลิตข้าวแผ่น

จากการสำรวจ พบว่ากระบวนการผลิตข้าวแผ่นมี 2 วิธีใหญ่ คือ การผลิตแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน (ใช้ความชำนาญของคนเป็นหลัก) และการผลิตแบบอุตสาหกรรมขนาดย่อม (ใช้เครื่องมือ เครื่องจักรเป็นหลัก) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการผลิตแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

- 1 นำข้าวหักมาแช่น้ำ 1 คืน
- 2 นำข้าวที่ผ่านการแช่น้ำแล้วมาโม่ด้วยโม่หิน จำนวน 2 ครั้ง เพื่อให้ได้แป้งเนื้อละเอียด
- 3 นำแป้งที่ได้ในข้อ 2 มาหมักนานประมาณ 3 วัน โดยจะเปลี่ยนน้ำใหม่ทุกวัน การหมักแป้งในผู้ผลิตบางรายทำการหมักโดยมีน้ำเกลือผสมอยู่ ซึ่งการใส่น้ำเกลือลงไปนี้เพื่อกันแป้งเสียน้ำเกลือที่ใช้เปลี่ยนจะเป็นน้ำเกลือเข้มข้นที่เตรียมโดยใช้อัตราส่วน น้ำ : เกลือ เท่ากับ 1 (โอง) : 40 (กิโลกรัม)

4. นำแป้งหมักที่ได้มาเข้าสู่กระบวนการทำแผ่น (สำหรับผู้ผลิตที่หมักแป้งในขั้นตอนที่ 3 ที่ยังไม่มีการใส่น้ำเกลือ เขาก็จะนำแป้งหมักที่มีลักษณะข้นมาผสมกับน้ำและน้ำเกลือ โดยใช้อัตราส่วนข้าวสาร 100 กิโลกรัมใช้เกลือ 8 กิโลกรัม) ในการทำแผ่นจะต้องทำแป้งให้สุกโดยไอน้ำเดือด ซึ่งจะนำน้ำแป้งมาทดลองบนฝ่าบาง ๆ ที่ซึ่งอยู่ที่ปากหม้อน้ำเดือด เกลี่ยน้ำแป้งให้มีความหนาสม่ำเสมอ และไอน้ำจะทำให้แป้งสุก

5. นำข้าวแผ่นที่ได้มาวางบนตะแกรงไม้ไผ่ และนำออกตากแดดกลางแจ้งนานประมาณ 10-15 นาที แล้วนำมาตากลมในร่มนานประมาณ 5-10 นาที ก่อนที่จะนำเข้าห้องเพื่อตากไอลมในห้องที่อับลมนานประมาณ 3 ชม.ขณะที่ตากในห้องจะต้องทำการกลับตะแกรงตากโดยกลับด้านบนลงข้างล่าง และด้านล่างขึ้นข้างบน เพื่อให้แผ่นเมี่ยงที่ตากนั้นแห้งทั่วทั้งแผ่น เพื่อที่จะทำให้สามารถลอกแผ่นออกมาได้ง่าย

6. นำแผ่นที่แห้งมาลอกออกจากตะแกรง และนำไปตัดให้ได้ขนาดตามที่ต้องการและนำบรรจุถุงพร้อมนำออกขายได้

สำหรับขั้นตอนการผลิตข้าวแผ่นแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือนแสดงดังรูปที่ 1-13



