



คู่มือการจัดการและแปรรูปข้าวลำปาง



จัดทำโดย

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ภายใต้โครงการวิจัย

กระบวนการมีส่วนร่วมยกระดับสินค้าเกษตรมูลค่าสูงด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อสร้างโอกาสและคุณค่าร่วมทางสังคมของคนจนเป้าหมายพื้นที่วิจัยจังหวัดลำปาง

สนับสนุนโดยกองทุนส่งเสริม ววน. และหน่วย บพท.

คำนำ

คู่มือเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าวเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มเชิงพาณิชย์และยกระดับห่วงโซ่คุณค่ามาตรฐานสินค้าเกษตรสู่การพัฒนาชุมชนนวัตกรรมอย่างยั่งยืน เป็นเอกสารวิชาการหรือเทคโนโลยีที่ใช้ประกอบในการถ่ายทอดเทคโนโลยีของ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา และได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ในคู่มือเทคโนโลยีเล่มนี้ ประกอบด้วยเนื้อหาสาระเรื่อง ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับข้าว หลักการแปรรูปเพื่อถนอมรักษาและแปรรูปผลผลิตเกษตร การผลิตแป้งข้าว หลักการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าว วัตถุประสงค์ และอุปกรณ์ในการทำผลิตภัณฑ์จากข้าว ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มเชิงพาณิชย์ และเกษตรกรสามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าวไว้จำหน่ายได้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นรายได้เสริมในครอบครัวและในชุมชนได้เป็นการยกระดับคุณภาพมาตรฐานสินค้าเกษตรด้วยนวัตกรรมอย่างยั่งยืน

คณะวิจัยฯ

ตุลาคม 2566

เรื่อง	สารบัญ	หน้า
คำนำ		1
สารบัญ		2
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องข้าว		3
เทคโนโลยีการแปรรูปแป้งข้าว		22
ผลิตภัณฑ์ข้าวพร้อมรับประทาน		25
ผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูปจากข้าว		26
ผลิตภัณฑ์ข้าวต้มเกล็ดอบแห้ง (ข้าวขาวดอกมะลิ)		28
ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งข้าว (ข้าวควบแคบ)		30
ผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุกเร็วกึ่งสำเร็จรูป		31
ผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นชนิดต่างๆ		32
ผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนจากแป้งข้าว		34
ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว		38

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องข้าว

ข้าว (rice)

ข้าว เป็นคำทั่วไปที่ใช้เรียก เมล็ดข้าว (rice fruit, rice grain, หรือ rice seed) ซึ่งทางพฤกษศาสตร์ จะหมายถึง ผล (fruit) ที่มีลักษณะเป็นผลเดี่ยว (single fruit) เกิดจากรังไข่อันเดียวชนิดลอยตัว (superior ovary) ของดอกเดี่ยวในแต่ละดอกย่อย ที่เกิดรวมกันอยู่เป็นช่อดอก ผลเดี่ยวนี้จะติดแน่นอยู่กับผนังของรังไข่ หรือ เยื่อหุ้มผล (pericarp) ซึ่งเมื่อผลสุกหรือแก่จะเป็นผลแห้ง (dry fruit) ที่ไม่แตก (indehiscent fruit) เรียกว่า เมล็ด (caryopsis grain) ที่มีเยื่อหุ้มผล และเปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat หรือ testa) เชื่อมรวมกันอย่างแน่นหนาโดยตลอดผลหรือเมล็ดข้าว จะมีลักษณะแตกต่างตามพันธุ์ในด้านขนาด รูปร่าง สี การมีหาง (awn) หรือไม่มีหาง และขน (pubescence) หรือไม่มีขนบนเปลือกแข็ง (hull หรือ husk) (จำรัส, 2534; เครือวัลย์, 2536)

เมล็ดข้าว ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ (1) ส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าว (หรือผล) เรียกว่า แกลบ (hull หรือ husk) และ (2) ส่วนเนื้อผล หรือ ผลแท้ (true fruit หรือ caryopsis grain) หรือ ข้าวกล้อง (caryopsis หรือ brown rice) โดยมีรายละเอียดของแต่ละส่วน ดังนี้

1. แกลบ ประกอบด้วย เปลือกใหญ่ (lemma), เปลือกเล็ก (palea), ขน, หาง, ชั่วเมล็ด (rachilla) และกลีบรองเมล็ด (sterile lemmas) ซึ่งเชื่อมต่อกับก้าน (pedicel)

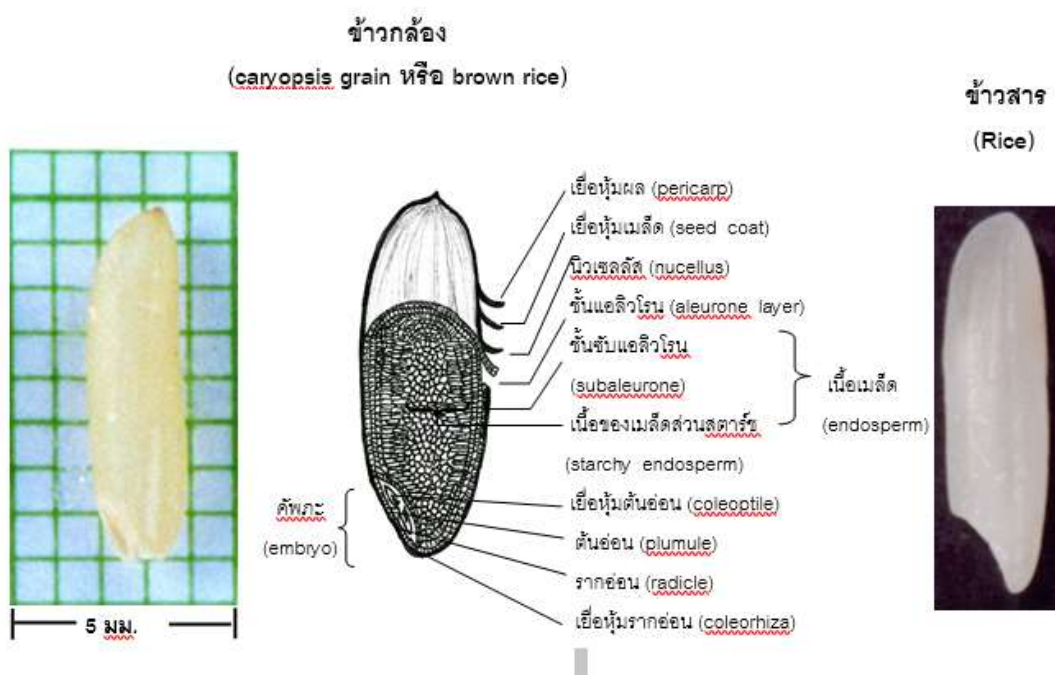
2. ข้าวกล้องหรือเนื้อผล ประกอบด้วย

2.1 เยื่อหุ้มผล เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอก มีความหนาประมาณ 10 ไมครอน (μ) ห่อหุ้มผลอยู่ภายใน มีลักษณะเป็นเซลล์ที่มีผนังเซลล์เส้นใย 6 ชั้น มีสารสีหรือรงควัตถุปนอยู่ ทำให้ข้าวกล้องมีสีต่างๆ เช่น น้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ น้ำตาลแดง น้ำตาลม่วง น้ำตาลจนเกือบดำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีโปรตีน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส

2.2 เยื่อหุ้มเมล็ด อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มผลเข้ามา ประกอบด้วย เซลล์ 2 ชั้น รูปยาว เรียงตามขวาง และมีผนังบางกั้น (หนาประมาณ 0.5 ไมครอน) ภายในเซลล์มีไขมันและสารสี เช่นเดียวกับเยื่อหุ้มผล ทำให้ข้าวกล้องมีสี

2.3 นิวเซลลัส (nucellus) เป็นเซลล์ชั้นที่ติดกับเยื่อหุ้มเมล็ด แต่พันธะระหว่างนิวเซลลัสกับเยื่อหุ้มเมล็ดไม่ติดแน่น จึงแยกจากกันได้ง่าย มีความหนาประมาณ 0.8-2.5 ไมครอน

2.4 เยื่อชั้นแอลิวโรน (aleurone layer) เป็นเยื่อชั้นถัดจากเยื่อหุ้มเมล็ด ประกอบด้วย เซลล์ 1-7 ชั้น และมีลักษณะของเยื่อหุ้มด้านหลังของเมล็ดจะหนากว่าเยื่อหุ้มด้านท้อง ซึ่งความหนานี้จะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ข้าว



รูปที่ 1 โครงสร้างของเมล็ด



รูปที่ 2 รูปร่างและขนาดของข้าว

จากโครงสร้างของเมล็ดข้าว ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ แกลบ และข้าวกล้อง เมื่อเปรียบเทียบส่วนต่างๆ ของเมล็ดข้าวจากน้ำหนักเมล็ดข้าว (ข้าวเปลือก) 100 % จะมีสัดส่วนดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัดส่วนโครงสร้างของเมล็ดข้าว

โครงสร้างเมล็ด	% สัดส่วน	
	ค่าเฉลี่ย	ช่วงของสัดส่วน
ข้าวเปลือก	100	-
แกลบ	20	16-28
ข้าวกล้อง	80	72-84
ข้าวกล้อง	100	-
เยื่อหุ้มผล	1.5	1-2
เยื่อหุ้มเมล็ด	5	4-6
คัพภะ	3	2-3
เนื้อเมล็ด	90.5	89-94
คัพภะ	3	-

ข้าว (Rice) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ และเป็นอาหารหลักของประชากรภายในประเทศส่วนใหญ่ใช้สำหรับบริโภค โดยการหุงต้มและเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าข้าวให้สูงขึ้น เมล็ดข้าวสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างหลากหลายการแปรรูปข้าวนั้นคุณภาพเมล็ดข้าวในการหุงต้มทำให้สุกและการทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ จะต้องเป็นที่ยอมรับ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้วย ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น เนื่องจากข้าวแต่ละพันธุ์ มีคุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างกัน เมล็ดข้าวสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย การแปรรูปข้าวนั้นคุณภาพเมล็ดข้าวในการหุงต้มทำให้สุกและการทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ จะต้องเป็นที่ยอมรับ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้วย ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น เนื่องจากข้าวแต่ละพันธุ์ มีคุณภาพเมล็ดทางกายภาพและเคมี ที่แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากข้าว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่

1. กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ใช้บริโภคเป็นอาหาร เช่น แป้งข้าว แป้งบริสุทธิ แป้งดัดแปร ก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ กวยจั๊บ ขนมจีนและแผ่นแป้ง ข้าวึ่ง (Parboiled rice) ข้าวหุงสุกเร็ว หรือข้าวกึ่งสำเร็จรูป (Quick cooking rice or Instant rice) ข้าวบรรจุกระป๋อง (Canned rice) ข้าวบรรจุภาชนะชนิดอ่อนตัว (Rice in retort pouch) ข้าวแช่เยือกแข็ง (Frozen rice) ข้าวเสริมโภชนาการหรือข้าวอนามัย (Enriched rice) และข้าวกล้องงอก (Germinated brown rice) ข้าวพองกรอบ ข้าวพองอัดแท่ง โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป ข้าวต้มกึ่งสำเร็จรูป สาโท ไวน์ข้าว ข้าวหมาก เป็นต้น

2. กลุ่มผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้จากข้าว เช่น ผลิตภัณฑ์จากรำข้าว ผลิตภัณฑ์จากแกลบ และผลิตภัณฑ์จากฟางข้าว (<https://thairicebuu.wordpress.com/คลังความรู้/ประโยชน์ทางโภชนาการ/ผลิตภัณฑ์จากข้าว/>)

ประเภทของข้าว

1) ข้าวโภชนาการสูง (High nutritious rice)

ข้าวโภชนาการสูง (High nutritious rice) คือ ข้าวที่มีคุณค่าทางอาหารในปริมาณสูงกว่าข้าวทั่วไป มีสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น สารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยชะลอการเสื่อมของเซลล์ และช่วยลดความเสี่ยงการเกิดมะเร็ง ได้แก่ แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) แกมมาโอไรซานอล (Gamma oryzanol)

วิตามินอีโทโคฟีรอล (Tocopherol) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และสารโพลีฟีนอล (Polyphenol) รวมทั้งมีแร่ธาตุต่างๆ ได้แก่ ธาตุเหล็ก สังกะสี และวิตามินบีหนึ่ง บีสอง บีสาม โอมะก้าสาม หก และโอเมก้าเก้า และสารไกลโคไซด์ ASGs (Acylylated steryl glucosides) ที่ช่วยในการทำงานของอินซูลิน และควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เป็นต้น

ข้าวโภชนาการสูง ส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มข้าวสีประเภท ข้าวกล้องที่มีสีแดง ม่วงเข้มและสีดำ สารที่มีคุณค่าทางอาหารจะพบที่บริเวณเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว ข้าวโภชนาการสูงมีหลายชนิด ได้แก่

1. กลุ่มข้าวสีม่วง เป็นข้าวที่มีรงควัตถุสีม่วง แกมมาโทโคไตรอินอล (Gamma-tocotrienol) และแกมมาออริซานอล (Gamma oryzanol) ที่อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายในน้ำมัน และสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายในน้ำคือ “สารแอนโทไซยานิน” และ “โปรแอนโทไซยานิน (Proanthocyanidin)” ซึ่งเป็นสารประกอบที่ช่วยลดไขมันอุดตันในเส้นเลือด บำรุงสายตา ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง เต้านม ปอด ภาวะอาหาร เม็ดเลือดขาว และเป็นยาบำรุงโลหิต กลุ่มเมล็ดข้าวสีดำหรือม่วง ประกอบด้วยข้าวเหนียวดำลิ้มผิว ข้าวเก่า ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ ข้าวหอมนิล ข้าวมะลิ นิลสุรินทร์ และข้าวไรซ์เบอร์รี่ เป็นต้น

2. กลุ่มข้าวสีแดง เป็นข้าวที่มีลักษณะเด่นคือประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานินส์ ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ และสารโพลีฟีนอล ประโยชน์ของกลุ่มข้าวสีแดง ช่วยในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ต้านอนุมูลอิสระ ชะลอการเสื่อมของเซลล์ ช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิต ลดอัตราเสี่ยงของการเป็นมะเร็ง ป้องกันโรคหัวใจ มีสาร GABA สูง มีประโยชน์ต่อระบบประสาทและสมอง ป้องกันโรคอัลไซเมอร์ มีกากใยอาหารสูง มีโปรตีนที่ช่วยชะลอความแก่ มีธาตุเหล็ก และฟอสฟอรัส ช่วยบำรุงโลหิต และป้องกันโรคความจำเสื่อม กลุ่มเมล็ดข้าวสีแดง ประกอบด้วยพันธุ์ข้าวทับทิมชุมแพ ข้าวสังข์หยด ข้าวหอมมะลิแดง ข้าวทับทิมโกเมน ข้าวหอมกุหลาบแดง และข้าวหอมกระดังงา

3. กลุ่มข้าวสีครีม/น้ำตาล เป็นข้าวที่มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสูง เช่น วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง ไนอาซิน วิตามินอี แร่ธาตุ ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก ทองแดง สังกะสี เป็นต้น มีสารขัดขวางการดูดซึมธาตุเหล็กน้อย มีน้ำตาลต่ำ ลดภาวะการดื้อของอินซูลิน เพิ่มขบวนการทำงานของตับอ่อนและเพิ่มปริมาณฮีโมโกลบินในเลือด กลุ่มข้าวสีครีม/น้ำตาล เช่น ข้าวกล้องสีนเหล็ก ข้าวฮาง (www.thairicedb.com/productintro-detail.php?id=11)

4. ข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ หรือที่เรียกกันว่า ข้าวซ้อมมือ เป็นข้าวที่สีเอาแต่เปลือกออกเท่านั้น เยื่อหุ้มเมล็ดข้าวที่มีสีน้ำตาลแกมแดง และจมูกข้าว ยังคงอยู่ครบ จึงเป็นข้าวที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร เกือบแร่ต่างๆ ที่มีอยู่ในข้าวกล้องประกอบด้วย แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และอื่นๆ โปรตีนที่มีอยู่ในข้าวกล้องมีประมาณ 7-12% แล้วแต่พันธุ์ข้าว มีงานวิจัยรายงานว่า การขัดสีข้าวกล้องจนขาว จะทำให้โปรตีนสูญเสียไปประมาณ 30% ของโปรตีนในข้าว วิตามินที่มีอยู่มากในข้าวกล้องก็คือ วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง และวิตามินบีรวม ข้าวกล้องมีวิตามินบีหนึ่งมากกว่าข้าวขาวประมาณ 4 เท่า ถ้ากินข้าวกล้องเป็นประจำจะป้องกันโรคเหน็บชา ซึ่งทำให้ผู้ป่วยมีอาการอ่อนเพลียเหนื่อยง่าย ปวดแสบเสียว ชาในขา แขนขาไม่มีแรง และถ้ามีอาการร้ายแรงจะมีอาการบวมตามขา หรือตามตัว เดินไม่ได้และหัวใจล้มเหลวได้

ข้าวหอมมะลิที่นิยมปลูกและบริโภคกันอย่างแพร่หลายคือพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 ความหอมของข้าวหอมมะลิ เกิดจากสารระเหยชื่อ 2-acetyl-1-pyrroline ดังนั้นการรักษาความหอมของข้าวหอมที่ดีต้องเริ่มตั้งแต่ การเก็บเกี่ยว การเก็บรักษาข้าวเปลือกการสีข้าว ชื่อเรียกว่า “ข้าวหอมมะลิ” นั้นมีที่มาจากสีของ

ข้าวที่ขาวเหมือนดอกมะลิ และมีกลิ่นหอมเหมือนใบเตย ลักษณะที่สำคัญของข้าวหอมมะลิ คือ เมื่อบึ่งหรือ นึ่งสุกแล้วเมล็ดข้าวสุกจะอ่อนนุ่มมากกว่าข้าวเจ้าทั่วไป แต่ร่วนน้อยกว่าและมีกลิ่นหอมของใบเตยมาก คุณค่าทางโภชนาการ มีดังนี้

เส้นใยอาหาร*	3.310 กรัม/100 กรัม
เหล็ก*	9.910 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
แคลเซียม*	85.910 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
สังกะสี*	26.640 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
วิตามินบี 1*	0.320 มิลลิกรัม/100 กรัม
วิตามินบี 2*	0.001 มิลลิกรัม/100 กรัม
วิตามินบี 6*	0.260 มิลลิกรัม/100 กรัม
วิตามินอี*	0.580 มิลลิกรัม/100 กรัม
	เทียบกับโทรลอกซ์ (วิตามินอีสังเคราะห์)
โปรตีน	7.060 กรัม/100 กรัม
สารประกอบโพลีฟีนอล**	0.421 มิลลิกรัม/100 กรัม เทียบกรดแกลลิก (GAE)
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ**	0.617 มิลลิกรัม/กรัม เทียบกับโทรลอกซ์ (TEAC)

* บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่ (Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.) Chiangmai Branch, 2550.

** ห้องปฏิบัติการคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Pharmaceutical Department Laboratory, Chiangmai University), 2550..