รูปที่ 1 การแช่ข้าวหรือข้าวหักในน้ำนาน
ประมาณ 1 วัน

รูปที่ 2 การโม่ข้าวเพื่อให้ได้แป้งข้าวละเอียด

รูปที่ 3 การหมักแป้งในโอ่งมังกร

รูปที่ 4 การหมักแป้งในโอ่งมังกรนาน 2 วัน



รูปที่ 5 การโรยแป้งเหลวบนผ้าบาง ๆ ที่ซึ่งอยู่ที่ปากหม้อ
น้ำเดือด



รูปที่ 6 การนำแผ่นที่สุกแล้วมาวางบนตะแกรงไม้ไผ่



รูปที่ 7 การตากข้าวแผ่นกลางเจ้านานประมาณ
10-15 นาที



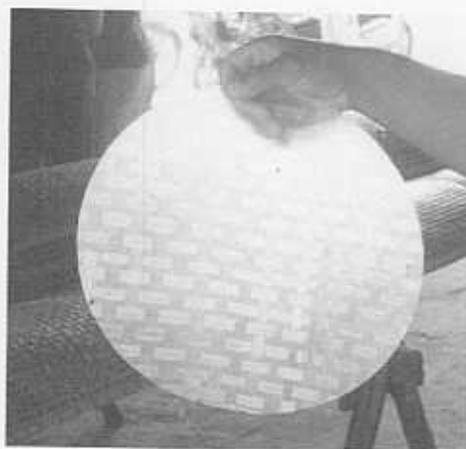
รูปที่ 8 การตากข้าวแผ่นในที่ร้อนนานประมาณ 5-10 นาที



รูปที่ 9 การตากข้าวแผ่นในที่อบลมเพื่อให้ข้าวแผ่นแห้งแต่ไม่แตก



รูปที่ 10 เครื่องตัดแผ่นให้ได้ข้าวแผ่นลักษณะกลม



รูปที่ 11 ลักษณะข้าวแผ่นทรงกลมชนิดเกรดเอ



รูปที่ 12 เศษเหลือที่เกิดจากการตัดข้าวแผ่น



รูปที่ 13 ลักษณะการบรรจุข้าวแผ่นเพื่อนำขายส่ง

สำหรับการผลิตแบบอุตสาหกรรมขนาดย่อม โดยมีการใช้เครื่องมือและเครื่องจักรเป็นหลัก จะมีขั้นตอนการผลิตแตกต่างจากการผลิตแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน คือ ในขั้นตอนการทำแผ่นจะใช้เครื่องจักรเป็นตัวรีดแผ่นให้บาง ๆ เช่นเดียวกับการทำแผ่นเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยแป้งจะไหลไปตามรางรีดผ่านการให้ความร้อนเพื่อทำให้แป้งสุก ซึ่งจะทำได้แผ่นแป้งขนาดยาวต่อเนื่องผ่านออกมา และจะมีตะแกรงไม้ไผ่มารองรับ จากนั้นจะนำไปตาก 1 วัน เพื่อให้แผ่นแป้งแห้งพอสมควร ๆ แล้วนำมาตัดตามขนาดที่ต้องการ

สำหรับคุณภาพของข้าวแผ่นที่มีการซื้อขายกันนั้นจะดูในเรื่องลักษณะความหนาของแผ่น และลักษณะแผ่นแตก ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดเกรดเอ และเกรดบี โดยข้าวแผ่นชนิดเกรดเอ จะมีลักษณะแผ่นบางมากและมีปริมาณของรอยแตกน้อย (มีจำนวนแผ่นประมาณ 100 แผ่น / กิโลกรัม) ส่วนข้าวแผ่นชนิดเกรดบี จะมีลักษณะแผ่นหนาและมีปริมาณรอยแตกมากขึ้น (มีจำนวนแผ่นประมาณ 80 แผ่น / กิโลกรัม) ในการผลิตข้าวแผ่นด้วยวิธีการผลิตแบบอุตสาหกรรมในระดับครัวเรือน จะสามารถผลิตข้าวแผ่นได้ประมาณ 68-76 กิโลกรัมต่อปลายข้าว 100 กิโลกรัม โดยเป็นข้าวแผ่นชนิดเกรดบี และสามารถคัดข้าวแผ่นชนิดเกรดเอได้ประมาณ 1.5 กิโลกรัม นอกจากนี้ในการผลิตยังมีเศษแผ่นที่ได้จากการตัดแผ่น ซึ่งเศษข้าวแผ่นนี้จะได้ประมาณ 12 กิโลกรัมต่อ 100 กิโลกรัมข้าวแผ่น

ส่วนการซื้อขายจะมีการซื้อขายตามคุณภาพข้าวแผ่น โดยข้าวแผ่นชนิดเกรดเอราคาประมาณ 38.25 บาทต่อกิโลกรัม (650 บาท / ถุง 17 กิโลกรัมข้าวแผ่น) ข้าวแผ่นเกรดบีราคาประมาณ 30.50 บาทต่อกิโลกรัม (520 บาท / ถุง 17 กิโลกรัมข้าวแผ่น) และเศษข้าวแผ่นที่ได้จากการตัดแผ่นราคาประมาณ 3.00-3.50 บาทต่อกิโลกรัม (40-50 บาท / ถุง 12 กิโลกรัมเศษข้าวแผ่น)

ในกระบวนการแปรรูปข้าวเป็นข้าวแผ่นจะมีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องของหลายปัจจัยด้วยกัน คือ 1) วัตถุดิบ ปัจจัยนี้จะเกี่ยวข้องกับคุณภาพวัตถุดิบ แหล่งวัตถุดิบ และราคาวัตถุดิบ 2) กระบวนการแปรรูป ในส่วนของวัตถุดิบจะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากเบื้องต้นของกระบวนการแปรรูป เพราะถ้าหากวัตถุดิบไม่ดีหรือมีคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสมกับการแปรรูปก็ไม่สามารถแปรรูปได้ ถึงแม้กระบวนการแปรรูปจะดีก็ตาม ข้าวเป็นวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตข้าวแผ่น โดยจากการศึกษาพบว่าข้าวที่นำมาใช้ในการผลิตข้าวแผ่นมีทั้งข้าวเต็มเมล็ดและข้าวหักจากหลากหลายสายพันธุ์ แต่โดยทั่วไปจะใช้ข้าวหักในการผลิตข้าวแผ่น จะมีผู้ผลิตบางรายเท่านั้นที่ใช้ข้าวเต็มเมล็ดผสมข้าวหักในการผลิตข้าวแผ่นเมื่อคุณภาพแป้งข้าวหักไม่เหมาะต่อการผลิตข้าวแผ่น ซึ่งการทำเช่นนี้จะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิต ส่วนสายพันธุ์ข้าวที่นำมาใช้ โดยส่วนใหญ่ผู้ผลิตจะไม่ทราบว่าข้าวสายพันธุ์ใด ผู้ผลิตจะทราบแต่เพียงว่าเป็นข้าวเกษตรหรือข้าวแข็งที่นำมาจากภาคกลาง เช่น ข้าวที่ใช้ผลิตข้าวแผ่นในจังหวัดหนองคาย จะใช้ข้าวตรา apple ที่นำมาจากจังหวัดอุดรธานี ซึ่งข้าวนี้เป็นข้าวนาปรังที่นำมาจากจังหวัดราชบุรีอีกต่อหนึ่ง เป็นต้น นั้นหมายความว่าผู้ผลิตจะไม่สามารถทราบได้เลยว่าการนำข้าวหักมาใช้จะได้คุณภาพแป้งเป็นอย่างไร เหมาะกับการนำมาผลิต

ข้าวแผ่นได้หรือไม่ อย่างไรก็ตามผู้ผลิตจะใช้วิธีซื้อข้าวหักมาจำนวนหนึ่งและลองนำมาผลิตก่อน หากใช้ในการผลิตข้าวแผ่นได้ก็จะใช้ข้าวที่ซื้อมาจนหมด แต่หากใช้ไม่ได้ก็จะนำไปคืน ซึ่งจะเห็นว่าเป็นการใช้วัตถุดิบแบบลองผิดลองถูก ทำให้ผู้ผลิตอยู่ในภาวะเสี่ยงตลอดเวลา