5. ข้าวกล้องหอมมะลิแดง มีคุณสมบัติเด่นทางด้านค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ จึงช่วยป้องกันและบรรเทาโรคเบาหวานได้ดี ข้าวหอมมะลิแดงที่หุงสุกแล้วทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำตาลกลูโคสในช่วงเวลา 20 นาทีแรกช้ากว่าข้าวเจ้าทั่วไป คือ 10.60 กรัมต่อ 100 กรัม และปริมาณน้ำตาลกลูโคสหลังจากย่อยผ่านไป 120 นาที มีค่าเพียง 8.59 กรัมต่อ 100 กรัม ข้าวหอมมะลิแดงจึงเป็นข้าวที่มีดัชนีน้ำตาลที่เหมาะสมกับการส่งเสริมให้ผู้บริโภคที่อยู่ในภาวะปกติ หรือผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

ในข้าวกล้องทุกชนิดจะมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ ทองแดง ธาตุเหล็ก เบต้าแคโรทีน วิตามินอี ลูทีน สูง ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระ หรือ แอนติออกซิแดนท์ (Antioxidant) คือ เป็นสารที่สามารถจับอนุมูลอิสระออกจากร่างกาย ในข้าวกล้องหอมมะลิแดง มีสารทองแดง ธาตุเหล็ก เบต้าแคโรทีน วิตามินอี และลูทีนสูง ซึ่งการบริโภคอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ จะช่วยลดอัตราการเกิดโรคมะเร็ง ลดอัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือดและหัวใจ โรคความจำเสื่อม โรคไขข้ออักเสบ แก่เร็ว ข้าวกล้องมีสารอาหารจำพวกแป้ง ไขมันไม่อิ่มตัว ไม่มีโคเรสเตอรอล โปรตีน ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย ฟอสฟอรัส ช่วยในการเจริญเติบโตของกระดูกและฟัน แคลเซียมช่วยลดอาการเป็นตะคริว วิตามินบีหนึ่ง ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา วิตามินบีสอง ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก ทองแดงช่วยในการสร้างเม็ดเลือด และเสริมใยอาหาร ป้องกันอาหารท้องผูก

ข้าวหอมมะลิแดงเป็นข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงเข้ม เมื่อบึ่งสุกนุ่ม เหนียว และมีกลิ่นหอมเหมือนข้าวดอกมะลิ 105 ด้านทานเปลือกกระดกสีน้ำตาลในสภาพธรรมชาติได้ดี ค่อนข้างด้านทานโรคไหม้ คุณภาพการขัดสีดี คุณภาพการหุงต้ม นุ่ม มีกลิ่นหอม ด้านทานโรคและแมลง ที่สำคัญเป็นข้าวที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแบบอินทรีย์ คุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญ มีดังนี้

ธาตุเหล็ก	12	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
สังกะสี	3.8	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ทองแดง	4.3	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
วิตามินอี	336.62	ไมโครกรัมต่อกรัม
เบต้าแคโรทีน	3.26	ไมโครกรัมต่อกรัม
ลูทีน	9.12	ไมโครกรัมต่อกรัม
โพลีฟีนอล	329.30	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

6. ข้าวสาลีเหล็ก ได้จากผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิล กับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ข้าวสาลีเหล็กเป็นข้าวสีขาวยาวที่มีกลิ่นหอม รูปร่างเมล็ดเรียวยาว ไม้ไวต่อช่วงแสง ปลูกได้ตลอดทั้งปี มีความต้านทานต่อโรคไหม้ข้าวสาลีเหล็กในฐานะเป็นข้าวหอมนุ่มที่มี คาร์โบไฮเดรตต่ำ-ปานกลาง เมื่อนำมาทดลองบริโภคในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวาน พบว่าการบริโภคข้าวกล้องสีเหล็ก ช่วยแก้ปัญหาเบาหวานได้ ทำให้สภาวะดีต่ออินซูลินลดลง และทำให้การทำงานของตับอ่อนดีขึ้น รวมทั้งช่วยทำให้ค่าเฉลี่ยของไตรกลีเซอไรด์ลดลง นอกจากนี้ข้าวสาลีเหล็กยังมีธาตุเหล็กในเมล็ดสูง ข้าวพันธุ์นี้ได้ผ่านการประเมินคุณสมบัติความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็ก ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและในมนุษย์ โดยพบว่าการส่งเสริมการบริโภคข้าวสาลีเหล็กในเด็กนักเรียนที่มีภาวะพร่องธาตุเหล็กทำให้ระดับฮีโมโกลบินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

คุณสมบัติทางโภชนาการในข้าวกล้อง (<http://dna.kps.ku.ac.th/>)

เหล็ก	15-21	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
สังกะสี	26.9	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
โอเมก้า 3 (Omega-3)	22.4	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
แกมมาโอไรซานอล (Gamma oryzanol)	372	ไมโครกรัมต่อกรัม
วิตามินอี	680	ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม
โฟเลต	20.35	ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม
ค่าดัชนีน้ำตาล	58	

7. ข้าวหอมนิล เป็นข้าวที่ได้รับการคัดเลือกและพัฒนาจนได้ข้าวที่มีเมล็ดข้าวกล้องเรียวยาวสีม่วงเข้ม ข้าวกล้องจากข้าวหอมนิลเมื่อหุงสุกจะนุ่ม เหนียว หอม ข้าวสารหุงสุกมีสีม่วงอ่อน นุ่ม และมีกลิ่นหอมเช่นกัน คุณสมบัติที่สำคัญของข้าวเจ้าหอมนิลคือ ข้าวกล้องมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 12.5 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70 อะมิโลส (Amylose) ร้อยละ 16 และยังประกอบด้วยธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง แคลเซียม และโพแทสเซียม สูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิ ข้าวหอมนิลมีเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีม่วงเข้มประกอบด้วยสารแอนโทไซยานินส์ โพรแอนโทไซยานิน ไปโอฟลาโวนอยด์ และวิตามินอี ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ รำและจมูกข้าวมีวิตามินอี วิตามินบี กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง สารแอนโทไซยานินที่มีจะช่วยลดการอักเสบของเนื้อเยื่อ ช่วยลดไขมันอุดตันในเส้นเลือดที่หัวใจและสมอง ช่วยบำรุงสายตาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการมองเห็นเวลามองตอนกลางคืน

คุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญ (www.thairicedb.com/rice-detail.php?id=16)

โปรตีน	12.56	มิลลิกรัม
คาร์โบไฮเดรต	70	มิลลิกรัม
เหล็ก	3.26	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
สังกะสี	2.9	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
แคลเซียม	4.2	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
โพแทสเซียม	339.4	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
ทองแดง	0.1	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

การเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ข้าวคุณภาพดี

การทำนาของเกษตรกรส่วนใหญ่ มุ่งเน้นที่ผลผลิตสูงเพียงอย่างเดียวโดยไม่ค่อยคำนึงถึงคุณภาพ เนื่องจากไม่มีแรงจูงใจเรื่องความแตกต่างของราคาข้าวที่มีคุณภาพสูงและคุณภาพต่ำ นักวิชาการหรือภาครัฐบาลพยายามถ่ายทอดเทคโนโลยีในการผลิตข้าวให้ได้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพดีแก่เกษตรกร เทคโนโลยีเหล่านี้จำเป็นต้องถ่ายทอดให้ความรู้กับผู้ประกอบการผู้รับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกรด้วย เพื่อความเข้าใจในเทคโนโลยีการผลิตทั้งสองฝ่ายและเกษตรกรมีกำลังใจในการทำอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ประเทศไทยผลิตข้าวคุณภาพดีและส่งข้าวออกขายต่างประเทศมาช้านาน ทุกฝ่ายจะต้องช่วยกันรักษาชื่อเสียงด้านคุณภาพข้าวไทยให้ดำรงอยู่ต่อไป นักวิชาการ นักส่งเสริมการเกษตร สหกรณ์การเกษตร เกษตรกร และผู้ประกอบการรับซื้อข้าว และโรงสี ควรมีความรู้ ความเข้าใจและเห็นความสำคัญของเมล็ดพันธุ์ข้าว การเตรียมดิน การดูแลรักษาข้าวในนา การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยว เพราะหลังจากที่ทำนาหรือหรือปฏิบัติดูแล รักษาข้าวในนาเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีข้าวพันธุ์อื่นปนข้าว ในรวงสมบูรณ์จนถึงระยะข้าวสุกแก่ หากปฏิบัติในการเก็บเกี่ยว นวด ตาก ทำความสะอาด และเก็บรักษาไม่ถูกต้อง ก็เกิดความสูญเสียข้าวขึ้นอย่าง มากมาย เมื่อคำนวณเป็นผลผลิตหรือมูลค่าความสูญเสียที่ควรจะได้ในการผลิตข้าวคุณภาพดีของประเทศ

การสูญเสียของข้าวในการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

1. การสูญเสียข้าวทางด้านปริมาณ ซึ่งทำให้ผลผลิต หรือน้ำหนักข้าวที่ควรจะได้ลดลง เกิดเนื่องจากการร่วงหล่นขณะเก็บเกี่ยวไม่หมด รวงข้าวตกหล่นในแปลงนาก่อนการนวดที่มีข้าวติดไปกับเศษฟางมากเกินไป ลูกนก หนูแมลงทำลาย เมล็ดข้าวแตกหักมาก เป็นต้น
2. การสูญเสียข้าวทางด้านคุณภาพ เช่น คุณภาพการสีต่ำหรือลดลง เกิดขาวเมล็ดเหลือง เมล็ดขึ้นรา ข้าวขึ้นรา มีกลิ่นเหม็น หรือในกรณีของเมล็ดพันธุ์ เช่น เสื่อมความงอกเร็ว มีความงอกต่ำกว่ามาตรฐาน

การสูญเสียข้าวทางด้านปริมาณ

การศึกษาเบื้องต้นความสูญเสียของข้าว ขณะเก็บเกี่ยวและหลังเก็บเกี่ยว ในสถานีทดลองข้าว 9 แห่งใช้ข้าว 15 พันธุ์ พบว่ามีความสูญเสียข้าวเปลือกรวม 16.83% โดย น้ำหนัก ความสูญเสียแยกออกตามขั้นตอนของการปฏิบัติงาน ดังนี้

ตารางที่ 2 ความสูญเสียของข้าวจากการทดลองในสถานีทดลองข้าว 9 แห่ง และสถาบันวิจัยข้าว

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ความสูญเสีย (% โดยน้ำหนัก)
การเก็บเกี่ยว	3.83
การตาก-มัดฟ่อน	1.03
การขนย้ายไปนวด	0.27
การนวด	3.99
การทำความสะอาด	1.79
การขนใส่ภาชนะหรือยุ้งฉาง	0.92
การเก็บรักษา (นาน 8 เดือน)	5.00 (เนื่องจากแมลงศัตรู)
รวม	16.83

ประเทศไทยผลิตข้าวได้อย่างต่ำปีละ ประมาณ 22 ล้านตันข้าวเปลือก อย่างต่ำปีละประมาณ 22 ล้านตันข้าวขาวเปลือก เมื่อคิดปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอน 16.83% จะมีข้าวเปลือกสูญเสียไปปีละ 3.3 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 1.68 หมื่นล้านบาท (คิดราคา ข้าวเปลือกตันละ 5,000 บาท) ถ้าสามารถลดความสูญเสียของข้าวด้านปริมาณหลังการเก็บเกี่ยวให้น้อยลงก็จะเป็นการช่วยเพิ่ม ผลผลิตข้าวให้น้อยลง ก็จะเป็น การช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวให้สูงขึ้นอีกทางหนึ่ง

การเก็บรักษาข้าวเปลือกหลังเก็บเกี่ยว

เป้าหมายหลักของการเก็บรักษาข้าว คือต้องมีการสูญเสียของข้าวในขณะที่เก็บรักษาน้อยที่สุดทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ หลักการเก็บรักษาโดยทั่วไปคือ ควรเก็บรักษาข้าวไว้ในสภาพหรือโรงเก็บที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศต่ำ(ในที่แห้งและเย็น)

การเก็บรักษาข้าวโดยทั่วไป แบ่งออกได้เป็น 4 วิธี ได้แก่

1. การเก็บในสภาพปกติ ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ หมายถึง การเก็บข้าวไว้ในโรงเก็บปกติที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเก็บ เป็นวิธีที่นิยมใช้อยู่เป็นส่วนใหญ่ เพราะมีการลงทุนน้อย และเสียค่าใช้จ่ายต่ำ แต่โอกาสที่จะเกิดความเสียหายในระหว่างการเก็บรักษามีสูง เช่น การเก็บในโรงเก็บหรือยุ้งฉางของเกษตรกร โรงสีหรือโกดังส่งออกข้าวขนาดใหญ่ๆ
2. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว เช่น การเก็บข้าวไว้ในตู้แช่ ตู้เย็น หรือไนโซโลเก็บข้าวที่มีการเป่าลมเย็น เป็นต้น
3. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ได้แก่ การเก็บข้าวไว้ในภาชนะเก็บที่มิดชิด สามารถป้องกันการเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกของอากาศได้ เช่น การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในปีปลงกะสี หรือ polyethylene bags เป็นต้น การเก็บข้าวในสภาพปิดเช่นนี้ ความชื้นของข้าวจะเป็นตัวกำหนดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในภาชนะที่เก็บ ถ้าความชื้นของข้าวต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะต่ำ ข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายน้อย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของข้าวสูง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะสูง ข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายสูง ดังนั้น การเก็บรักษาข้าวด้วยวิธีนี้ ข้าวควรมี

ความชื้นก่อนเก็บต่ำ ทั้งนี้ขึ้นกับระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปความชื้นไม่ควรเกิน 10% วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผลดี และมีค่าใช้จ่ายต่ำ

4. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในสามารถป้องกันและลดความเสียหายของข้าวได้ดี เก็บรักษาข้าวให้คงคุณภาพดี ได้เป็นเวลานาน แต่มีการลงทุน และเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลสูง เช่นการเก็บบอญักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวในธนาคารเชื้อพันธุ์

วิธีปฏิบัติในการเก็บรักษาข้าว

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเก็บรักษาข้าว คือการรักษาปริมาณและคุณภาพข้าวที่เก็บให้คงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาข้าวได้แก่

1. ความชื้นของข้าวที่จะเก็บ โดยทั่วไปความชื้นของข้าวไม่ควรสูงเกิน 14% ถ้าเป็นเมล็ดพันธุ์ ความชื้นไม่ควรเกิน 12%
2. ความสะอาด ข้าวที่จะเก็บต้องสะอาดไม่มีสิ่งเจือปน เช่น เศษฟาง ตอซัง วัชพืช กรวด หิน ดิน ทราเย เพราะสิ่งเหล่านี้ดูดความชื้นได้ดี ทำให้ข้าวมีความชื้นเพิ่มขึ้นในขณะที่เก็บรักษา
3. การปลอดจากโรค แมลง ศัตรูต่างๆ ข้าวที่จะนำเข้าเก็บต้องปลอดจากโรค แมลง และศัตรูต่างๆ หากพบควรหาวิธีป้องกันกำจัดที่ถูกต้องและเหมาะสม
4. การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเก็บให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม
5. ลักษณะและสถานที่ตั้งของโรงเก็บ โรงเก็บที่ดีควรตั้งอยู่บนที่ดอน และแห้ง มีการระบายน้ำดี เพื่อป้องกันน้ำท่วม รอบๆบริเวณโรงเก็บต้องสะอาด โปร่ง ไม่มีต้นไม้ใหญ่ขึ้นปกคลุม สภาพโรงเก็บต้องมีผนังปิดมิดชิด แฉนวนหนา มีหลังคากันแดด กันฝน น้ำค้าง ควรยกพื้นสูงเพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศด้านล่างตามช่องเปิดต่างๆ ควรมีตาข่ายป้องกัน นก หนู และสัตว์ศัตรูต่างๆ
6. การจัดการในขณะที่เก็บรักษา ควรมีการตรวจสอบข้าวที่เก็บและโรงเก็บเป็นระยะๆ

แมลงศัตรูในโรงเก็บและการป้องกันกำจัด

1. ผีเสื้อข้าวเปลือก (Sitotroga cerealella Olivier)

ผีเสื้อข้าวเปลือก (Angoumois Grain moth: Sitotroga cerealella Olivier) เป็นแมลงศัตรูสำคัญที่สุดของข้าวเปลือก เข้าทำลายโดยการวางไข่ที่เมล็ดข้าวเปลือก ตั้งแต่ยังอยู่ในนา ตัวอ่อนจะอาศัยและกัดกินภายในเมล็ดจนเหลือแต่เปลือก เมื่อเข้าไปในยุ้งฉาง หรือโรงสี จะเห็นผีเสื้อข้าวเปลือกบินหรือเกาะอยู่บนกองข้าว ดังนั้นการทำลายจึงมักจะมีเฉพาะส่วนบนของกองข้าวเท่านั้น การทำลายของผีเสื้อข้าวเปลือกจะสูงเมื่อทำการเก็บเกี่ยวล่าช้า

ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อที่มีขนาดเล็กมาก สีน้ำตาลอ่อน เมื่อกางปีกออกยาวประมาณ 12 มิลลิเมตร ปีกหลังมีสีออกเทา ตามปีกมีขนยาวๆเป็นแผงซึ่งมีความยาวมากกว่าความกว้างของปีก ปลายปีกจะโค้งแหลมยื่นออกไป เมื่อเกาะอยู่ปีกจะหุบขนานกับลำตัว ไข่มีสีขาวรูปยาวรี และจะฟักภายใน 4-6 วัน ตัวอ่อนจะเจาะเข้าไปอาศัยในเมล็ด ประมาณ 26-35 วัน ก็จะเข้าดักแด้ ระยะดักแด้ 3-6 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยจะเจาะผิวเมล็ดออกมา ทำให้เมล็ดเป็นรู และมีชีวิตอยู่ได้เพียง 3-7 วัน วงจรชีวิตใช้เวลา 36-42 วัน

2. มอดข้าวเปลือก (*Rhyzopertha dominica* F.)

มอดข้าวเปลือก (Lesser Grain Borer: *Rhyzopertha dominica* F.) เป็นแมลงศัตรูสำคัญของข้าวเปลือก ทั้งตัวอ่อน และตัวเต็มวัย โดยตัวอ่อนจะอาศัยและกัดกินอยู่ภายในเมล็ด จนกลายเป็นตัวจึงเจาะออกมาจากเมล็ด ทำให้เมล็ดเหลือแต่เปลือก ส่วนตัวเต็มวัยจะแทะเล็มเมล็ดให้เป็นรอยหรือเป็นรู และสามารถบินได้ไกล จึงทำให้ระบาดไปยังโรงเก็บอื่นๆได้ง่าย

ตัวเต็มวัยมีรูปร่างทรงกระบอกสีน้ำตาลเข้มปนแดง มีความยาว 2.5-3.0 มิลลิเมตร ส่วนหัวสั้นและงุ้มซ่อนอยู่ใต้อกปล้องแรก เมื่อมองดูด้านบนจะเห็นส่วนของอกเป็นหัว จึงทำให้มีชื่อว่า มอดหัวป้อม ไข่เมื่อฟักเป็นตัวหนอนมีลักษณะขาวขุ่น ระยะตัวอ่อน 21-28 วัน และเข้าดักแด้ภายในเมล็ด 6-8 วัน แล้วจึงเจาะเมล็ดออกมาเมื่อเป็นตัวเต็มวัย วงจรชีวิตใช้เวลา 1 เดือนขึ้นไป ตัวเต็มวัยมีชีวิตรอดอยู่นาน 5 เดือน หรือมากกว่า

3. ดั้วงวงข้าว (*Sitophilus* spp.)