อย่างไรก็ตามมีผู้ผลิตบางรายให้ความสนใจเรื่องความแตกต่างของสายพันธุ์ข้าวที่มีผลต่อการผลิตข้าวแผ่น ซึ่งทำโดยใช้ข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ เช่น พันธุ์ชัยนาท พันธุ์อุทอง พันธุ์ทอง และพันธุ์แดง เป็นต้น มาผลิตข้าวแผ่น และพบว่าเมื่อนำข้าวพันธุ์ชัยนาทมาใช้ในการทำข้าวแผ่น จะพบว่าในกระบวนการของการทำให้แป้งเหลวสุดจะต้องใช้เวลานาน ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในเรื่องของพลังงานมากขึ้น หากนำข้าวเจ้าพันธุ์แดง ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของจังหวัดอุบลราชธานี มีลักษณะต้นสูง เมล็ดเล็ก น้ำหนักดี เป็นข้าวไวแสง ข้าวพันธุ์นี้สามารถนำมาทำข้าวแผ่นได้ดีมาก ข้าวพันธุ์อุทอง เมื่อนำมาทำข้าวแผ่นจะได้ข้าวแผ่นที่มีลักษณะใส และบาง และเมื่อนำแผ่นไปทอด จะได้สีเหลืองทองสวยเป็นที่ต้องการ อย่างไรก็ตามพันธุ์นี้ให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ ส่วนข้าวพันธุ์ทอง เมื่อนำมาทำข้าวแผ่นสามารถทำข้าวแผ่นได้ดีมีคุณภาพตามที่ต้องการ แต่จะต้องเป็นข้าวเก่าที่เก็บนานตั้งแต่ 3-4 เดือนขึ้นไป และสามารถเก็บข้าวนี้ไว้ได้นานประมาณ 2 ปีก็ยังไม่มีปัญหาในการทำแผ่น นอกจากนี้ข้าวพันธุ์ทองยังมีลักษณะด้านทานโรคได้ดี ลักษณะฟางข้าวมีคุณภาพดี มีขนาดเส้นยาวสามารถนำมาทำหัตถกรรมได้ และสามารถนำเมล็ดไปทำลดช่องได้ดีอีกด้วย ข้าวพันธุ์ทองเป็นข้าวไวแสงที่ควรปลูกในเดือนเมษายน ปักดำเดือนพฤษภาคม และเก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน

ในปัจจุบันผู้ผลิตบางรายในจังหวัดหนองคายที่มีที่นาเป็นของตนเองให้ความสนใจในเรื่องสายพันธุ์ข้าวในการผลิตข้าวแผ่น และคิดที่จะปลูกข้าวใช้เอง เพื่อที่จะได้ลดต้นทุนการผลิต ซึ่งเขาก็คาดว่าข้าวพันธุ์ลูกปลา หรือที่เรียกว่าข้าวพันธุ์แดง ข้าวพันธุ์ทอง สามารถนำมาใช้ทำข้าวแผ่นได้ดีมาก แต่อย่างไรก็ตามข้าวสายพันธุ์นี้ให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ

ส่วนปัจจัยที่เกี่ยวข้องในกระบวนการทำแผ่นที่สำคัญ ได้แก่ คุณภาพน้ำ และเชื้อเพลิง เป็นต้น ในส่วนคุณภาพน้ำ มีผู้ผลิตบางรายในจังหวัดอุบลราชธานีใช้น้ำบาดาลในการหมัก พบว่าคุณภาพแป้งที่ได้จะดีกว่าการใช้น้ำประปาในการหมัก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณคลอรีนในน้ำประปามีผลต่อจุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก อย่างไรก็ตามมีผู้ผลิตบางรายในจังหวัดอุดรธานีลองใช้น้ำบาดาลในการหมัก พบว่าคุณภาพแป้งที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากน้ำบาดาลมีลักษณะเป็นน้ำกร่อย จึงต้องใช้น้ำประปาแทน