ดั้วงวงเป็นแมลงที่พบทำลายทั้งข้าวเปลือก และข้าวสาร ตัวเต็มวัยของดั้วงวงมีสีน้ำตาลดำ ยาวประมาณ 2.0-3.0 มิลลิเมตร ส่วนหัวจะยื่นออกมาข้างวง สามารถบินออกไปทำลายเมล็ดพืชตั้งแต่ยังอยู่ในไร่ นา ตัวเมียวางไข่บนเมล็ดขณะที่เมล็ดเริ่มสุกแก่ ไข่จะฟักในระยะ 3-6 วัน ตัวอ่อนสีขาว ลำตัวสั้นป้อมและอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ด ระยะตัวอ่อน 20-30 วัน จึงเข้าดักแด้ นาน 3-7 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัย จะเจาะผิวเมล็ดออกมาทำให้เมล็ดเป็นรู วงจรชีวิตใช้เวลา 30-40 วัน ตัวเต็มวัยมีชีวิตรอดได้นาน 1-2 เดือนหรือมากกว่า

4. ผีเสื้อข้าวสาร (*Corcyra cephalonica* Stainton)

ผีเสื้อข้าวสาร (Rice moth: *Corcyra cephalonica* Stainton) เป็นแมลงศัตรูของข้าวสาร โดยเฉพาะข้าวสารที่เก็บไว้เป็นเวลานาน ทำให้ข้าวสารเสื่อมคุณภาพจนไม่สามารถบริโภคได้ เกิดจากตัวอ่อนของผีเสื้อข้าวสารไปซุกใยอยู่ระหว่างเมล็ดข้าว ทำให้ข้าวสารติดกันเป็นกลุ่ม และตัวอ่อนจะอาศัยแทะเล็มข้าวสารอยู่ในไยนั้น นอกจากนี้ยังขับถ่ายของเสียออกมาเป็นเม็ดเล็กๆ กระจายอยู่เต็มกองข้าว ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อขนาดกลางสีน้ำตาลอ่อน ไข่จะฟักใน 4-5 วัน เป็นตัวอ่อนสีขาวปนเทา ตัวอ่อนจะสร้างใยปกคลุมตัวเองไว้ ระยะตัวอ่อน 28-41 วัน จึงเข้าดักแด้ในปลอกที่สร้างขึ้นภายหลัง ระยะดักแด้ 6-13 วัน จึงเป็นตัวเต็มวัย วงจรชีวิตใช้เวลา 30-40 วัน

การป้องกันกำจัด มี 2 วิธี คือ

1. การป้องกันกำจัดโดยไม่ใช้สารเคมี มีข้อควรปฏิบัติ คือ

1.1 การรักษาความสะอาดและการจัดการโรงเก็บ ควรเตรียมความพร้อมของสภาพโรงเก็บ ทำความสะอาดพื้นและส่วนต่างๆของโรงเก็บ ทั้งภายในและภายนอก ก่อนที่จะนำข้าวเข้าเก็บรักษา และต้องดูแลทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา จะทำให้การแพร่ระบาดทำลายของแมลงน้อยลง

1.2 การลดความชื้นในเมล็ด ก่อนนำเข้าเก็บรักษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากช่วยป้องกันการเข้าทำลายของแมลงแล้ว ยังทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น การลดความชื้นเมล็ดลงเหลือ 10% จะพบแมลงทำลายน้อย หากลดความชื้นในเมล็ดต่ำกว่า 8% มักไม่พบแมลงทำลาย

1.3 การควบคุมโดยใช้อุณหภูมิ

ความร้อน การใช้อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ติดต่อกันจะทำให้แมลงบางชนิดหยุดการเจริญเติบโตและตายได้ และหากใช้อุณหภูมิระหว่าง 55-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรืออุณหภูมิระหว่าง 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จะทำให้แมลงทุกชนิดตายหมด

ความเย็น การเก็บเมล็ดข้าวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส จะทำให้แมลงหยุดการเจริญเติบโต และขยายพันธุ์ได้ และแมลงจะตายหมดที่อุณหภูมิ -2 ถึง -5 องศาเซลเซียส

1.4 การเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศ หรือภาชนะที่ปิดมิดชิด แมลงต้องการออกซิเจนเพื่อการหายใจ เมื่ออยู่ในที่ไม่มีอากาศผ่านก็ทำให้แมลงตายได้

1.5 การใช้สารหรือวัสดุบางอย่างคลุกกับเมล็ด เช่น ปูนขาว ชี้เถ้า แกลบ ทราฮาย หรือส่วนของพืช เช่น เมล็ดสะเดา พริกไทย และเปลือกส้ม สามารถลดการทำลายของแมลงบางชนิดได้

2. การป้องกันและกำจัดโดยใช้สารเคมี

เป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติ เพราะเป็นการป้องกันและกำจัดที่ได้ผลและรวดเร็ว แต่ต้องคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ของเมล็ดพืช ถ้าใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ก็อาจใช้สารเคมีที่ออกฤทธิ์นาน และอัตราสูงได้ แต่ถ้าใช้ในเมล็ดเพื่อการบริโภค ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค โดยใช้สารที่สลายตัวได้ในเวลาที่กำหนด และควรใช้ในตามคำแนะนำ

สารฆ่าแมลงที่ใช้สำหรับผลิตผลในโรงเก็บ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 สารฆ่าแมลง มีทั้งชนิดของเหลว และผง มีคุณสมบัติในการฆ่าแมลงทั้งถูกตัวตาย กินแล้วตาย หรือได้กลิ่นหรือไอระเหยตาย สารฆ่าแมลงที่มีความเป็นพิษต่ำ ในกลุ่มออร์แกโนฟอสฟอรัส ได้แก่ fenitrothion (ชื่อการค้า :Sumithion) chlorpyrifos methyl (ชื่อการค้า :Reldan) methacrifos (ชื่อการค้า :Damfin) และ dichlorvos ในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ ได้แก่ permethrin, cypermethrin (ชื่อการค้า :K-orthene) deltamethrin (ชื่อการค้า :Ripcord) และ betacyfluthrin

2.2 สารรม เป็นสารเคมีที่เป็นพิษ ในรูปของไอหรือควัน มีลักษณะเป็นเม็ด ของเหลว หรือ ก๊าซ สารพิษจะออกฤทธิ์ในรูปก๊าซ มีผลทำให้แมลงตาย สารที่สำคัญและนิยมใช้ คือ

1) การพ่นภายในและภายนอกโรงเก็บ เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีแมลงรอดชีวิตอยู่ ควรกระทำหลังทำความสะอาดโรงเก็บ ก่อนที่จะนำผลิตผลเข้าเก็บ โดยใช้สารฆ่าแมลง เช่น phoxim, fenitrothion และ chlorpyrifos methyl อัตรา 0.5-2.0 g.ai/m². พ่นตามพื้นและฝาโรงเก็บให้ทั่ว

2) การพ่นแบบหมอกควัน โดยใช้เครื่องพ่นหมอกควัน พ่นไปบนกองเมล็ดพืชที่เก็บไว้ในยุ้งฉางโรงเก็บ หรือห้องที่มีสภาพปิดได้มิดชิด วิธีนี้สามารถกำจัดผีเสื้อข้าวเปลือก ได้เป็นอย่างดี สารฆ่าแมลงที่ใช้คือ fenitrothion อัตรา 20 มิลลิลิตร หรือ esbioallethrin deltamethrin (DeltacideR) อัตรา 5 มิลลิลิตร ผสมน้ำมันโซล่า 100 มิลลิลิตร ต่อข้าวเปลือก 6 ตัน

คุณภาพข้าว

คุณภาพข้าวขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ หรือการบริโภค ข้าวส่วนใหญ่มีค่าขาย และบริโภคกันในรูปของเมล็ดข้าวที่หุงต้มทั้งเมล็ด ดังนั้นคุณภาพทางกายภาพจึงเป็นปัจจัยสำคัญ นอกจากนี้ความนิยมในการบริโภคข้าวก็เป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจเลือกข้าว ในการค้ามักพิจารณาจาก

คุณลักษณะทางกายภาพเป็นหลัก เนื่องจากเป็นสิ่งที่ปรากฏเด่นชัด ดังนั้นคุณภาพข้าวแบ่งออกเป็น 4 ประเภท

- คุณภาพทางกายภาพ
- คุณภาพการสี
- คุณภาพในการซื้อขาย
- คุณภาพทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน

1. คุณภาพทางกายภาพ (Grain physical quality) หมายถึง คุณสมบัติภายนอกของเมล็ดที่เห็นได้ง่าย สามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้เช่น ชั่ง ตวง วัด การซื้อขายข้าวยังใช้คุณสมบัติเมล็ดข้าวทางกายภาพในการจำแนกเกรดข้าวทุกชนิด ทั้งนี้มีความชัดเจนและตรวจสอบได้รวดเร็วซึ่งจำแนกเป็น

1.1 สีข้าวเปลือก เป็นลักษณะประจำพันธุ์ ซึ่งมีสีขาวหรือฟาง มีส่วนในการตั้งชื่อพันธุ์ข้าวในอดีต สีข้าวเปลือกจะพบมีสีขาว ฟาง ม่วง และดำ



รูปที่ 3 สีข้าวเปลือก

1.2 สีข้าวกล้อง เมื่อกะเทาะเปลือกข้าวออกเป็นข้าวกล้อง สีของข้าวกล้องส่วนใหญ่มีสีขาว บางพันธุ์มีสีแดงน้ำตาลหรือสีม่วงจนเกือบดำ ซึ่งถือว่าเป็นสีที่มีคุณภาพเฉพาะและนิยมบริโภคเพื่อคุณภาพทางด้านโภชนาการหรือเป็นขนม เช่นข้าวแดง ข้าวเหนียวดำ ข้าวกล้องชนิดนี้ถ้าเป็นสีล้วนๆ จะมีราคาสูง แต่ถ้าปนข้าวขาวคุณภาพและราคาจะด้อยลง

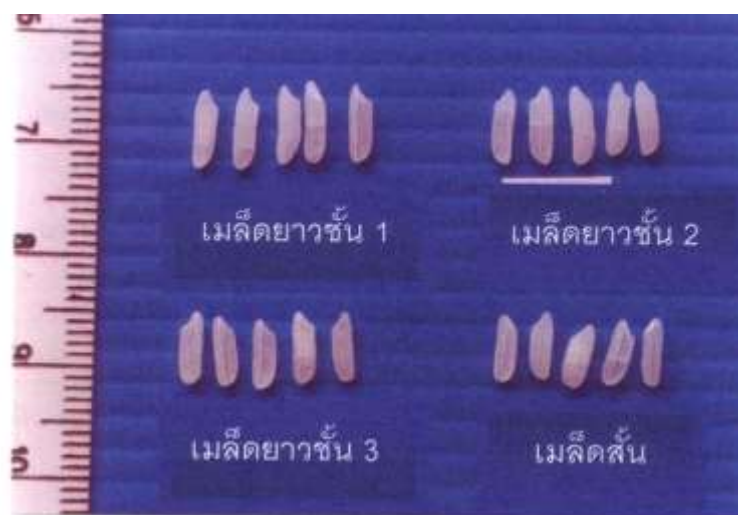


รูปที่ 4 สีข้าวกล้อง

1.3 ขนาดของเมล็ด (Grain size) วัดจาก ความยาว กว้าง หนาของเมล็ด แต่ในการพิจารณาคุณภาพเมล็ดทั่วไปจะหมายถึงความยาวของเมล็ด มาตรฐานข้าวไทยกำหนดชั้นของเมล็ดเป็น 4 ขนาด เช่นเดียวกับมาตรฐานกำหนดชั้นของเมล็ดของสหรัฐอเมริกา แต่มีขนาดแตกต่างกัน ชั้นของเมล็ดข้าวตามมาตรฐานข้าวไทยและสหรัฐอเมริกา

ตารางที่ 3 ขนาดของเมล็ดข้าว

ชั้นของเมล็ด	ไทย	สหรัฐอเมริกา
	(มม.)	(มม.)
เมล็ดยาวชั้น 1(Extra long)	>7.0	>7.50
เมล็ดยาวชั้น 2(Long)	6.6-7.0	6.61-7.50
เมล็ดยาวชั้น 3(Medium)	6.2-6.6	5.51-6.60
เมล็ดสั้น (Short)	<6.2	<5.50



รูปที่ 5 ขนาดของเมล็ดข้าวแบบต่างๆ

1.4 รูปร่างเมล็ด ประเมินจากอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง ดังนี้

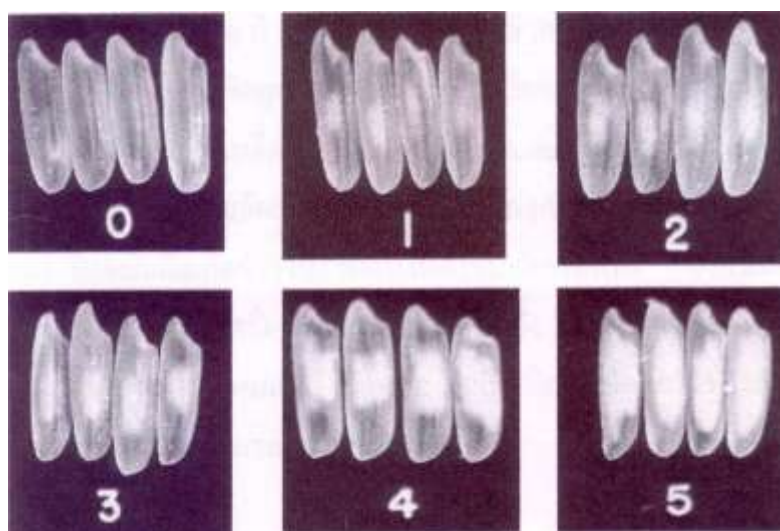
ตารางที่ 4 รูปร่างของเมล็ดข้าว

รูปร่างเมล็ด	ความยาว/ความกว้าง
เรียว (Slender)	มากกว่า 3.0
ปานกลาง (Medium)	2.0-3.0
ป้อม (Bold)	น้อยกว่า 2.0



รูปที่ 6 รูปร่างของเมล็ดข้าว

1.5 ข้าวท้องไข่ (Chalky grain) เป็นจุดศูนย์กลางทึบแสงในเมล็ดข้าวเจ้า ซึ่งเกิดจากการจับตัวอย่างหลวมๆ ระหว่างผลึกแป้ง (starch granule) ,กลุ่มแป้ง (starch compound) และโปรตีน (protein body) ทำให้เกิดช่องอากาศเล็กๆภายในเมล็ด จึงเห็นเป็นลักษณะทึบแสง จุดศูนย์กลางนี้มีขนาดแตกต่างกัน ตำแหน่งท้องไข่อาจเกิดขึ้นตรงกลางเมล็ด (white center), จากด้านท้องที่อยู่ข้างเดียวกับคัพพะ (white belly) หรือจากด้านหลัง (white back) ข้าวไทยส่วนมากเป็นท้องไข่น้อยเป็นประเภท white belly ข้าวท้องไข่ไม่นิยมในวงการค้าข้าวเพราะไม่สวยและคุณภาพการสีไม่ดี ข้าวหักมาก ข้าวท้องไข่ นอกจากควบคุมด้วย พันธุกรรม สภาพแวดล้อม เช่น แหล่งปลูก ฤดูกาล อุณหภูมิ และการใส่ปุ๋ย



รูปที่ 7 ข้าวท้องไข่

1.6 ความใสของเมล็ด หมายถึง ความทึบแสง (Opaque) หรือความใส (Translucence) ของเนื้อข้าวสารทั้งเมล็ด

2. คุณภาพการสี เป็นการตรวจสอบข้าวอย่างหนึ่ง โดยนำข้าวเปลือกมาผ่านกระบวนการขัดสี ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนพื้นฐาน 4 ขั้นตอน คือ

1. การทำความสะอาด (Cleaning) เพื่อกำจัดระแง่ ใบ เมล็ดลีบ เมล็ดวัชพืช ดิน หิน กรวด ทราย สิ่งสกปรกอื่น ๆ ออก
2. การกะเทาะ (Hulling) เป็นการทำให้เปลือกข้าวหลุดออกจากเมล็ด สิ่งที่ไต่จากขั้นตอนนี้ คือ แกลบ และข้าวกล้อง
3. การขัดขาว (Whitening) เพื่อให้รำหลุดจากเมล็ดข้าวกล้อง สิ่งที่ไต่ คือ รำ และข้าวสาร
4. การคัดแยก (Grading) คือการแยกข้าวสารออกเป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว และข้าวหัก ขนาดต่างๆ ออกจากกัน

ข้าวคุณภาพดี ควรสีได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวมาก โดยมีข้าวหักน้อย ปัจจัยที่ทำให้ข้าวหักในระหว่างการสี คือ เมล็ดยาวมาก เมล็ดบิดเบี้ยว หรือไม่สมบูรณ์ เมล็ดมีท้องไข หรือ เมล็ดอ่อน การเกิดเมล็ดร้าวก่อนการสี ซึ่งอาจเกิดจากการเก็บเกี่ยวข้าวแช่น้ำ หรือเก็บเกี่ยวช้า รวมทั้งการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวไม่เหมาะสม

คุณภาพการสีของข้าวประเมินจากปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว ข้าวที่มีคุณภาพการสีดี เมื่อผ่านกระบวนการขัดสีแล้ว จะได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวสูง มีปริมาณข้าวหักน้อย ดังนั้น การประเมินคุณภาพการสีของข้าวจึงเกี่ยวข้องกับการแปรสภาพข้าว หรือการสีข้าว สิ่งที่ไต่จากการสีข้าว ได้แก่

- 1) แกลบ ประมาณ 20-24% ของข้าวเปลือก เป็นส่วนผสมของเปลือกเมล็ด กลีบเลี้ยง ฟาง และข้าวเมล็ด
- 2) รำ ประมาณ 8-10% ของข้าวเปลือก เป็นส่วนผสมของเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด คัพภะ และฝิวนอกๆ ของข้าวสาร
- 3) ข้าวสาร ประมาณ 68-70% ของข้าวเปลือก ข้าวสารที่ได้จากการขัดขาวจะถูกนำไปคัดแยก เป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว และข้าวหัก ในปริมาณมาก น้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับคุณภาพข้าวเปลือกก่อนสี หากข้าวเปลือกมีคุณภาพดี จะได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวสูง ข้าวหักน้อย

3. คุณภาพในการซื้อขาย

การประเมินคุณภาพข้าวในการซื้อขายนั้น สิ่งที่กำหนดราคาข้าว ได้แก่

1) ความชื้น มีบทบาทสำคัญในการกำหนดราคาข้าว ข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม และลดความชื้นอย่างเหมาะสม เหลือ 13-15% จะมีราคาสูงกว่าข้าวที่มีความชื้นสูง เนื่องจากข้าวแห้งที่มีความชื้นเหมาะสม สามารถทำการสีได้ โดยไม่ต้องนำมลดความชื้นอีก แต่หากรับซื้อข้าวที่มีความชื้นสูง ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลดความชื้น และสูญเสียน้ำหนักข้าวหลังการลดความชื้น ดังนั้น ข้าวที่มีความชื้นเกินกำหนดจึงถูกตัดราคา

2) ลักษณะทางกายภาพของข้าว โดยการกะเทาะ และขัดสีเพื่อประเมินสีข้าวกล้อง ท้องไข ความใส ชุ่นของเมล็ด และสิ่งเจือปนอื่นๆ เช่น ข้าวแดง ข้าวเหลือง ข้าวเสีย หรือข้าวชนิดอื่นปน เป็นต้น ซึ่งลักษณะเหล่านี้ในปริมาณต่างๆกัน จะเป็นตัวกำหนดราคาข้าว

3) คุณภาพการสี เพื่อประเมินผลของการแปรสภาพจากข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร ปริมาณข้าวรวม ข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักขนาดต่างๆ และปลายข้าว ซึ่งผลได้จากการขัดสีของข้าวที่รับซื้อ จะเป็นค่าที่โรงสีใช้ประเมินผลได้จากการแปรสภาพในโรงสีจริง โดยทั่วไปโรงสีจะตั้งเกณฑ์ขั้นต่ำของผลได้จากการขัดสีของข้าวที่รับซื้อ หากข้าวที่เกษตรกรนำมาจำหน่ายมีผลได้จากการขัดสีต่ำกว่าเกณฑ์ จะถูกตัดราคา

4) ประเภทของข้าว ข้าวคุณภาพดี ตามความต้องการของตลาดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เช่นข้าวหอมมะลิ มักมีราคาดีกว่าข้าวขาว

4. คุณภาพทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน (cooking and eating quality)

เป็นคุณภาพที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อ ทั้งนี้เพราะความชอบข้าวสุกของแต่ละคนแตกต่างกัน ตั้งแต่ข้าวเหนียวนุ่มจนไปถึงข้าวร่วนแข็ง คุณภาพการหุงต้ม สามารถคาดคะเนโดยคุณสมบัติเคมีทางเคมี (Grain chemical properties) ปัจจัยที่ทำให้ข้าวพันธุ์ต่างๆมีคุณภาพของข้าวสุกแตกต่างกันดังนี้

4.1 ปริมาณแอมิโลส (Apparent amylose content) แบ่งข้าวประกอบด้วย องค์ประกอบย่อย 2 ส่วน คือ อมิโลเปคติน (Amylopectin) และแอมิโลส (Amylose) สัดส่วนขององค์ประกอบย่อยดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพข้าวสุก เช่น แบ่งข้าวเหนียวมีต่อมิโลเปคติน หรือมีแอมิโลส ปนอยู่เพียงเล็กน้อย ในแบ่งข้าวเจ้าจะมีแอมิโลสปนอยู่ประมาณ 10-34% ปริมาณแอมิโลสเป็นสาเหตุทำให้ข้าวสุกมีความเหนียวลดลงหรือร่วนมากขึ้นและทำให้ข้าวนุ่มน้อยลงด้วย ได้จัดแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณแอมิโลส ดังนี้

ตารางที่ 5 ปริมาณแอมิโลสในข้าวประเภทต่างๆ

ประเภทข้าว	ปริมาณแอมิโลส(%)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0-2	เหนียวมาก
ข้าวเจ้า		
ข้าวแอมิโลสต่ำ	10-19	เหนียวนุ่ม
ข้าวแอมิโลสปานกลาง	20-25	ค่อนข้างร่วนไม่แข็ง
ข้าวแอมิโลสสูง	26-35	ร่วน แข็ง

ข้าวที่มีแอมิโลสสูงจะดูดน้ำได้มากในระหว่างการหุงต้ม ดังนั้น ปริมาณน้ำที่ใช้จึงมีผลต่อคุณภาพข้าวสุก เช่น ข้าวแอมิโลสต่ำต้องการน้ำน้อยหากน้ำมากเกินไปจะแฉะและ แต่ถ้าข้าวแอมิโลสสูงใส่น้ำปริมาณเท่าข้าวแอมิโลสต่ำ จะได้ข้าวที่แข็งกระด้างมาก เนื่องจากข้าวแอมิโลสสูงต้องการน้ำใช้ในการหุงต้มมาก เมื่อหุงสุกจะได้ข้าวร่วนฟูไม่เหนียวติดกัน จึงทำให้ข้าวสุกขยายปริมาตรมากหรือข้าวขึ้นหม้อ ในขณะที่ข้าวแอมิโลสต่ำเป็นข้าว ที่เหนียวเกาะติดกันเป็นก้อนจึงไม่ขึ้นหม้อ ข้าวเจ้าพันธุ์ที่รัฐบาลส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในปัจจุบัน แบ่ง ออกเป็น 3 กลุ่ม ตามคุณภาพข้าวสุก คือ กลุ่มข้าวเหนียวเหนียว (แอมิโลสต่ำ) กลุ่มข้าวขาวตาแห้ง (แอมิโลสปานกลาง) และกลุ่มข้าวเสาไห้ (แอมิโลสสูง)

ตารางที่ 6 การจัดแบ่งข้าวพันธุ์ดีตามคุณภาพข้าวสุก

พันธุ์ข้าว	เมล็ดยาว (มม.)	อมีโลส (%)	อุณหภูมิปังสุก	ความคงตัวแป้งสุก
ข้าวสุกนุ่ม และเหนียว				
ขาวดอกมะลิ 105*	7.2-7.6	13-18	ต่ำ	อ่อน
กข15*	7.5	14-17	ต่ำ	อ่อน
กข21	7.3	17-19	ต่ำ	อ่อน
ปทุมธานี1*	7.3-7.8	14-18	ต่ำ	อ่อน
ข้าวสุกอ่อน (ขาวตาแห้ง)				
ขาวปากหม้อ	7.7	24-26	ปานกลาง	อ่อน
ขาวตาแห้ง 17	7.5	24-28	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน
กข7	7.2	24-28	ปานกลาง	อ่อน
กข23	7.3	22-26	ปานกลาง	อ่อน
สุพรรณบุรี 60	7.5	20-26	ต่ำ	ปานกลาง
ข้าวสุกร่วนแข็ง (เส้าไหหรือข้าวเคียว)				
เหล็กใหญ่ 148	7.3	30-31	ต่ำ	อ่อน-ปานกลาง
น้ำสะกวย 19	7.6	30-31	ต่ำ	อ่อน-ปานกลาง
เหล็กประทิว 123	7.4	28-32	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน-แข็ง
เล็บมือนาง 111	7.6	29-32	ต่ำ-ปานกลาง	แข็ง-อ่อน
ปิ่นแก้ว 56	7.5	29-31	ต่ำ-ปานกลาง	แข็ง
กข11	7.6	29-32	ต่ำ	แข็ง
กข13	6.9	30-33	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน
ปทุมธานี 60*	7.5	27-32	ต่ำ	แข็ง
ชัยนาท 1	7.4	27-30	ต่ำ-ปานกลาง	แข็ง
สุพรรณบุรี 90	7.4	27-30	ต่ำ-ปานกลาง	แข็ง
สุพรรณบุรี 1	7.3	29	ปานกลาง	อ่อน

4.2 ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency) แม้ปริมาณอมีโลสจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพข้าวสุก แต่ในระหว่างข้าวที่มีอมีโลสเท่ากัน อาจมีความแข็งของข้าวสุกแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติ

ของแป้งสูกมีอัตราการคืนตัวไม่เท่ากัน ทำให้แป้งสูกมีความแข็งและอ่อนแตกต่างกัน ข้าวที่มีค่าความคงตัวแป้งสูกอ่อน ข้าวสูกจะนุ่มกว่า ข้าวที่มีค่าความคงตัวแป้งสูกแข็ง การทดสอบความแข็งของแป้งสูก สามารถทดสอบโดยหาความคงตัวของแป้งสูกจากการอ่านระยะทางที่แป้งไหล แบ่งข้าวตามค่าความคงตัวของแป้งสูกเป็น 3 ประเภทคือ

ตารางที่ 8 การแบ่งประเภทแป้งสูกตามระยะทางการไหลของน้ำแป้ง

ประเภทแป้งสูก	ระยะทางที่แป้งไหล (มม.)
แป้งสูกแข็ง	26-40
แป้งสูกปานกลาง	41-60
แป้งสูกอ่อน	61-100

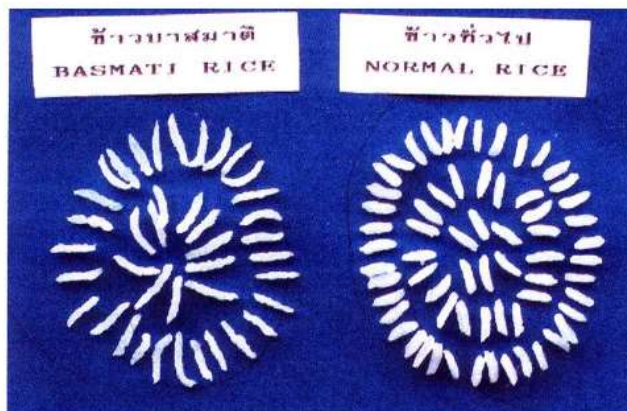
4.3 ระยะเวลาในการหุงต้ม (Cooking time) การต้มเมล็ดข้าวให้สูกใช้เวลาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแป้งสูก (gelatinization temperature) การประเมินหาอุณหภูมิแป้งสูก โดยวิธีการสลายเมล็ดข้าวในด่าง (alkali test) โดยแช่เมล็ดข้าวสารในสารละลายต่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 1.7% นาน 23 ชั่วโมง และใช้ค่าการสลายของเมล็ดที่ปรากฏ มาประเมินระดับอุณหภูมิแป้งสูกได้ดังนี้

ตารางที่ 9 อุณหภูมิและระยะเวลาในการทำหุงสูกของข้าว

อุณหภูมิแป้งสูก(องศาเซลเซียส)	ระดับ	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	ระยะเวลาในการหุงต้ม(นาที)
ต่ำกว่า 70	ต่ำ	6-7	12-16
70-74	ปานกลาง	4-5	16-24
มากกว่า 75	สูง	1-3	มากกว่า 24

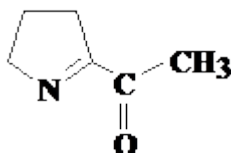
แม้ว่าระยะเวลาหุงต้มจะขึ้นกับอุณหภูมิแป้งสูก แต่ความหนาของเมล็ดข้าวทำให้ต้องยืดเวลาออกไป เช่น ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสูกเท่ากัน ข้าวที่เมล็ดหนาจะต้องใช้เวลาในการหุงต้มนานกว่าข้าวเมล็ดบาง ทำนองเดียวกัน โปรตีนที่มีมากตามบริเวณผิวนอกของเมล็ด อาจเป็นอุปสรรคในการซึมผ่านของน้ำทำให้เวลาในการหุงต้มนานออกไปอีก

4.4 การยืดตัวของเมล็ดข้าวสูก (Elongation ratio during cooking) ในระหว่างการทำหุงต้มเมล็ดข้าวมีการขยายตัวทุกด้าน โดยเฉพาะด้านยาว คุณลักษณะนี้เป็นคุณภาพพิเศษของข้าว ซึ่งจะช่วยให้เมล็ดข้าวสูกขยายมากขึ้น และหากข้าวสูกไม่เหนียวติดกันการขยายของข้าวสูกจะช่วยให้ข้าวขึ้นหม้อดีขึ้น ช่วยให้ข้าวนุ่มมากขึ้น เพราะการขยายตัวทำให้เนื้อข้าวโปร่งไม่อัดแน่น ด้วยเหตุนี้ ข้าวบาสมати 370 ซึ่งเป็นข้าวแอมิโลสปานกลาง แต่มีการยืดตัวดีมากจึงเป็นที่นิยมในตะวันออกกลาง



รูปที่ 8 การยัดตัวของเมล็ดข้าวสุก

4.5 กลิ่นหอม(Aroma) ข้าวโดยทั่วไปมีสารระเหยหลายร้อยชนิดแต่ข้าวหอมจะมีสาร 2-acetyl-1-pyrroline มากกว่าข้าวทั่วไป ในข้าวสารหอม 1 กรัมมีสารนี้อยู่ 0.04-0.09 ไมโครกรัม และในข้าวกล้อง 1 กรัม มีอยู่ 0.1-0.2 ไมโครกรัม ใบเตย 1 กรัมมีสารหอมนี้ในปริมาณ 1 ไมโครกรัม

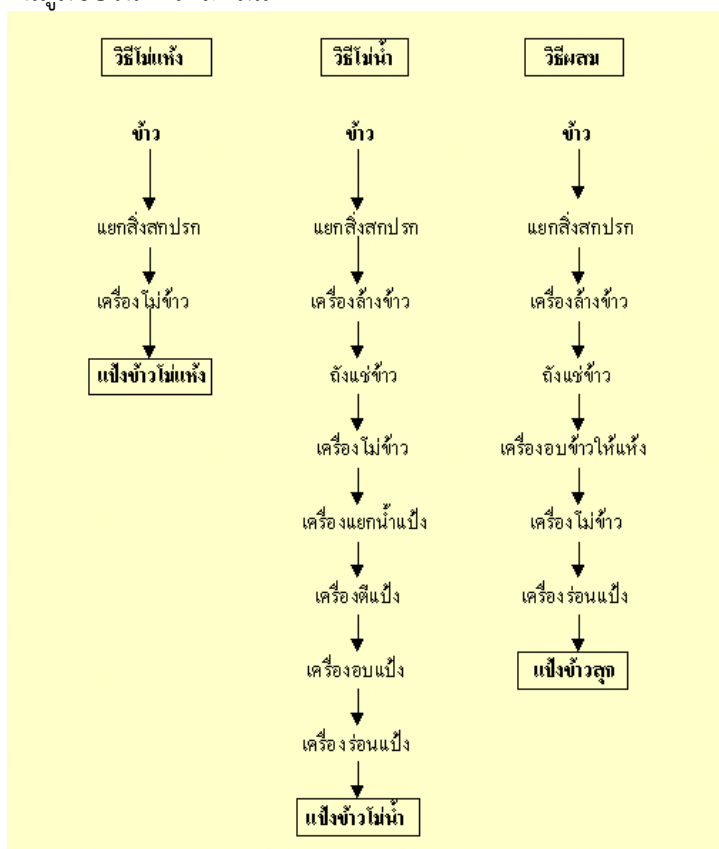


สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารให้ความหอม 2-acetyl-1- pyrroline

4.6 ปริมาณโปรตีน (Protein content) แม้ว่าโปรตีนจะไม่ค่อยถูกอ้างถึงเมื่อกล่าวถึงคุณภาพ แต่มีรายงานว่าโปรตีนที่ส่วนนอกของเมล็ด มีผลทำให้ระยะเวลาในการหุงต้มนานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีน เป็นตัวขัดขวางการซึมของน้ำเข้าไปภายในเมล็ดข้าว นอกจากนี้โปรตีนสูงทำให้เมล็ดแกร่งขึ้นทำให้ขัดสีออกได้ยาก อาจมีระดับการสีต่ำ (มีรำเหลืออยู่มาก) ทำให้ข้าวสุกเหนียวน้อยลงและมีสีคล้ำ จากการศึกษาผลการใส่ปุ๋ย ต่อคุณภาพข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งทำให้โปรตีนในเมล็ดข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สูงขึ้น มีข้าวสุกสีคล้ำขึ้น ข้าวมีความนุ่มลดลงเมื่อเมล็ดข้าวสารมีโปรตีน 10% และหากโปรตีนสูง 12% ความเหนียวของข้าว จะลดลงด้วย

เทคโนโลยีการแปรรูปแป้งข้าว

แป้งข้าว (rice flour) มีทั้งชนิดแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียว วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตคือ ข้าวหักหรือปลายข้าว กรรมวิธีการผลิตมี 3 วิธี คือ วิธีโม่แห้ง วิธีโม่น้ำและวิธีผสม ซึ่งมีขบวนการผลิตดังแสดงในภาพที่ แป้งที่ได้จากการโม่แห้งจะมีคุณภาพต่ำ เพราะเม็ดแป้งค่อนข้างหยาบและมีสิ่งเจือปนสูง อายุการเก็บรักษาสั้น เพราะเกิดกลิ่นหืนและถูกทำลายจากแมลงได้ง่าย สำหรับวิธีการโม่น้ำเป็นวิธีการผลิตแป้งข้าวในปัจจุบัน แป้งมีคุณภาพดี มีความละเอียดและสิ่งเจือปนน้อย เทคโนโลยีการผลิตแป้งโดยวิธีการโม่น้ำได้รับการพัฒนามาช้านาน ซึ่งพันธุ์ข้าวไทยดั้งเดิมส่วนใหญ่มีแอมิโลสสูง ดังนั้น การผลิตแป้งในปัจจุบันยังคงมุ่งเน้นแป้งข้าวเจ้าชนิดแอมิโลสสูง การผลิตแป้งข้าววิธีผสม เป็นการโม่แป้งจากข้าวที่แช่น้ำและอบแห้งด้วยความร้อนก่อนโม่เป็นแป้ง แป้งชนิดนี้เป็นแป้งคุณภาพสูงและนำไปใช้ทำขนมเฉพาะอย่าง เช่น ขนมโก๋จากแป้งข้าวเหนียว ดังแผนภูมิขบวนการผลิตในภาพที่ 2



รูปที่ 9 แผนภูมิแสดงกรรมวิธีผลิตแป้ง

แป้งที่ได้จากการโม่แห้งมีคุณภาพต่ำ เพราะผงแป้งค่อนข้างหยาบและมีสิ่งเจือปนสูง อายุการเก็บรักษาสั้น เพราะเกิดกลิ่นหืนและถูกทำลายจากแมลงได้ง่าย สำหรับวิธีการโม่น้ำหรือโม่เปียก เป็นวิธีการผลิตแป้งที่แพร่หลายในปัจจุบัน แป้งมีคุณภาพดี มีความละเอียดและสิ่งเจือปนน้อย พันธุ์ข้าวไทยดั้งเดิม ส่วนใหญ่ แอมิโลสสูง ดังนั้นแป้งที่ผลิตจึงเป็นแป้งข้าวที่มีแอมิโลสสูง การผลิตแป้งข้าววิธีผสมแป้งชนิดนี้เป็นแป้งคุณภาพสูงและสุกแล้ว นิยมนำไปทำขนมเฉพาะอย่างเช่น ขนมโก๋จากแป้งข้าวเหนียว

แป้งบริสุทธิ์ (Starch) เป็นแป้งที่ผ่านการแยกส่วนของโปรตีนออกจนมีความบริสุทธิ์ของแป้งสูงมาก การแยกโปรตีนมักใช้แยกด้วยสารละลายของด่างโซดาไฟหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์หลายๆ ครั้ง และล้างต่างออกด้วยน้ำ หลังจากนั้นจึงแยกน้ำออกและอบแห้ง จากแป้งบริสุทธิ์ที่ได้ อาจนำมาผลิตเป็นแป้งดัดแปร (Modified starch) เช่น กรรมวิธีในการผลิตแป้งดัดแปรประเภท Pregelatinized starch ของข้าว เพื่อให้รูปทรงของเม็ดแป้งมีรูปทรงกลม ทำให้แป้งมีคุณสมบัติการไหลดี แป้งประเภทนี้สามารถใช้ในทางเภสัชกรรม เช่น เป็นส่วนประกอบในการผลิต ยาเม็ด หรือมีการดัดแปรโดยใช้สารเคมี เช่น starch phosphate และ starch acetate สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ทำให้อาหารข้นขึ้น (food thickening) หรือใช้เป็น emulsifier