ปัญหาในกระบวนการผลิตข้าวแผ่นนอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว จะเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิต รวมทั้งเรื่องความสะดวก ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เครื่องไม้แป้ง เครื่องไม้แป้งที่ใช้มีราคาค่อนข้างแพง และผู้ผลิตต้องมาคิดแปลงเพิ่มเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานจริง เช่น มีการนำยางรถยนต์มาใช้แล้ว เพื่อกันในการปาดแป้งเหลวที่ไหลออกมา ให้กรองผ่านผ้ากรองได้ดี (ดังรูปที่ 14) ซึ่งอุปกรณ์ที่นำมาใช้เพิ่มนี้น่าจะไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในกระบวนการผลิตอาหารเป็นอย่างมาก



รูปที่ 14 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องโม่แป้ง

2. เตาเชื้อเพลิง จะเป็นเตาที่ผลิตขึ้นใช้เอง โดยที่มีช่องใส่ท่อนไม้ หรือเศษไม้อยู่ด้านหลัง และไฟจะออกมายังหม้อที่อยู่ด้านหน้า ซึ่งหม้อนี้อาจผลิตไอน้ำร้อนออกมาและไปทำให้แป้งเหลวที่โรยบนผ้าบาง ๆ ที่ซึ่งอยู่ปากหม้อสุก ในการผลิตข้าวแผ่นต้องการปริมาณไอน้ำร้อนที่ไม่แรงหรือเบาจนเกินไป นั่นก็คือมันเกี่ยวข้องกับปริมาณความร้อนของไฟที่รุกไหม้ หากขณะกำลังทำแผ่น และมีไอน้ำเดือดแรงมาก ก็จะต้องมานำเอาไฟออกหรือเติมน้ำลงในหม้อ เพื่อลดปริมาณความร้อนลง และถ้ามีไอน้ำเดือดอ่อนมาก ก็ต้องนำไฟใส่เข้าไป เพื่อเพิ่มปริมาณความร้อน การปฏิบัติเช่นนี้เป็นการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ซึ่งก็เป็นต้นทุนในการผลิตอย่างหนึ่ง (ดังรูปที่ 15)



ด้านหน้า



ด้านหลัง

รูปที่ 15 แสดงลักษณะเตา

3. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและทำเลที่ตั้ง จากการศึกษาพบว่า ปัญหาหลักที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์และทำเลที่ตั้งคือ ไม่ถูกสุขอนามัย (ดังรูปที่ 16-18) ในเรื่องสุขลักษณะผู้ผลิตให้ความสำคัญค่อนข้างน้อย อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีการตรวจมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งทำให้ผู้ผลิตได้รับผลกระทบเป็นอย่างมาก และจะต้องนำไปปรับปรุงพัฒนาให้ผ่านการตรวจมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน



รูปที่ 16 การหมักแป้งในโอ่งมังกรอยู่ในบริเวณที่ไม่สะอาด และไม่มิดชิด ซึ่งทำให้มีแมลงวันตอม

รูปที่ 17 ภาชนะใส่แป้งเหลวพร้อมอุปกรณ์ในการตักในบริเวณที่รอยแผ่นไม้ถูกสุขลักษณะ



รูปที่ 18 อุปกรณ์เก็บแผ่นข้าวสุกทำด้วยท่อ PVC และฟองน้ำ

4. การบรรจุภัณฑ์ ในการบรรจุข้าวแผ่นเพื่อนำออกขายยังไม่ถูกสุขอนามัยทั้งในด้านสถานที่และวิธีการ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 19 - 20