ชนิดของแป้งข้าว (Rice flour) ที่ใช้ในการแปรรูป

1. แป้งข้าวเจ้า

1.1. แป้งเก่า นั้นเป็นแป้งที่ทำจากข้าวเก่า จะมีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำค่อนข้างดี เป็นข้าวที่มีมาค้ำปี นำมาขัดสีและโม่จนเป็นเนื้อละเอียด แป้งข้าวเจ้า Rice flour ชนิดนี้เหมาะสำหรับทำขนมครก ขนมตาล ขนมเรไร เป็นต้น

1.2. แป้งใหม่ เป็นแป้งข้าวเจ้า Rice flour ที่มีการผลิตจากข้าวใหม่ มีกลิ่นที่หอม แป้งชนิดนี้นั้นสามารถดูดน้ำได้น้ำได้น้อย เพราะว่าภายในแป้งนั้นจะมีความชื้นสูง เหมาะสำหรับที่จะทำขนมเปียกปูน ขนมแป้งอ่อน ขนมต้มแดง ขนมกรวย ขนมต้มขาว ขนมอาลัว ฯลฯ

1.3. แป้งสด เป็นแป้งที่มีการโม่กับน้ำ ลักษณะของแป้งข้าวเจ้า Rice flour นั้นจะมีความชื้นค่อนข้างมาก มีการนำไปใช้ต้องลดสำหรับปริมาณน้ำจากต้นตำรับปกติทั่วไป ในปัจจุบันนั้นจะมีเฉพาะร้านขนมที่มีการทำการโม่ขึ้นมาใช้เอง เพราะไม่สะดวกสำหรับในการเก็บรักษา หากว่ามีกลิ่นเปรี้ยวจะไม่นิยมนำมาใช้ สามารถใช้ได้กับขนมไทยทุกชนิด เช่น ขนมต้มแดง ขนมถ้วย ขนมต้มขาว ลอกช่องไทย และมีอีกหลายประเภท

การเลือกซื้อและการเก็บรักษา ควรที่จะเลือกแป้งที่มีเนื้อละเอียด เพราะว่าจะทำให้เนื้อนั้นสัมผัสเนียนละเอียด มีสีขาว ไม่มีตัวมอด ถ้าจะสามารถดมดูได้นั้นจะไม่มีกลิ่นอับหรือว่ากลิ่นสาบ แป้งสดนั้นจะต้องไม่มีกลิ่นเปรี้ยว กลิ่นอับ แป้งแห้งควรที่จะเก็บในที่ที่มีอากาศแห้ง ใช้แล้วก็ควรปิดปากถุงให้สนิท แมลง ป้องกันมด หรือว่าความชื้นจากอากาศ แป้งสดควรที่จะเก็บในตู้เย็น และควรปิดให้สนิท มิฉะนั้นแป้งจะดูดกลิ่นจากตู้เย็นทำให้แป้งมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ หากว่ามีกลิ่นเปรี้ยวไม่ควรนำมาใช้

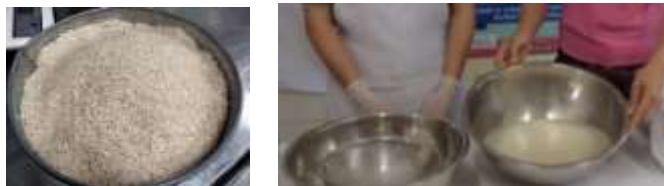
2. แป้งข้าวเหนียว มี 2 ชนิด คือ

2.1 แป้งข้าวเหนียวขาว เป็นแป้ง Rice flour ที่ได้มาจากการนำข้าวเหนียวขาวโม่จนละเอียด จะมีได้ถึง 2 ลักษณะคือ แป้งสดและแป้งแห้ง แป้งสดนั้นจะทำเช่นเดียวกับแป้งข้าวเจ้าสด Rice flour นิยมนำมาใช้ทำกับ ขนมบัวลอย ขนมไข่หงส์ ขนมบ้าบิ่น ขนมถั่วแปบ เป็นต้น สำหรับแป้งเป็นแป้งแห้งที่จะสามารถเก็บเอาไว้ใช้ได้นาน และมีความสะดวกในการเก็บและการนำมาใช้ สามารถใช้เพื่อทำขนมไทยได้อยู่ทุกชนิด ควรที่จะเลือกซื้อแป้ง Rice flour ที่ไม่มีกลิ่นอับหรือว่าตัวมอด

2.2 แป้งข้าวเหนียวดำ ที่ทำจากข้าวเหนียวดำ โดยปกติแล้วจะมีการผสมแป้งข้าวเหนียวขาวลงไป ด้วย เพราะว่าแป้งนั้นจะมีสีดำนามาก และเนื้อแป้งเมื่อมีการนำมาทำขนมจะมีความกระด้างและไม่นุ่มนวล เมื่อมีการเติมแป้งข้าวเหนียวขาวลงไปจะช่วยทำให้สีและเนื้อขนมนั้นมีความนุ่มนวล มีทั้งชนิดแป้งสดและแป้งแห้งเช่นเดียวกับแป้งข้าวเหนียวขาว นิยมนำมาทำขนมถั่วแปบ ขนมสอดไส้

การผลิตแป้งข้าว

นำข้าวสารมาล้างทำความสะอาด และแช่น้ำสะอาดนาน 2-4 ชม.



บดข้าวด้วยโถบดเปียก โดยเติมน้ำให้พอท่วมข้าว (ข้าว 1 ส่วน น้ำ 2 ส่วน) บดข้าวให้ละเอียดพอประมาณ กรองผ่านผ้าขาวบาง แยกเอาส่วนเนื้อแป้งข้าวออกจากน้ำ



นำแป้งข้าวบดหยาบที่ได้ ไปเกลี่ยกระจายบนตะแกรงถาดอบ เกลี่ยข้าวให้บางๆ อบแห้งในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60-65 °ซ นาน 9-10 ชั่วโมง หรือตากแดดจัดๆ นาน 2-3 วัน



แป้งข้าวแห้งแบบหยาบ (ความชื้นไม่เกินร้อยละ 8)

นำไปบดละเอียดในโถบดแห้ง แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช ได้แป้งข้าว



รูปที่ 10 เทคโนโลยีการแปรรูปแป้งข้าว

เทคโนโลยีการการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าว

1. ผลิตภัณฑ์ข้าวพร้อมรับประทาน

ข้าวพร้อมรับประทาน เป็นผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูปชนิดหนึ่ง ตามมาตรฐานสินค้าอุตสาหกรรม มอก.393-2524 ระบุว่า อาหารกึ่งสำเร็จรูปคือ อาหารที่ผลิตตามกรรมวิธีและผ่านการปรุงแต่งมาบ้างแล้ว สามารถรับประทานได้หลังจากผ่านวิธีการเตรียมอย่างง่าย โดยใช้เวลาน้ำสั้น ลักษณะของข้าวพร้อมรับประทานควรมีลักษณะ ดังนี้

1. เมล็ดข้าวมีความชื้นต่ำ แยกตัวจากกัน ไม่เกาะกันเป็นก้อน
2. ผลิตภัณฑ์แห่งมีความหนาแน่น (Bulk Density) ประมาณ 0.40–0.42 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นเกี่ยวข้องกับคุณภาพของเมล็ดข้าว ซึ่งมีผลต่อระยะเวลาการคืนรูป
3. ข้าวพร้อมรับประทานที่มีค่าความหนาแน่นเหมาะสมสามารถคืนรูปได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากน้ำสามารถแทรกตัวเข้าไปในรูพรุนของเมล็ดข้าวได้ง่าย พิจารณาได้จากอัตราการดูดน้ำกลับ และเมื่อคืนรูปแล้วมีค่าการดูดน้ำ (Bulk volume) เป็น 1.5–3.0 เท่าของผลิตภัณฑ์ก่อนคืนรูป
4. ผลิตภัณฑ์แห่งมีลักษณะปรากฏที่ใกล้เคียงกับข้าวสาร ขนาดเมล็ดไม่แตกต่างจากข้าวสาร เมล็ดสมบูรณ์ไม่แตกหักจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
5. สี กลิ่น เนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์คืนรูปใกล้เคียงกับข้าวสุกที่หุงด้วยวิธีธรรมดา ไม่มีแป้งดิบหรือจุดแข็งภายในเมล็ด

กระบวนการผลิตข้าวพร้อมรับประทานประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ

1. การเตรียมเมล็ดข้าว

การเตรียมเมล็ดข้าว โดยการแช่ข้าวเพื่อให้ความชื้นเพิ่มขึ้น ขั้นตอนนี้จะส่งผลให้ข้าวสุกอย่างทั่วถึงทั้งเมล็ดในขั้นตอนการทำให้สุก ความชื้นประมาณ 40-45% เพียงพอสำหรับการทำให้สุกด้วยไอน้ำ หากเมล็ดข้าวดูดน้ำไม่ถึง 30% โดยน้ำหนักจะทำให้เกิดเจลหรือเจลาทีไนซ์ (Gelatinization) ที่ไม่สมบูรณ์ในขั้นตอนการทำให้สุก ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีเนื้อสัมผัสที่ไม่สม่ำเสมอเมื่อทำการคืนรูป เนื่องจากการแช่ข้าวใช้เวลานาน ขึ้นอยู่กับการแพร่ของน้ำเข้าสู่เมล็ดข้าว น้ำที่ใช้ในการแช่ข้าวควรมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิการเกิดเจลาทีไนซ์ของข้าวแต่ละชนิด การแช่ข้าว 5 นาทีแรก ความชื้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากเกิดการแตกที่ผิวเมล็ดข้าวและเกิดรอยแยกภายในเมล็ด การแช่ข้าวอาจใช้สารเคมี เช่น กรดหรือด่างร่วมด้วย เพื่อให้ข้าวมีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้นและเร็วขึ้น ช่วยลดระยะเวลาในการแช่ลง นอกจากนี้ลักษณะของเมล็ดข้าวยังมีผลต่อการดูดน้ำของข้าว เช่น ข้าวกล้องจะใช้เวลาในการดูดน้ำนานกว่าเนื่องจากชั้นของรำจะขัดขวางการดูดน้ำ

2. การทำให้สุก

การทำให้สุก เป็นการให้ความร้อนแก่เมล็ดข้าว เม็ดสตาร์ช (Starch) ในเอนโดสเปิร์มดูดน้ำเพิ่มมากขึ้นและเกิดเจลาทีไนซ์ เมล็ดข้าวขยายตัวประมาณ 2.5 เท่า ความชื้นเพิ่มเป็น 65-75% โดยทั่วไปมักใช้วิธีเพิ่มอุณหภูมิให้เท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิแป้งสุก ทำให้แป้งเจลาทีไนซ์บางส่วน (Partial gelatinized starch) ประมาณ 80% หรือเจลาทีไนซ์อย่างสมบูรณ์ วิธีการทำให้สุกทำได้หลายวิธี เช่น การต้มและการนึ่ง เป็นต้น

การทำให้สุกด้วยไอน้ำภายใต้ความดันจะทำให้เมล็ดข้าวดูดน้ำบางส่วนและเกิดการกระจายความชื้นอย่างสม่ำเสมอ ส่งผลให้เกิดเจลาทีนในซ้ออย่างทั่วถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี หากเกิดเจลาทีนในซ้อไม่สม่ำเสมอแล้วจะเป็นสาเหตุให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างไม่สม่ำเสมอ ผิวหน้าเหนียว และ หลังให้ความร้อนภายใต้ความดันสูงต้องมีการลดความดันลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการพองตัว (Puffing) ของเมล็ด ทำให้เกิดโครงสร้างที่เป็นรูพรุน กระบวนการที่ใช้ความร้อนร่วมกับความชื้นในการผลิตข้าวหนึ่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สตาร์ชในข้าวเปลือกเจลาทีนในซ้อด้วยไอน้ำร้อน ความร้อนอาจเป็นความร้อนที่ความดันบรรยากาศหรือสูงกว่าความดันบรรยากาศ กรณีการใช้ความร้อนที่ความดันบรรยากาศอาจเป็นการพ่นไอน้ำร้อนลงบนข้าวที่อยู่ในห่อ หรือในกรณีใช้ความดันอาจเป็นการนึ่งในหม้อนึ่งอัตโนมัติภายใต้ความดันบรรยากาศหรือการฉีดไอน้ำอย่างต่อเนื่อง ส่วนใหญ่แล้วอุณหภูมิไอน้ำร้อนของระบบความดันมักสูงกว่าอุณหภูมิเจลาทีนในซ้อ

3. การทำแห้ง

การทำแห้งเป็นการลดความชื้นในเมล็ดข้าวให้เหลือ 9–14% การทำแห้งทำให้ความชื้นบริเวณผิวระเหยไปเร็วกว่าน้ำที่จะแพร่จากใจกลางเมล็ดสู่ผิวของเมล็ด ความแตกต่างของความเร็วในการระเหยและการแพร่ของน้ำทำให้เกิดการพองตัว (Puffing) และเกิดโครงสร้างที่เป็นรูพรุน เมล็ดข้าวที่มีความพรุนทำให้สามารถดูดน้ำได้เร็วเวลาคืนรูป การทำแห้งอาจเป็นการทำแห้งตอนเดียวโดยใช้อุณหภูมิไม่สูงมากเช่น การอบในตู้อบลมร้อนที่ 70 °ซ. นาน 2 -3 ชั่วโมง หรือการทำแห้งหลายขั้นตอน โดยใช้อุณหภูมิสูงเวลาสั้นในขั้นแรก ทำให้น้ำระเหยจากผิวนอกของเมล็ดข้าวเร็วกว่าน้ำที่แพร่ออกจากภายในเมล็ด ทำให้ผิวนอกของเมล็ดข้าวเกิดโครงสร้างที่คงตัวอย่างรวดเร็ว หรือเกิดขอบแข็ง (case hardening) ป้องกันการหดตัวของเมล็ด อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 120 – 240 °ซ.

2. ผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูปจากข้าว

อาหารกึ่งสำเร็จรูปเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของคนเรามากขึ้น เนื่องจากสภาพการดำรงชีวิตในปัจจุบันตกอยู่ในภาวะที่ต้องเร่งรีบแข่งกับเวลา ทำให้ไม่มีเวลาในการเตรียมอาหารเพื่อรับประทาน ผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูปจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ได้รับนิยมนิยมอย่างมาก เพราะใช้เวลาในการเตรียมไม่นาน และกรรมวิธีในการปรุงก็ไม่ยุ่งยาก

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 210 พ.ศ. 2543 เรื่อง อาหารกึ่งสำเร็จรูป กำหนดให้อาหารกึ่งสำเร็จรูป หมายถึง อาหารที่ผ่านกรรมวิธี และปรุงแต่งมาบ้างแล้ว ใช้รับประทานหลังจากผ่านวิธีการอย่างง่าย ๆ และใช้เวลาสั้น โดยการเติมน้ำร้อน การต้ม หรือการเติมอาหารอื่นลงไป

อาหารกึ่งสำเร็จรูปสามารถแบ่งออกได้ 4 ชนิด ดังนี้

1. ก๋วยเตี๋ยว ก๋วยจั๊บ บะหมี่ เส้นหมี่ และวุ้นเส้นที่ปรุงแต่ง
2. ข้าวต้ม และโจ๊กที่ปรุงแต่ง
3. แกงจืด และซุซุชนิดเข้มข้น ชนิดก้อน ชนิดผง หรือชนิดแห้ง
4. แกง และน้ำพริกแกงต่างๆ
- 4) ผลิตภัณฑ์ข้าวแตน หรือนางเล็ด

ข้าวแต่น เป็นขนมพื้นบ้านทางภาคเหนือที่นำเอาข้าวเหนียววัตถุดิบหลักในพื้นที่มาผลิตและแปรรูป ซึ่งเป็นการถนอมอาหารวิธีหนึ่ง ข้าวแต่น เป็นขนมที่นิยมทำกันในเทศกาลปีใหม่เมือง หรือสงกรานต์ งานปอยลูกแก้ว และงานปอยหลวง ปัจจุบัน นิยมผสมน้ำแดงโมลงในข้าวเหนียวที่นึ่งแล้ว ก่อนนำมากดลงพิมพ์ เพื่อเพิ่มกลิ่นหอมและความหวานอร่อย

ข้าวแต่น หรือ ข้าวแต่น หรือรังแต่น หมายถึง อาหารว่างที่ทำจากข้าวเหนียวเป็นส่วนประกอบหลัก โดยนำข้าวเหนียวมาแช่น้ำนึ่งสุก คลุก อาจผสมกับส่วนประกอบอื่น เช่น น้ำแดงโม หรือน้ำผลไม้อื่น เกลือ น้ำอ้อย งาม น้ำกะทิ แล้วทำให้เป็นแผ่นหรือรูปแบบอื่น ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ หรือจากแหล่งพลังงานอื่น เช่น อบในตู้อบแบบลมร้อน (Hot air oven) ตู้อบพลังแสงอาทิตย์ เป็นต้น เมื่อข้าวแห้งแล้ว นำไปทอดให้พอง อาจปรุงแต่งหน้าด้วยเครื่องปรุงต่างๆ เช่น น้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว หมูหยอง น้ำพริกเผา ในกรณีที่แผ่นข้าวทำจากข้าวเหนียวโดยไม่มีส่วนประกอบอื่นเป็นส่วนผสม และมีน้ำตาลเคี้ยว เป็นเครื่องปรุงแต่งหน้า เรียกว่า "นางเล็ด"

ลักษณะที่ดีทั่วไปของข้าวแต่น คือ ต้องเป็นแผ่นหรือรูปแบบอื่น กรอบร่วน อาจแตกหักได้เล็กน้อย เม็ดข้าวมีการพองตัวดีและสม่ำเสมอ มีสีสม่ำเสมอ และเป็นไปตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ถ้ามีการแต่งหน้าข้าวแต่น เครื่องปรุงแต่งหน้าต้องเกาะติดแผ่นข้าวแต่น และกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นควรมีกลิ่นรสเฉพาะของส่วนประกอบที่ใช้ และปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน และต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบในการทำข้าวแต่น เช่น เส้นผม แมลง หรือชิ้นส่วนของแมลง (มพช.36/2554: ผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น) ข้าวเจ้าและข้าวเหนียวของไทยสามารถนำไปแปรรูปเป็นแป้ง (Rice Flour) ที่นำไปรังสรรค์เป็นเมนูคาวหวานต่างๆ อันเป็นที่นิยม ทั้งยังนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของอาหารเส้น และขนมขบเคี้ยวต่างๆ ตลอดจนมีการพัฒนาไปอีกขั้นเป็นแป้งจากข้าวเจ้าเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลี สำหรับเบเกอรี่และเมนูอาหารนานาชาติ

ข้าวไทยได้ผสมเข้ากับนวัตกรรมขั้นสูงและงานวิจัยพัฒนา จนนำมาซึ่งผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีข้าวไทยมาเป็นส่วนประกอบสำคัญ ซึ่งอยู่ในรูปของแป้งบริสุทธิ (Starch) แป้งดัดแปลง (Modified starch) และสารสกัดจากข้าวที่มากด้วยคุณค่าและคุณประโยชน์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องได้ไม่รู้จัก ไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ เครื่องอุปโภคบริโภค เครื่องสำอาง เวชภัณฑ์และวัสดุทางการแพทย์หรือแม้แต่วัสดุก่อสร้าง ฯลฯ