รูปที่ 19 สถานที่ วิธีการชั่ง และกองข้าวแผ่นเพื่อรอการบรรจุห่อ



รูปที่ 20 สถานที่ และวิธีการบรรจุห่อข้าวแผ่น

ระบบการตลาด

ระบบการตลาดของผลิตภัณฑ์ข้าวแผ่น โดยส่วนใหญ่จะเป็นการจำหน่ายข้าวแผ่นจากผู้ผลิตผ่านพ่อค้าท้องถิ่น หรือพ่อค้าคนกลาง ซึ่งพ่อค้าเหล่านี้จะรวบรวมข้าวแผ่นจากผู้ผลิตแล้วนำข้าวแผ่นมาคัดเลือกเป็นข้าวแผ่นเกรดต่าง ๆ และนำส่งพ่อค้าในกรุงเทพฯ ฯ หรือนำส่งต่างประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่น ฝรั่งเศส เป็นต้น นอกจากนี้มีพ่อค้าท้องถิ่นบางรายทำการรวบรวมข้าวแผ่นคัดเลือก และมาทำบรรจุภัณฑ์ใหม่ที่มีขนาดบรรจุที่เหมาะสมกับผู้บริโภคในระดับต่าง ๆ โดยผลิตภัณฑ์นี้มีวางจำหน่ายในร้านค้าท้องถิ่น ร้านอาหารเวียดนาม และในห้างสรรพสินค้าในเมืองใหญ่ ๆ สำหรับขนาดบรรจุภัณฑ์จะมีทั้งในรูปแบบของการขายส่ง (รูปที่ 21) และขายปลีก (รูปที่ 22)



รูปที่ 21 ลักษณะบรรจุภัณฑ์สำหรับการขายส่ง



รูปที่ 22 ลักษณะบรรจุภัณฑ์สำหรับการขายปลีก

สำหรับการซื้อขายระหว่างพ่อค้าท้องถิ่นหรือพ่อค้าคนกลาง จะมีกลไกในการซื้อขายคือ พ่อค้าท้องถิ่นจะเป็นผู้ลงทุนในด้านวัตถุดิบ และอุปกรณ์ เช่น ข้าว เครื่องโม่แป้ง และอุปกรณ์ในการผลิตต่าง ๆ เมื่อผลิตข้าวแผ่นได้ต้องขายข้าวแผ่นแก่พ่อค้าท้องถิ่น หากผู้ผลิตนำข้าวแผ่นบางส่วนไปขายให้กับผู้อื่น ก็จะถูกปฏิเสธการสั่งซื้อข้าวแผ่นทั้งหมดจากพ่อค้าท้องถิ่นทันที หรือสั่งซื้อโดยให้ราคาที่ย่ำแย่กว่า ซึ่งทำให้ผู้ผลิตไม่มีโอกาสต่อรองในเรื่องราคากับพ่อค้าท้องถิ่น หากผู้ผลิตข้าวแผ่นมาทำการตลาดเองร่วมด้วย ผู้ผลิตขาดความมั่นใจในการทำตลาด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้ผลิตอยู่ในสภาพการเป็นผู้ผลิตที่ขาดอำนาจการต่อรองเรื่อยมา นอกจากนี้การซื้อขายมีปริมาณที่ไม่แน่นอน บางครั้งมีความต้องการข้าวแผ่นปริมาณมาก บางครั้งมีความต้องการข้าวแผ่นปริมาณน้อย ซึ่งทำให้ผู้ผลิตไม่สามารถวางแผนการผลิตได้ และทำให้เกิดปัญหาเรื่องแรงงานที่มีคุณภาพตามมาและเป็นปัญหาซ้ำ ๆ ที่ไม่ได้รับการปรับปรุง

ส่วนระบบการจัดการเกี่ยวกับการจัดส่งผลิตภัณฑ์ไปยังที่ต่าง ๆ จะใช้การจัดส่งโดยทางรถยนต์โดยสารประจำทาง ทางเครื่องบิน และทางไปรษณีย์ และมีระบบการประกันสินค้า โดยสามารถคืนสินค้าได้ภายใน 2 สัปดาห์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ข้าวแผ่นสามารถเปลี่ยนคุณภาพได้ง่ายตามระยะเวลาที่เก็บรักษา เช่น ขึ้นรา เหม็นกลิ่นหมัก แผ่นมีสีเหลือง เป็นต้น ส่วนการซื้อขายจะใช้ระบบเงินสดเป็นส่วนใหญ่ เพื่อป้องกันการค้างชำระหนี้และป้องกันหนี้สูญ นอกจากนี้พ่อค้าท้องถิ่นหรือพ่อค้าคนกลางไม่ประสงค์จะขยายตลาดเพิ่ม เพราะอาศัยหลักการที่ว่าทำน้อยกำไรมาก ทำมากกำไรน้อย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การขยายตัวของการผลิตและการตลาดข้าวแผ่นเป็นไปอย่างช้ามากและมีแนวโน้มลดลง

สรุปและวิจารณ์

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตข้าวแผ่นเพื่อการอุตสาหกรรมขนาดย่อมใน 5 จังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ จังหวัดหนองคาย อุดรธานี สกลนคร มุกดาหาร และ อุบลราชธานี พบว่า แหล่งการผลิตข้าวแผ่นในเชิงทางการค้ามีมากที่สุดที่จังหวัดหนองคาย คือ ที่ บ้านสามัคคี บ้านศรีเชียงใหม่ อ. ศรีเชียงใหม่ และ บ้านท่าบ่อ อ. ท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย ซึ่งมี ลักษณะการผลิตเป็นการแบบอุตสาหกรรมในครัวเรือน มีจำนวนผู้ผลิตลดลง และเปลี่ยนจากคน เวียดนามเป็นผู้ผลิตมาเป็นคนไทยแทน ทำให้ห้องค้ความรู้ของการผลิตข้าวแผ่นบางส่วนได้ขาด หายไป ซึ่งส่งผลให้การผลิตและการพัฒนาข้าวแผ่นไม่มีความก้าวหน้าเท่าที่ควร สำหรับปัจจัยที่ เป็นปัญหาของการผลิตข้าวแผ่นที่สำคัญ คือ คุณภาพวัตถุดิบ โดยปกติการพัฒนาข้าวแผ่นให้ได้ ลักษณะที่ดีเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ควรใช้ข้าวเจ้าที่มีปริมาณ amylose ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 27 เป็น ข้าวที่มีอายุการเก็บไม่ต่ำกว่า 3-4 เดือน (งามชื่น, 2541) แต่ในสภาพความเป็นจริง วัตถุดิบมีคุณภาพ ไม่สม่ำเสมอ เพราะผู้ผลิตใช้ข้าวหักที่ได้มาจากการรวมส่วนที่หักของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีทั้งข้าว ประเภทนุ่มเหนียว - ร่วนแข็ง ซึ่งทำให้ได้แป้งที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามข้าวเจ้าพันธุ์ แดง ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมือง มีศักยภาพสามารถนำมาแปรรูปเป็นข้าวแผ่นได้ดีมาก แต่ให้ผลผลิต ต่อไร่ต่ำ นอกจากนี้ผู้ผลิตให้ความสำคัญในเรื่องสุขอนามัยค่อนข้างน้อย และขาดมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชน

สำหรับระบบการตลาดของข้าวแผ่น เป็นการจำหน่ายข้าวแผ่นจากผู้ผลิตผ่านพ่อค้าท้องถิ่น หรือพ่อค้าคนกลาง ซึ่งพ่อค้าจะรวบรวมข้าวแผ่นจากผู้ผลิต แล้วนำมาคัดเลือกเป็นข้าวแผ่นเกรด ต่าง ๆ เพื่อขายในตลาดท้องถิ่น หรือนำส่งพ่อค้าในกรุงเทพฯ ฯ หรือส่งต่างประเทศ เช่น ประเทศ ญี่ปุ่น ฝรั่งเศส เป็นต้น โดยมีการขนส่งสินค้าทางรถยนต์โดยสารประจำทาง เครื่องบิน และ ไปรษณีย์ ในระบบการซื้อขายผู้ผลิตอยู่ในสภาพการขาดอำนาจการต่อรอง ผู้ผลิตขาดความมั่นใจ ในการทำตลาดด้วยตนเอง และพ่อค้าคนกลางไม่ประสงค์จะขยายตลาดเพิ่ม เพราะอาศัยหลักการค้า ว่าทำน้อยกำไรมาก ทำมากกำไรน้อย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การขยายตัวของการผลิตและการตลาดข้าว แผ่นเป็นไปอย่างช้ามากและมีแนวโน้มลดลง