ผลิตภัณฑ์ต่างๆ เหล่านี้ นอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวไทยแล้ว ยังช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตและตอบโจทยความต้องการของผู้บริโภคที่มีความหลากหลาย อันเป็นเครื่องสะท้อนอย่างเด่นชัดถึงพัฒนาการของข้าวไทย ที่ก้าวต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง ยกตัวอย่าง เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยว ได้แก่ เส้นเล็ก เส้นใหญ่ เส้นหมี่ ก๋วยจั๊บ ขนมจีน และแผ่นแป้ง ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันไป นิยมนำไปประกอบอาหารประเภทต้ม หรือผัด

3. ผลิตภัณฑ์ข้าวต้มเกล็ดอบแห้ง (ข้าวขาวดอกมะลิ)

นำข้าวขาวที่ไม่เต็มเมล็ด (ข้าวหัก ปลายข้าว) ทำความสะอาดคัดแยกข้าวหัก เศษหิน และสิ่งสกปรกออก

นำข้าวมาแช่น้ำ โดยเติมน้ำสะอาดลงไป 10 เท่าของน้ำหนักข้าว แช่ข้าวนาน 4 - 6 ชั่วโมง

ซาวข้าวและล้างให้สะอาดอีกครั้ง เติมน้ำสะอาดประมาณ 5 เท่าของน้ำหนักข้าวที่แช่น้ำแล้ว

นำข้าวที่แช่แล้วไปต้มให้สุก นานประมาณ 10 - 20 นาที (สังเกตไม่ให้เมล็ดข้าวเป็นไต)

นำข้าวต้มสุกไปรีดให้เป็นแผ่นบางๆ บนพลาสติกทนร้อน และวางบนถาดอบ

อบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 55-60 °ซ. ประมาณ 4-5 ชั่วโมง จนกระทั่งแห้ง

เก็บข้าวต้มต้มเกล็ดอบแห้งใส่ถุงพลาสติกกันความชื้น
บรรจุในถุงฟอยด์อีกชั้น เพื่อป้องกันแสง

ผลิตภัณฑ์ข้าวต้มเกล็ดอบแห้ง

การแปรรูปฝักอบแห้ง

1. ตันหอมอบแห้ง

1.1 นำตันหอมไปล้างน้ำสะอาด และทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ

1.2 หั่นตันหอมเป็นท่อน ขนาด 2-3 มิลลิเมตร โดยแยกเป็น 3 ส่วน คือ ปลายใบ โคนขาว โคนเขียว



รูปที่ 11 ขนาดและสีของตันหอม

1.3 นำตันหอมหั่นไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 90-95 °ซ. นาน 1 นาที แช่น้ำเย็นทันที และสะเด็ดน้ำให้แห้ง
1.4 นำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 55-60 °ซ. ประมาณ 4-5 ชั่วโมง จนกระทั่งแห้ง เก็บใส่ถุงพลาสติก และใส่ในถุงฟอยด์อีกชั้นเพื่อป้องกันแสง

2. แครอทอบแห้ง

- 2.1 นำแครอทไปล้างน้ำสะอาด และปอกเปลือก
- 2.2 หั่นเป็นชิ้นลูกเต๋าเล็กๆ ขนาด 2-3 มิลลิเมตร
- 2.3 นำต้นหอมหั่นไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 90-95 °ซ. นาน 5 นาที แช่น้ำเย็นทันที และสะเด็ดน้ำให้แห้ง
- 2.4 นำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 55-60 °ซ. ประมาณ 4-5 ชั่วโมง จนกระทั่งแห้ง เก็บใส่ถุงพลาสติก และใส่ในถุงฟอยด์อีกชั้นเพื่อป้องกันแสง

3. พริกทองอบแห้ง

- 3.1 นำผลพริกทองมาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้น นำไปนึ่งให้สุกนาน 40 - 45 นาที
- 3.2 ใช้ซันดักเอาเฉพาะเนื้อพริกทอง นำไปยิบบนกระชอน แล้วนำไปรีดให้เป็นแผ่นบางบนแผ่นพลาสติกทนร้อน และวางบนถาดอบ อบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55-60 °ซ. ประมาณ 4-5 ชั่วโมง จนกระทั่งแห้ง



รูปที่ 12 ผักอบแห้ง

การเตรียมผสม และการคืนรูปผลิตภัณฑ์ซุ๊ป/โจ๊กข้าวหอมมะลิชั้นกึ่งสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพ

1. การเตรียมส่วนผสม

นำข้าวต้มเกล็ดบดละเอียดผ่านตะแกรง 100 เมช ผสมส่วนประกอบต่างๆ มาเติมส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

- 1.1 ส่วนประกอบของผักอบแห้ง ได้แก่ พริกทอง 2% แครอท 1% และต้นหอม 0.5%
- 1.2 ส่วนประกอบของการปรุงแต่งรสชาติ ด้วย ผงซุ๊ป เกลือ และน้ำตาล

2. บรรจุซองโดย 1 ซอง ประกอบด้วยข้าวต้มเกล็ดบดละเอียด 25 กรัม และมีส่วนประกอบผักตามสูตร บรรจุใส่ในซอง ซีลถุง และปิดฉลาก

ข้าวต้มเกล็ด	ปริมาณผักแห้ง			เครื่องปรุงรส			
	(% ของปริมาณข้าวต้มเกล็ด)			(% ของปริมาณข้าวต้มเกล็ด)			
	พริกทอง	แครอท	ต้นหอม	เกลือ	ผงซุ๊ป	น้ำตาล	พริกไทย
100	2	1	0.5	5.8	3.5	3	1
การเตรียมส่วนผสมการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 ซอง ปริมาณข้าวต้มเกล็ด 25 กรัม							
25 g.	0.5	0.25	0.12	1.45	0.9	0.75	0.25

3. การคืนรูปผลิตภัณฑ์ซูปข้าวหอมมะลิชั้นกึ่งสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพ โดยเติมน้ำร้อนประมาณ 250 มิลลิลิตร ในถ้วยแล้วปิดฝาภาชนะ ตั้งทิ้งไว้นาน 3-5 นาที จะได้ผลิตภัณฑ์ซูปข้าวหอมมะลิชั้นกึ่งสำเร็จรูปตามต้องการ

4. ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งข้าว (ข้าวควบแคบ)

ขนมขบเคี้ยวที่มีข้าวเป็นวัตถุดิบและผลิตจากอุตสาหกรรมระดับชุมชนเช่น ข้าวเกรียบว่าว ข้าวแต่น และข้าวตัง เป็นต้น ซึ่งกระบวนการผลิตขนมอบกรอบจากข้าวเป็นการนำแป้งข้าวมาทำให้เกิดการเจลาติไนเซชันของเม็ดแป้งทำการนวดแป้งและขึ้นรูปจากนั้นให้ความร้อนภายใต้อุณหภูมิสูงจนทำให้เกิดการพองตัวเป็นขนมอบกรอบแบบต่างๆ รูปร่างและลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับชนิด ประเภท และพันธุ์ข้าว อุณหภูมิการผลิต วิธีการนวดแป้ง ความชื้นของแป้ง การดูดซึมน้ำและความร้อนที่ใช้ เป็นต้น

ข้าวแคบ เป็นอาหารว่างชนิดหนึ่ง มีรสชาติเค็มชนิด ๆ วิธีทำคล้ายข้าวเกรียบปากหม้อ แต่การทำข้าวแคบ เป็นการนำเอาแผ่นแป้งไปตากแดดให้แห้ง ทำให้สุกโดยปิ้งหรือทอด ในอดีตการทำข้าวควบนิยมทำช่วงฤดูร้อน เพราะในช่วงฤดูร้อนนั้นมีแสงแดดที่ร้อนจัด เพียงพอที่จะตากข้าวแคบให้แห้ง ได้ภายในวันเดียว แต่ในปัจจุบันอาจมีการนำเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้ามาช่วย

ส่วนผสม

แป้งข้าวเจ้า	500	กรัม
แป้งข้าวเหนียวขาว / แป้งข้าวเหนียวดำ	100	กรัม
น้ำสะอาด	1000	มิลลิลิตร
เกลือ	3	กรัม

นำแป้งข้าวทั้งสองชนิด (แป้งข้าวเจ้า 500 กรัม + แป้งข้าวเหนียวขาว 100 กรัม) ผสมให้เข้ากัน



เติมน้ำสะอาดและเกลือ คนให้แป้งกระจายสม่ำเสมอ แช่แป้งไว้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง



ชั่งน้ำแป้งใส่ถาดสแตนเลสที่ทำด้วยน้ำมันพืชแล้ว 60 กรัม (น้ำแป้ง 0.10 กรัม/ตารางเซนติเมตร)



นำไปนึ่งในลังถึงที่น้ำเดือดนานประมาณ 4 - 5 นาที สังเกตแผ่นแป้งจะใส



กรีดแผ่นแป้งด้วยปลายมีด ค่อยๆลอกแผ่นแป้งออกจากถาด นำมาวางบนถาดเตรียมอบ



นำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส ประมาณ 4-5 ชั่วโมง



นำมาทอดในน้ำมันร้อนที่อุณหภูมิ ประมาณ 200 องศาเซลเซียส



ผลิตภัณฑ์ข้าวแคบพร้อมรับประทาน

5. ผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุกเร็วกิ่งสำเร็จรูป

ข้าวหุงสุกเร็วกิ่งสำเร็จรูป เป็นผลิตภัณฑ์อาหารกิ่งสำเร็จรูปชนิดหนึ่ง ตามคำจำกัดความของมาตรฐานสินค้าอุตสาหกรรม มอก.393-2524 ระบุว่า อาหารกิ่งสำเร็จรูปคือ อาหารที่ผลิตตามกรรมวิธีและผ่านการปรุงแต่งมาบ้างแล้ว สามารถรับประทานได้หลังจากผ่านวิธีการเตรียมอย่างง่าย โดยใช้เวลานึ่ง ข้าวกิ่งสำเร็จรูปคือ ข้าวที่ถูกทำให้สุกบางส่วนในน้ำ และ/หรือ ไอน้ำ ทำให้เกิดเจลลาที่ในซ้บางส่วน หรือเกิดอย่างสมบูรณ์ แล้วทำให้แห้งเกิดโครงสร้างเป็นรูพรุนเพื่อให้ดูดน้ำกลับได้ง่ายในเวลาสั้น

ลักษณะของข้าวกิ่งสำเร็จรูปควรมีลักษณะดังนี้

1. เมล็ดข้าวมีความชื้นต่ำ แยกตัวจากกัน ไม่เกาะกันเป็นก้อน
2. ผลิตภัณฑ์แห้งมีความหนาแน่น (Bulk Density) ประมาณ 0.40 – 0.42 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นเกี่ยวข้องกับคุณภาพของเมล็ดข้าว ซึ่งมีผลต่อระยะเวลาการคั้นรูป ข้าวกิ่งสำเร็จรูปที่มีค่าความหนาแน่นเหมาะสมสามารถคั้นรูปได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากน้ำสามารถแทรกตัวเข้าไปในรูพรุนของเมล็ดข้าวได้ง่าย พิจารณาได้จากอัตราการดูดน้ำกลับ และเมื่อคั้นรูปแล้วมีค่าปริมาตรรวม (Bulk Volume) เป็น 1.5 – 3.0 เท่าของผลิตภัณฑ์ก่อนคั้นรูป
3. ผลิตภัณฑ์แห้งมีลักษณะปรากฏที่ใกล้เคียงกับข้าวสาร ขนาดเมล็ดไม่แตกต่างจากข้าวสาร เมล็ดสมบูรณ์ไม่แตกหักจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
4. กลิ่น เนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์คั้นรูปใกล้เคียงกับข้าวสุกที่หุงด้วยวิธีธรรมดา ไม่มีแป้งดิบหรือจุดแข็งภายในเมล็ด

6. ผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุกเร็วกิ่งสำเร็จรูป

นำข้าวหอมมะลิล้างน้ำทำความสะอาด และแช่น้ำไว้ประมาณ 2 ถึง 4 ชั่วโมง

↓

ต้มข้าวที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 10-15 นาที
(ข้าวกล้องจะใช้เวลาเพิ่มขึ้นเป็น 15- 20 นาที)

↓

รินข้าวออกและนำมาล้างน้ำสะอาดประมาณ 2 รอบ ตักใส่ตะกร้าทิ้งให้สะเด็ดน้ำ

↓

นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 นาที
และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส ประมาณ 5-6 ชั่วโมง

↓

บรรจุข้าวในถุงพอยด์ เพื่อป้องกันแสงและความชื้น

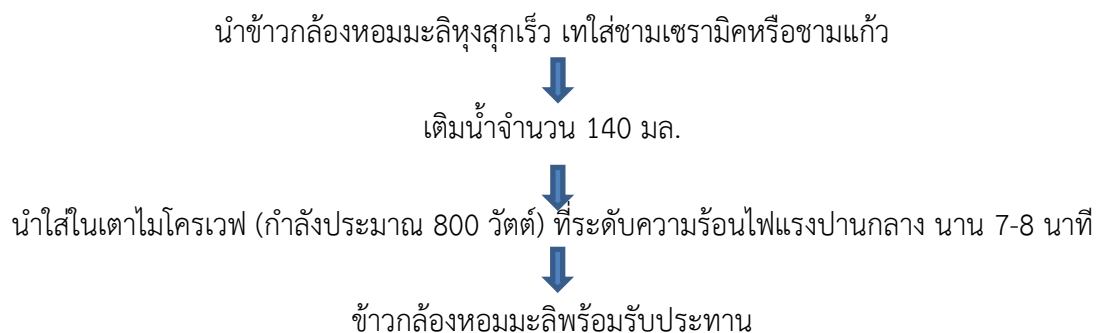
↓

ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องหอมมะลิหุงสุกเร็ว

วิธีการคั้นรูปข้าวหุงสุกเร็ว

1. นำข้าวหุงสุกเร็ว เทใส่ชามเซรามิกหรือชามแก้ว เติมน้ำจำนวน 140 ถึง 180 มล.
2. นำใส่ในเตาไมโครเวฟ (กำลังประมาณ 800 วัตต์) ที่ระดับความร้อนไฟแรงปานกลาง นาน 6 ถึง 8 นาที ได้ข้าวพร้อมรับประทาน

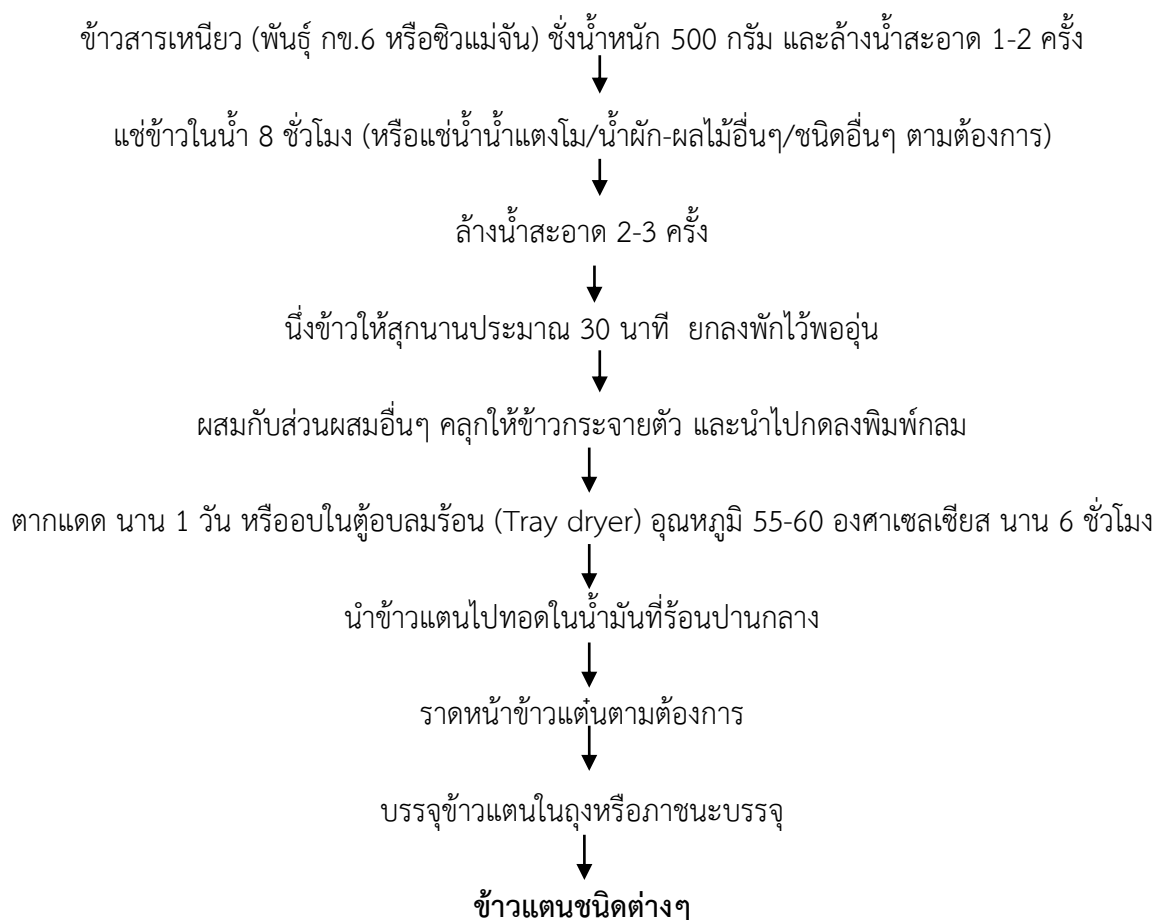
การคั้นรูปข้าวกล้องหอมมะลิหุงสุกเร็ว



7. ผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นชนิดต่างๆ

ส่วนผสม

- | | | |
|--|-----|------|
| 1. ข้าวสารเหนียวพันธุ์ กข. 6 | 500 | กรัม |
| 2. น้ำ/น้ำแดงโม/น้ำผัก-ผลไม้อื่นๆ เช่น อัญชัน ขมิ้น แก้วมังกร (สีชมพู)
เป็นต้น (ให้สีและกลิ่นในตัวข้าว) | 113 | กรัม |
| 3. น้ำตาลปี๊ป | 75 | กรัม |
| 4. เกลือป่น | 5 | กรัม |
| 5. งาดำ หรืองาขาว | 19 | กรัม |
| 6. วัตถุดิบที่ใช้แต่งหน้าข้าวแต่น เช่น พริกเผา หมูหยอง ธัญพืชชนิดต่างๆ น้ำตาลปี๊ป แปะแซ สำหรับยัด
เป็นต้น | | |



หมายเหตุ หากตัวข้าวแฉกใช้ น้ำเตงโม อัญชัน หรือแก้วมังกร (สีชมพู) เพื่อให้ สีและกลิ่นที่ดี ควรใช้วิธี
แช่ข้าวในน้ำจากวัตถุดิบผัก-ผลไม้ดังกล่าว

ส่วนผสมราดหน้าข้าวแฉก

1. น้ำเชื่อมสำหรับยึดติดข้าวแฉกกับผลไม้แห้ง ถั่วงา หรือ หมูหยอง ที่ใช้ แต่งหน้าข้าวแฉก

ส่วนผสมและวิธีการทำน้ำเชื่อม

วัตถุดิบ	จำนวนที่ใช้ (กรัม)	ร้อยละ	การคำนวณสูตร (ร้อยละ)
น้ำสะอาด	375	22.32	$(375 \times 100) / 1,680$
น้ำเชื่อมฟรุคโทส	680	40.48	$(680 \times 100) / 1,680$
แปะแซ	285	16.96	$(285 \times 100) / 1,680$
น้ำตาลทราย	340	20.24	$(340 \times 100) / 1,680$
รวมน้ำหนัก	1,680	100	$(1,680 \times 100) / 1,680$

2. วิธีการเตรียมส่วนผสมน้ำเชื่อมที่ใช้ยึดติด

2.1 เทคนิคการเคี่ยวน้ำเชื่อม

- ผสมวัตถุดิบทั้งหมดรวมกันในหม้อสแตนเลส แล้วตั้งไฟ ห้ามไม่ให้เดือดมากเพราะจะตกผลึก
- ใช้เวลาต้มไฟปานกลางนาน 1 ชั่วโมง ให้สังเกตฟองอากาศขนาดเล็ก ถึงปานกลาง ให้ได้น้ำเชื่อมที่เหนียวหนืดข้น สีขาวใส มันเงา
- พักให้เย็นแล้วใช้เป็นตัวประสานในการแต่งหน้าข้าวแต่น ด้วย ถั่ว งา หมูหยอง-น้ำพริกเผา

2.2 เทคนิคการเตรียมผลไม้แห้ง ถั่ว งาที่ใช้แต่งหน้า

- การเตรียมผลไม้แห้ง ถั่ว งา ให้นำ ผลไม้แห้ง ถั่ว งา ไปล้างน้ำสะอาด แล้วอบให้แห้งกรอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ทำให้เย็น ก่อนบรรจุกล่องพลาสติก ปิดผนึก เก็บที่อุณหภูมิห้อง ก่อนใช้แต่งหน้า

8. ผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนจากแป้งข้าว

ขนมจีน (Kanomjeen) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่แปรรูปมาจากแป้งธรรมชาติในรูปของเส้นแป้งสุก สีขาว ขนาดเล็ก มีความนุ่ม ลื่น นิยมใช้รับประทานแทนข้าวคู่กับน้ำยาขนมจีนชนิดต่างๆหรือรับประทานคู่กับอาหารอื่นๆ เช่น ส้มตำ และเมนูยำต่างๆ

การแปรรูปขนมจีน ถือเป็นภูมิปัญญาในการแปรรูปแป้งของคนไทยมาตั้งแต่สมัยอยุธยา สมัยก่อนนิยมใช้เป็นอาหารต้อนรับแขกในงานบุญต่างๆที่ขาดเสียมิได้ จนถึงปัจจุบันนี้ก็ยังใช้เป็นอาหารอย่างหนึ่งสำหรับทุกเทศกาลงานบุญต่างๆ รวมถึงกลายเป็นอาหารที่นิยมรับประทานแทนข้าวได้

ชนิดขนมจีน

1. ขนมจีนแป้งหมัก ขนมจีนแป้งหมักเป็นขนมจีนที่มีการผลิต และนิยมรับประทานมากในปัจจุบัน เนื่องจากให้เส้นที่อ่อนนุ่ม ลื่น มีกลิ่นหอมจากการหมัก และกระบวนการผลิตง่าย ไม่ซับซ้อน โดยผลิตจากข้าวหรือแป้งที่มีการหมักไว้ 2-3 วัน ก่อนนำมาให้ความร้อน และรีดเป็นเส้น

2. ขนมจีนแป้งสด ขนมจีนแป้งสดเป็นขนมจีนที่ผลิตจากข้าวหรือแป้งสด โดยไม่ผ่านการหมักก่อน จะได้เส้นขนมจีนสีขาว เส้นค่อนข้างตึงและกระด้าง มีความนุ่มน้อย ไม่มีกลิ่นหมัก จึงไม่เป็นที่นิยมผลิตและบริโภคกันมากนัก

3. ขนมจีนแห้งกึ่งสำเร็จรูป เป็นขนมจีนอีกรูปแบบหนึ่งในรูปเส้นแห้งเพื่อให้เก็บได้นาน และพร้อมรับประทานได้ทุกเมื่อ โดยผลิตจากการหมักข้าวหรือแป้ง แล้วนำมาทอด และขึ้นรูปให้เป็นเส้น หลังจากนั้นนำมาตัด และจัดเรียงก่อนเข้าเครื่องอบแห้งจนได้ขนมจีนแห้งที่สามารถเก็บไว้ได้นาน และพร้อมรับประทานด้วยการต้มภายใน 5-10 นาที คล้ายกับบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปทั่วไป

วิธีการทำขนมจีน (แบบหมัก)

วัตถุดิบ

1. ข้าว ข้าวเป็นวัตถุดิบหลักในการทำขนมจีน โดยทั่วไปจะใช้ข้าวเจ้า จะไม่ใช่ข้าวเหนียว เพราะไม่ต้องการให้ขนมจีนเหนียวมาก โดยข้าวที่ใช้จะมีอายุหลังการเก็บเกี่ยวประมาณ 3 เดือน ถึง 1 ปี ไม่ควรเป็น

ข้าวเก่า เพราะจะทำให้ขนมจีนมีสีเหลืองมาก การผลิตขนมจีนในระดับชุมชนมักใช้ข้าวเจ้าแฉ่ำเม็ดเต็มหรือข้าวเจ้าเกรดที่ใช้บริโภคทั่วไป เช่น ข้าวหอมมะลิ แต่หากเป็นในระดับโรงงานมักใช้ข้าวหักหรือปลายข้าวเป็นหลัก ค่อนข้างเป็นข้าวเกรดปานกลาง

2. **น้ำ** น้ำที่ใช้ในทุกขั้นตอนการผลิตสามารถใช้ได้ทั้งน้ำฝน และน้ำประปา แต่ทั่วไปนิยมใช้น้ำประปามากที่สุด น้ำฝนจะมีใช้น้อยบางพื้นที่ชนบทเท่านั้น ส่วนน้ำบาดาลก็สามารถใช้ได้เช่นกันโดยเฉพาะบางพื้นที่ที่ไม่มีปัญหาในเรื่องน้ำบาดาลเค็มหรือน้ำกร่อยมาก และเมื่อสูบขึ้นมาแล้ว ควรเก็บในบ่อพักเสียก่อนก่อนนำมาใช้

3. **เกลือ** เกลือที่ผสมในขนมจีนใช้เพื่อป้องกันการเน่า เพิ่มรส และลดความเปรี้ยวของขนมจีน อาจเป็นเกลือสมุทรหรือเกลือสินเธาว์ก็ได้ แต่ควรมีความขาว และบริสุทธิ์มากพอ

4. **สีผสมอาหาร** ในบางครั้งการทำขนมจีนอาจต้องการเพิ่มสีสันทให้แก่ขนมจีนเช่น สีชมพู สีเหลือง สีม่วง และสีเขียว เป็นต้น เพื่อให้ขนมจีนมีสีสันที่น่ารับประทานมากขึ้น และช่วยดึงดูดความสนใจในทางการตลาดได้

ขั้นตอนการทำขนมจีน

1. **การทำความสะอาด และแช่ข้าว** เป็นขั้นตอนแรก ด้วยการนำข้าวมาแช่น้ำ และล้างทำความสะอาด โดยเฉพาะสิ่งปนเปื้อนที่มักลอยอยู่ชั้นบนหลังแช่ข้าวในน้ำ หลังล้างเสร็จให้แช่ข้าวสักพัก ก่อนนำเข้าสู่ขั้นตอนการหมัก

2. **การหมักข้าว** การหมักข้าวเป็นกระบวนการที่ใช้จุลินทรีย์เข้าช่วยย่อยแป้ง และทำให้เกิดกลิ่น ด้วยการหมักข้าวทั้งแบบแห้ง และแบบแช่น้ำ แต่ทั่วไปนิยมหมักแห้งมากที่สุด การหมักแห้งเป็นวิธีการหมักที่ไม่ต้องแช่ข้าว แต่จะให้น้ำแกมเมล็ดข้าวเป็นช่วงๆ เพื่อให้แป้งในเมล็ดข้าวมีการดูดซับน้ำ เกิดภาวะเหมาะสมของจุลินทรีย์ และทำให้น้ำมาบดได้ง่ายขึ้น ขั้นตอนการหมักมีดังนี้

1) นำข้าวที่ล้างทำความสะอาด และแช่ได้เหมาะสมแล้ว ใส่ในภาชนะที่มีรูให้น้ำไหลผ่านได้ เช่น ตะกร้าไม้ไผ่ ตะแกรงลวด เป็นต้น การหมักจะเป็นการให้น้ำแกมเมล็ดข้าวทุกวันแบบไม่มีการแช่ ซึ่งมักจะหมักนาน 2-3 วัน

2) เมื่อหมักข้าวครบตามวันที่ต้องการ ให้สังเกตข้าวที่พร้อมนำมาใช้ ซึ่งจะมีลักษณะเม็ดพองโต มีสีใสออกคล้ำเล็กน้อย เมื่อปีบจะเปื่อยยุ่ยง่าย มีกลิ่นแรงจากการหมัก ซึ่งถือว่าลักษณะเหล่านี้เหมาะสำหรับนำมาบดขั้นต่อไป

การหมักข้าวไม่ควรหมักนานเกิน 3-4 วัน เพราะจะทำให้ข้าวมีสีคล้ำ และมีกลิ่นคล้ายกลิ่นข้าวบูดได้ โดยจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ ได้แก่ *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum* เป็นต้น

3. **การบดข้าว** เป็นขั้นตอนนำข้าวมาบดผ่านเครื่องบดเพื่อให้เมล็ดข้าวแตกเป็นผงขนาดเล็ก โดยมักบดขณะที่ข้าวอมน้ำ ร่วมกับเติมน้ำขณะบด โดยข้าวที่บดจะแตกเป็นผงละลายมากับน้ำ ผ่านผ้าขาวสำหรับกรองให้ไหลลงตุ่ม ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจเติมเกลือประมาณ 4 ส่วน สำหรับป้องกันการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

4. การนอนแป้ง การนอนแป้งเป็นขั้นตอนที่ใช้ในระดับครัวเรือน ด้วยการแช่น้ำแป้งให้ตกตะกอน น้ำแป้งส่วนบนจะมีสีเหลือง และสิ่งปนเปื้อนสีดำค้ำจะลอยอยู่บนสุด ในขั้นตอนนี้จะทำการล้างน้ำแป้ง ด้วยการให้น้ำ และปล่อยให้ตกตะกอน ซึ่งจะทำให้แป้งขาวสะอาด และมีกลิ่นน้อยลง

5. การทับน้ำหรือการไล่น้ำ ขั้นตอนนี้เป็นวิธีการกำจัดน้ำออกจากน้ำแป้ง ด้วยการนำน้ำแป้งใส่ผ้าขาวที่มัดห่อให้แน่น แล้วนำของหนักมาทับเพื่อให้ น้ำไหลซึมผ่านออก ขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 1 วัน หลังจากนั้นจะได้ก้อนแป้งที่มีน้ำประมาณร้อยละ 40-50

6. การต้มหรือนึ่งแป้ง เป็นขั้นตอนที่ทำให้แป้งสุกประมาณร้อยละ 25-35 เท่านั้น เพื่อไม่ให้แป้งเหนียวมากเกินไป สำหรับระดับครัวเรือนจะใช้วิธีการต้ม ส่วนในโรงงานจะใช้วิธีการนึ่งแทนในระดับครัวเรือนจะใช้วิธีการปั่นแป้งเป็นก้อนๆ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20-25 ซม. นำใส่เสวียนหย่อนลงต้มในน้ำเดือด โดยให้แป้งสุกเข้าด้านในประมาณ 1-3 ซม. เท่านั้น อย่าให้แป้งสุกสีมาก เพราะจะทำให้โรยเส้นได้ยาก

7. การนวดแป้ง เป็นขั้นตอนการนำก้อนแป้งมาบีบให้ส่วนแป้งสุก และแป้งดิบผสมกัน ซึ่งอาจใช้มือหรือเครื่องจักรหรือครกไม้สำหรับชาวชนบท โดยสังเกตเนื้อแป้งขณะนวด หากแป้งแห้งมากให้ผสมน้ำร้อน หากแป้งเหนียวติดกันมากให้ผสมแป้งดิบ ก้อนแป้งที่เหมาะสมสำหรับโรยเส้นนั้น จะข้าวประมาณ 1 กิโลกรัม ที่ทำให้ได้ก้อนแป้งเลวหนักประมาณ 3-3.5 กิโลกรัม มีลักษณะเป็นก้อนแป้งอ่อนออกเลวเล็กน้อย การนวดแป้งหากต้องการเพิ่มสีสนิมเงินให้มีสีต่างๆจะทำในขั้นตอนนี้ ด้วยการเทศผสมอาหารผสมลงนวดพร้อมก้อนแป้งให้มีสีเนื้อเข้ากัน

8. การกรองเม็ดแป้ง ในบางครั้งแป้งสุกอาจจับเป็นก้อนในขั้นตอนการนวดแป้ง หากนำไปโรยเส้นอาจทำให้เส้นขนมจีนไม่ต่อเนื่องได้ ดังนั้น จึงต้องกรองแป้งหลังนวดด้วยผ้าขาวเสยก่อนเพื่อกำจัดก้อนแป้งสุกออกให้หมด

9. การโรยเส้น การโรยเส้นเป็นขั้นตอนสำคัญที่ทำให้ขนมจีนเป็นเส้น ด้วยการบีบดันก้อนแป้งเหลวให้ไหลผ่านรูขนาดลงในน้ำเดือดเพื่อทำให้เส้นสุก โดยยังคงรูเส้นเหมือนเดิม ซึ่งในระดับครัวเรือนจะใช้แวนหรือเฟือง แวนจะมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะทรงกลมที่มีรูขนาดเล็กจำนวนมาก แวนนี้จะถูกเย็บติดแน่นกับถุงผ้าที่ใช้สำหรับใส่ก้อนแป้งเหลว หลังจากนั้น รวบปลายผ้าเข้าหากัน และบีบดันแป้งให้ไหลผ่านรูลงหม้อต้ม เฟืองมีลักษณะเป็นหม้อทรงกลมขนาดเล็ก 2 อัน อันแรกด้านล่างมีรูขนาดเล็กจำนวนมาก ด้านบนมีหูถือติดสองข้างสำหรับจับ อันที่สองมีลักษณะเหมือนกันแต่เล็กกว่า และสามารถวางสวมอันแรกได้ ซึ่งจะใช้สำหรับดันก้อนแป้งให้ไหลผ่านรูของอันแรกลงหม้อต้ม ส่วนระดับโรงงานมักใช้ปั๊มแรงดันต่อท่อต่อก้อนแป้งเหลวผ่านตะแกรงที่มีรูขนาดเล็กลักษณะคล้ายแวนลงหม้อต้ม ซึ่งจะประหยัดแรงงาน และได้เส้นขนมจีนที่รวดเร็วกว่า เมื่อบีบเส้นลงหม้อต้มแล้ว ให้พยายามรักษาความร้อนให้คงที่ และรองจนกว่าเส้นขนมจีนจะลอยตัวจึงใช้ตะแกรงหรือกระชูดักขึ้นมา

10. การทำให้เย็น และจัดเรียงเส้น เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการทำขนมจีน ภายหลังจากต้มเส้นให้สุก ลอยขึ้นด้านบนหม้อแล้ว ต่อมาจะใช้ตะแกรงหรือกระชูดักเส้นขนมจีนขึ้นมา แล้วจุ่มลงน้ำเย็นทันที รองจนเส้นเย็นพร้อมสามารถใช้มือจับได้

เมื่อเส้นเอ็นให้ใช้มือข้างที่ถนัดจับเส้นขึ้นมาพันรอบฝ่ามืออีกข้างที่วางในแนวตั้ง จนกระทั่งหมดความยาวเส้น พร้อมวางใส่ภาชนะบรรจุหรือตะแกรงที่มีช่องให้น้ำไหลผ่านได้ และเป็นภาชนะที่พร้อมส่งจำหน่ายได้ทันทีหรืออาจวางเรียงให้แห้งก่อนค่อยจัดเรียงในภาชนะจำหน่าย ทั้งนี้ พยายามเรียงเส้นให้เป็นแนวสม่ำเสมอ

สาเหตุปัญหาคุณภาพขนมจีน

ระยะเวลาการหมักที่ไม่เหมาะสม หากการหมักไม่เพียงพอ เมล็ดข้าวมักไม่มีกลิ่น แต่หากหมักนานเกินไปมักทำให้มีกลิ่นแรง สีคล้ำมาก และมีรสเปรี้ยวมาก ซึ่งอาจเกิดจากเชื้อที่ไม่ดี และเชื้อดี ดังนั้น จึงควรผสมเกลือเล็กน้อยเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในขั้นตอนนี้ด้วย

1. กลิ่นแรง เกิดจากระยะเวลาการหมักนานเกินไป มีจุลินทรีย์มากเกินไป หรือมีเชื้อชนิดอื่นเจริญเติบโต วิธีการแก้ไขด้วยการเติมเกลือในขั้นตอนหมัก และนำข้าวมาล้างน้ำก่อนเข้าขั้นตอนการบด