สำหรับข้อเสนอแนะในการทำการศึกษาวินิจฉัยต่อไป คือ

1. ด้านวัตถุดิบ ควรมีการวิจัยและพัฒนาด้านคุณภาพวัตถุดิบ โดยทำการวิจัยและพัฒนา พันธุ์ข้าวเพื่อการผลิตข้าวแผ่น โดยให้มีคุณภาพแป้งเหมาะสมต่อการแปรรูป และมีผลผลิตต่อไร่ เพิ่มขึ้น และควรมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบก่อนนำมาทำ การแปรรูป

2. ด้านเทคโนโลยีการแปรรูป ควรมีการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับอุปกรณ์และเครื่องมือเพื่อ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และถูกสุขอนามัย

3. ด้านคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ควรมีการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีสะอาด เพื่อเป็นการยกระดับมาตรฐานสินค้าชุมชน

4. ระบบกลไกการตลาด ควรมีการศึกษาและพัฒนา ระบบกลไกการตลาดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารต้นทุน (cost management) เพื่อหาแนวทางในการสนับสนุนผู้ผลิตที่มีศักยภาพ สร้างตราหรือชื่อของตนเอง และควรให้ผู้ผลิตวางแผนการตลาดร่วมกับพ่อค้าคนกลาง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แรงงาน การบริหารการผลิตและการตลาด

เอกสารอ้างอิง

- งามชื่น คงเสรี. 2541. เอกสารการสอนชุดวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ ๑. 429 หน้า.
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. ธัญชาติและพืชหัว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ๑. 235 หน้า.
- ณรงค์ นิยมวิทย์ และ อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2535. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ๑ 441 หน้า.
- พัชรี เนตรน้อย. 2538. การผลิตแป้งก๋วยเตี๋ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ๑.
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์ว่าสิก ศรีนัย วรรณนัจฉริยา สิริ ภูพงษ์วัฒนาและ เศรษฐ์ สุขกำเนิด. 2537. รายงานการวิจัยผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ที่มีเมื่อนาคค. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ๑ 104 หน้า.
- มันดา โอมะคุปต์. 2538. การสำรวจสภาวะการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์แป้งแผ่น ปัญหาพิเศษปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ๑.
- ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการค้า. 2545. สินค้าออกสำคัญของประเทศไทย. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์. แหล่งที่มา http://www.dfn.moc.go.th/web/61/303/307/319/xTH_0801.xls?G_id=319ef_id=1552.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งแผ่น: ข้าวเจ้า. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ ๑. 12 หน้า.
- อรพิน ภูมิภมร. 2533. เทคโนโลยีจากแป้ง: เคมีของแป้งและเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์จากแป้งบางชนิดที่ผลิตในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ๑ 212 หน้า.
- Juliono B.O., L.U.Oinate and A.M. Mundo. 1965. Relation of starch composition, protein content, and gelatinization temperature to cooking and eating qualities of milled rice. Food Technol. 19:1006.
- Juliano B.O., A.A. Perdon, C.M. Perez and C.B. Cagampang. 1974. Molecular and gel properties of starch and texture of rice products. Food Sci. and Technol. 1: 120-126.
- Little R.R. and E.H. Dawson. 1960. Histology and histochemistry of raw and cooker rice kernels. Food Res. 25: 611.
- Oinate L.U., A.M. Mundo and B.O. Juliano. 1964. Relationship between protein content and eating quality of milled rice. Philipp. Agric. 47: 441.
- Ramesh M., K.R. Bhattacharya and J.R. Mitchell. 2000. Developments in understanding the basis of cooked rice texture. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 40:449-460.