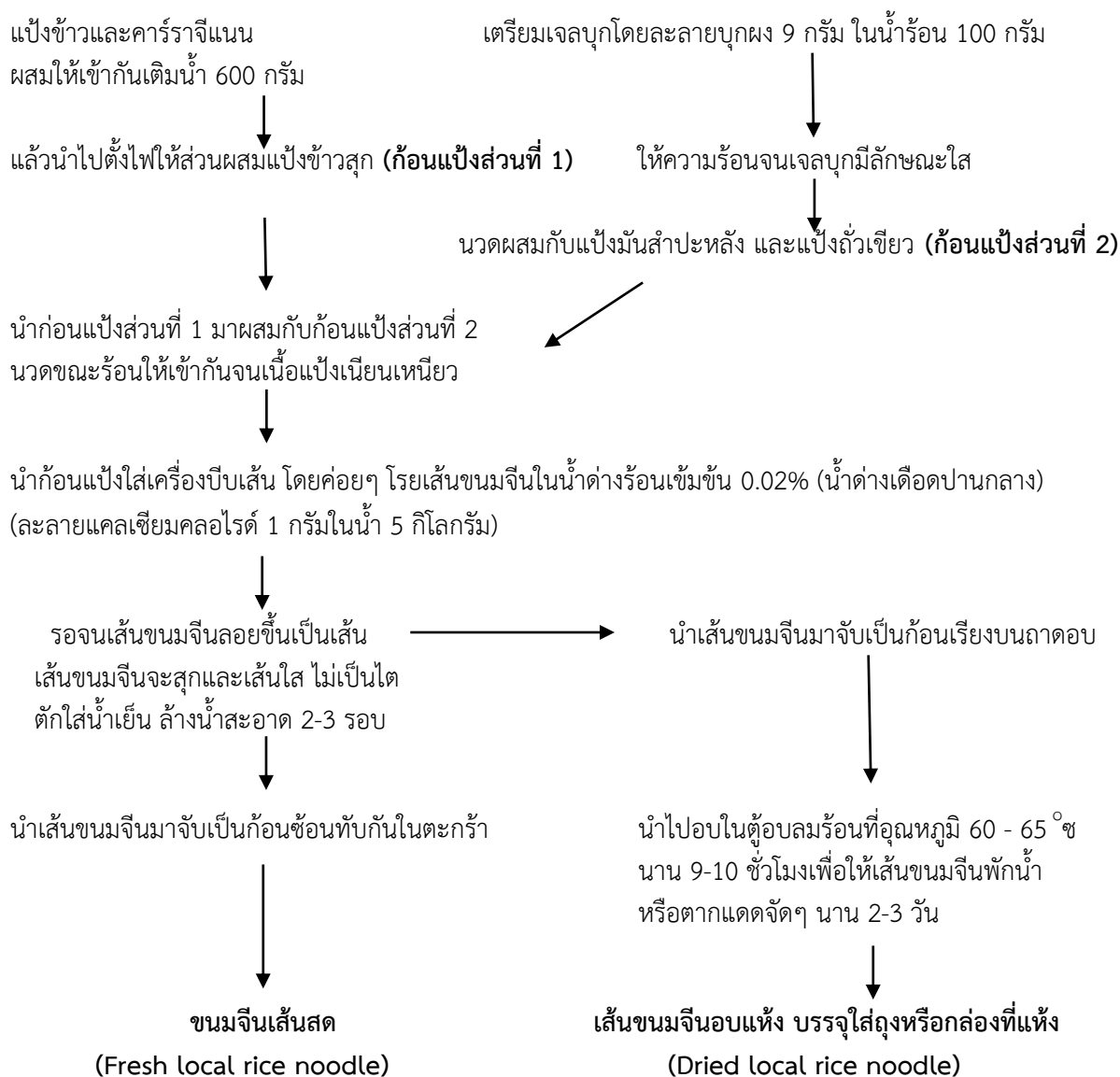
2. สีคล้ำ อาจเกิดจากขั้นตอนการล้างที่ไม่สะอาดพอ รวมถึงมีการหมักนานเกินไป รวมไปถึงการใช้น้ำที่ไม่สะอาดในขั้นตอนการผลิต วิธีแก้ไข ได้แก่ ใช้น้ำที่สะอาด เช่น น้ำประปาหรือน้ำฝน และล้างเมล็ดข้าวให้สะอาดทุกครั้ง ระยะเวลาการหมัก 2-3 วัน

3. เส้นยุ่ย อาจเกิดจากคุณภาพข้าวไม่ดี ใช้เวลานวดแป้งสั้น ใช้เกลือน้อย รวมถึงน้ำแป้งก่อนโรยเส้นมีน้ำมากเกินไป แก้โดยอันดับแรกที่คัดเลือกพันธุ์ข้าว และเมล็ดข้าวที่มีคุณภาพ มีการใช้เกลือที่เหมาะสม เวลาในการนวดแป้งนานพอที่ทำให้แป้งผสมกันดี และเตรียมก้อนแป้งให้มีความหนืดที่เหมาะสม

เส้นขนมจีนข้าวสาลีและอบแห้ง

ส่วนประกอบ

แป้งข้าว	350	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	250	กรัม
แป้งถั่วเขียว	50	กรัม
บุกผง (1.5% ของแป้งข้าวและแป้งมัน)	9	กรัม
คาร์ราจีแนน (1 ของแป้งข้าวและแป้งมัน)	6	กรัม
น้ำสะอาด	700	กรัม
แคลเซียมคลอไรด์ (น้ำต่าง 0.02%)	1	กรัม ในน้ำ 5 กิโลกรัม



หมายเหตุ: การคืนรูปเส้นขนมจีนข้าวป๊อปะยอโพบแห้ง โดยต้มในน้ำเดือดอ่อนๆ นานประมาณ 10-15 นาที

9. ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว

เส้นก๋วยเตี๋ยว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งทำจากแป้งข้าวเจ้าเพียงอย่างเดียวหรือแป้งข้าวเจ้า ผสมกับแป้งชนิดอื่น และอาจมีส่วนผสมอื่นด้วยก็ได้ ทำให้เป็นแผ่นบางนึ่งให้สุก ตัดเป็นเส้นตามขนาด ต้องการ แล้วทำให้แห้ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2549) กรรมวิธีการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เริ่มต้นจากอุตสาหกรรมในครอบครัว จนกระทั่งสามารถนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการขยายผลผลิตเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มีเพิ่มจำนวนมากขึ้น สภาวะการแข่งขันการตลาดและการบริโภค จึงขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านคุณภาพ อายุการเก็บรักษา และความสะดวกสบายในการนำผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวมาใช้บริโภค ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวได้แก่ ปริมาณของแป้งข้าวเจ้า และแป้งชนิดต่างๆ ที่นำมาเป็นส่วนประกอบ โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวมักมีส่วนประกอบหลัก คือ แป้งข้าวเจ้าและอาจมีการเติมแป้ง

กล้วยดิบผงในอัตราส่วนที่เหมาะสม และกรรมวิธีในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวซึ่งมีผลต่อระยะเวลาในการลวกสุกไวของเส้นก๋วยเตี๋ยว และปรับคุณลักษณะปรากฏในเส้นก๋วยเตี๋ยว

เส้นก๋วยเตี๋ยว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งทำจากแป้งข้าวเจ้าเพียงอย่างเดียวหรือแป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งชนิดอื่น และอาจมีส่วนผสมอื่นด้วยก็ได้ ทำให้เป็นแผ่นบาง พร้อมนึ่งให้สุก ตัดเป็นเส้นตามขนาดต้องการ แล้วทำให้แห้ง ก๋วยเตี๋ยวกิ่งสำเร็จรูป เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วยเส้นก๋วยเตี๋ยวและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสต่าง ๆ ในอัตราส่วนที่เหมาะสมรวมบรรจุในภาชนะบรรจุเดียวกันพร้อมรับประทานได้ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2549)

เส้นก๋วยเตี๋ยว เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่เกิดได้จากแป้งข้าวเจ้าหรือมีแป้งจากพืชอื่นผสมอยู่ด้วยการรีดเนื้อแป้งให้เป็นแผ่นบางๆ แล้วนำมานึ่งให้สุก ก่อนจะตัดเป็นเส้นให้มีความยาวเหมาะสมซึ่งจะได้เส้นก๋วยเตี๋ยวเป็นเส้นบางๆ เส้นมีสีขาวนวล ไม่มีกลิ่นหืน และเมื่อนำไปลวกน้ำร้อนจะนิ่มอ่อนตัวลง เนื้อเส้นเหนียว แต่ไม่เกาะติดกัน ก๋วยเตี๋ยว (noodle) เป็นหนึ่งในอาหารประเภทเส้นของจีนที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าโดยส่วนมากจะลวกให้สุกในน้ำเดือด สะเด็ดน้ำ แล้วนำมาใส่เครื่องปรุงชนิดต่างๆ นิยมรับประทานทั้งแบบน้ำและแบบแห้ง นิยมใช้ตะเกียบเป็นเครื่องมือช่วยรับประทาน เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตขายในปัจจุบันมีทั้งจากระดับครัวเรือน และระดับอุตสาหกรรมที่ใช้บริโภคในประเทศ และส่งออกไปยังหลายประเทศ โดยเฉพาะตลาดในเอเชียที่นิยมมากที่สุด อาทิ ฮองกง เกาหลี และญี่ปุ่น ส่วนประเทศอื่นๆ อาทิ สหรัฐอเมริกา และบางประเทศในยุโรป

ประเภทของเส้นก๋วยเตี๋ยว

1. ก๋วยเตี๋ยวสด เป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ใช้แผ่นก๋วยเตี๋ยวม้วนหั่นเป็นเส้นๆ แล้วสามารถนำไปประกอบอาหารได้เลยโดยไม่ต้องนำไปผ่านการทำให้แห้งก่อน ซึ่งเส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีความชื้นสูง 62-64% ต้องรับประทานภายใน 1-2 วัน เพราะหากเก็บไว้นานมักมีกลิ่นหืน และเสื่อมสภาพได้ง่าย เส้นก๋วยเตี๋ยวชนิดนี้มีทั้งเส้นใหญ่ ขนาด 1.5-2.5 ซม. และเส้นเล็ก ขนาด 0.4-0.5 ซม.



เส้นก๋วยเตี๋ยสด



ก๋วยเตี๋ยเส้นเล็กกิ่งแห้ง



ก๋วยเตี๋ยเส้นเล็กแห้ง



แผ่นก๋วยจั๊บน้ำ

รูปที่ 13 เส้นก๋วยเตี๋ยวประเภทต่างๆ

2. ก๋วยเตี๋ยเส้นเล็กกิ่งแห้ง เป็นก๋วยเตี๋ยที่ผ่านการทำให้แห้งหรือการอบด้วยลมร้อนเพียงชั่วคราวเพื่อกำจัดความชื้นออก แต่ยังคงเหลือความชื้นบางส่วนอยู่ประมาณร้อยละ 35-37 ทำให้ต้องรับประทานภายใน 3-5 วัน เพราะยังเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยที่เสียดังง่าย แต่จะเก็บได้นานกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยสด

3. ก๋วยเตี๋ยเส้นเล็กแห้ง เป็นเส้นก๋วยเตี๋ยที่ผ่านการอบหรือทำให้แห้งจนเหลือความชื้นประมาณร้อยละ 11-13 ก่อนจะนำมาตัดเป็นเส้น ซึ่งทำให้สามารถเก็บได้นานเป็นปี ปัจจุบันเส้นก๋วยเตี๋ยชนิดนี้มีชื่อเสียง คือ เส้นก๋วยเตี๋ยจันทน์ หรือ มักเรียก เส้นจันทน์ ซึ่งเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยเส้นเล็กจาก

จังหวัดจันทบุรี มีลักษณะเด่น คือ เมื่อลวกน้ำร้อน เส้นก๋วยเตี๋ยวจะอ่อนนุ่ม แต่คงความเหนียวได้ดี เส้นไม่เปื่อยยุ่ยง่ายแม้จะลวกน้ำนานอีกทั้งสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน

4. แผ่นก๋วยจั๊บน้ำเย็น เส้นก๋วยเตี๋ยวชนิดนี้มักเรียกว่า แผ่นก๋วยจั๊บน้ำเย็น เพราะมีลักษณะเป็นแผ่นใหญ่ ม้วนเป็นทรงกระบอก ซึ่งต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวอื่นที่เป็นเส้นเล็กๆ หรือเป็นแผ่นแบนราบ (เส้นใหญ่) ทำได้ด้วยการนำแผ่นแป้งก๋วยเตี๋ยวมาหนึ่งเพียงชั่วครู่เพื่อให้สุกเพียงครึ่งเดียว ก่อนจะนำมาผึ่งลมหรืออบให้แห้งจนเหลือความชื้นประมาณร้อยละ 12 ซึ่งจะแห้งกว่าเส้นใหญ่ ก่อนนำไปตัดให้มีขนาด 3.0-3.5 ซม. มีทั้งรูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยม ก่อนจะปรุงก๋วยจั๊บน้ำเย็นต้องนำไปแช่น้ำ และนำมาม้วนทำเป็นเส้นก๋วยจั๊บน้ำเย็นก่อน (นิรนาม , 2559)

ส่วนประกอบของเส้นก๋วยเตี๋ยว

แป้งข้าวเจ้า (rice flour) เป็นแป้งที่ทำมาจากข้าวหักหรือว่าเป็นปลายข้าวเป็นส่วนใหญ่ เพราะว่า ข้าวพวกนั้นจะมีการนำไปจำหน่ายแล้วจะได้ราคาขาย จึงค่อนข้างนิยมเพื่อนำมาทำเป็นวัตถุดิบในการทำแป้งข้าว แป้งข้าวเจ้า เป็นแป้งที่ใช้มากที่สุดในการทำขนมไทย ในสมัยก่อนใช้แป้งสดที่ไม่จากข้าวสารแช่น้ำค้างคืน นำแป้งที่ได้จากการโม่มาทับน้ำออก ก็จะได้แป้งที่พร้อมนำไปทำขนม ปัจจุบันนิยมใช้แป้งแห้งที่ผลิตจากโรงงาน เนื้อแป้งข้าวเจ้ามีลักษณะสากมือ เป็นผงหยาบกว่าแป้งสาลี แป้งข้าวเจ้าเป็นแป้งที่ปราศจากกลูเตน ผลิตจากข้าวขาวที่ได้คัดสรรวัตถุดิบจากเมล็ดข้าวมีคุณภาพดีที่ปลูกในประเทศไทย และด้วยการผลิตที่มีคุณภาพระดับมาตรฐานสากลพร้อมกับการควบคุมที่ถูกต้องสุขอนามัยในทุกขั้นตอนการผลิตจึงทำให้แป้งข้าวเจ้าที่มีคุณภาพดี มีความละเอียดและสิ่งเจือปนน้อยมีกลิ่นหอมธรรมชาติ เหมาะสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการทำขนมชนิดต่างๆ เช่น ขนมครก ขนมฟักดอง ขนมตาล ขนมผักกาด ลอดช่อง หรือใช้สำหรับเพิ่มความกรอบในการชุบทอดเช่นกล้วยแขก เป็นต้น การผลิตแป้งในปัจจุบันยังคงมุ่งเน้นแป้งข้าวเจ้าชนิดอะไมโลส (amylose) สูง นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นสารเพิ่มความเหนียวในน้ำซอสได้อีกทั้งยังใช้เป็นแป้งสำหรับโรยบนการเตรียมทำขนมเพื่อป้องกันการติดกันของแป้งที่ยังไม่ได้อบ แป้งข้าวเจ้าเหมาะที่จะเป็นส่วนผสมในอาหารที่ปราศจากกลูเตน เป็นวัตถุดิบของอาหารต่างๆ ในหลายๆอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยวขนมจีนและเส้นพาสต้า

คุณสมบัติของแป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้าเป็นแป้งที่ปราศจากกลูเตน เป็นทางเลือกที่ดีกว่าสำหรับผู้แพ้อาหารกลูเตน กลูเตนเป็นโปรตีนที่มีอยู่ในแป้งสาลีและอาจทำให้ระบบย่อยอาหารแย่ลงสำหรับผู้แพ้อาหารกลูเตน แตกต่างจากข้าวสาลีหรือข้าวไร แป้งข้าวเจ้าทำมาจากข้าวที่ปราศจากกลูเตนไม่ว่าจะเป็นเมล็ดข้าวเต็มเมล็ดหรือเมล็ดข้าวหักที่ผ่านกระบวนการโม่และจากนั้นบดเป็นผง แป้งข้าวเจ้าสามารถพบได้ทั้งในรูปแบบข้าวขาวและข้าวกล้อง และใช้ได้ดีในซूप ซอส และ เกรวี เป็นตัวให้ความข้นและความสามารถในการป้องกันการแยกของเหลว (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2550)

ประโยชน์ของแป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้าเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่ชื่นชอบอาหารที่ไม่ทำให้อ้วน ในฐานะที่เป็นผงปราศจากกลูเตน แป้งข้าวเจ้ามีรสชาติที่เป็นกลางและสามารถช่วยในกระบวนการย่อยอาหารได้ สามารถใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นแป้งสาลีแทนในการทำแครกเกอร์ เค้กและก๊วยเตี๋ยวได้ แป้งข้าวเจ้ามีเส้นใยสูงไขมันอิ่มตัว

คอเลสเตอรอลและโซเดียมต่ำ เช่นเดียวกับถั่วและผักที่มีกากใยมาก ๆ แป้งข้าวเจ้ายังมีเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งช่วยร่างกายของเราโดยกำจัดของเสีย โดยเฉพาะแป้งข้าวกล้องสามารถให้ไฟเบอร์ได้มากขึ้นและดีต่อปัญหาท้องผูก เส้นใยในแป้งข้าวเจ้าช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในเลือด แป้งข้าวเจ้ามีโคลีนซึ่งช่วยบำรุงตับให้แข็งแรง โคลีนในแป้งข้าวเจ้าช่วยลดความเสี่ยงคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์จากตับไปยังที่ที่ต้องการภายในร่างกาย แป้งข้าวเจ้าเป็นทางเลือกที่ดีในการรักษาตับให้อยู่ในสภาพดีแม้ว่าจะให้สารอาหารน้อยกว่าแป้งชนิดอื่นๆ

คุณค่าทางโภชนาการในแป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้าเป็นแหล่งสำคัญของแมงกานีสและอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุเป็นข้อได้เปรียบของแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเจ้ายังให้คุณค่าทางโภชนาการ เช่น เพิ่มแคลเซียมและสังกะสี ในปริมาณ แป้งข้าวเจ้า 100 กรัม มีพลังงานทั้งหมด 366 กิโลแคลอรี โปรตีน 6 กรัม คาร์โบไฮเดรต 80.1 กรัม และไขมัน 1.4 กรัม

ข้อเสียของแป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้าขาดคุณค่าทางโภชนาการบางอย่างเมื่อเทียบกับที่แป้งสาลีสามารถให้ได้ โดยปกติแล้วแป้งสาลีทั้งหมดจะมีโฟเลตร้อยละ 14 ซึ่งช่วยกำจัด homocysteine ออกจากเลือดและลดความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจ นอกจากนี้ยังมีสาร phytonutrients ที่ต่อสู้กับมะเร็งได้มากกว่าร้อยละ 30 ที่เรียกว่า lignans มากกว่าแป้งข้าวซึ่งช่วยปรับสมดุลระดับฮอร์โมนเอสโตรเจนในร่างกายและลดระดับคอเลสเตอรอล (พรกมล, 2562)

วิธีการทำเส้นก๋วยเตี๋ยว

1. การเตรียมแป้งข้าว

การเตรียมแป้งข้าวเป็นการล้างทำความสะอาดข้าว ควรใช้อัตราส่วนของข้าวต่อน้ำให้เหมาะสม โดยให้น้ำท่วมข้าวเพียงเล็กน้อยหรือประมาณ 1:2.5 ส่วน คนหรือกลับข้าวบ้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการล้าง ไม่ควรคนข้าวตลอดเวลาเพราะจะทำให้เมล็ดข้าวแตก และละลายหรือแขวนลอย ออกมากับน้ำล้างมาก เมื่อล้างข้าวเสร็จควรแช่ข้าวไว้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง เพื่อให้ข้าวดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดแป้ง ซึ่งเป็นการเพิ่มความชื้นทำให้เมล็ดข้าวนิ่ม ง่ายขึ้น และยังมีผลทำให้เม็ดแป้งแตกมากขึ้นในขณะต้ม

การต้มข้าวเป็นการทำให้เม็ดแป้ง และองค์ประกอบอื่นๆหลุด และแตกออกรวมทั้งทำให้เยื่อหุ้มเม็ดแป้งแตกด้วย ซึ่งการต้มจะใช้ไม่หืน และโมแบบเปียก โดยการต้มแบบนี้ทำให้เม็ดแป้งถูกบดละเอียด และแตกตัวได้มาก และการเติมน้ำลงไปจะช่วยทำให้อุณหภูมิในขณะต้มไม่สูงเกินไป ซึ่งแป้งที่ได้มีคุณภาพดีไม่บูดง่าย ทั้งนี้ การต้มข้าวแบบไม่เปียกด้วยไม่หืน 2 ครั้ง จะได้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เหนียว และยืดหยุ่นสูงกว่าการต้มเพียงครั้งเดียว ส่วนอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำจะใช้ประมาณ 2 ต่อ 1 จากนั้น ตั้งน้ำแป้งทิ้งไว้ 30-60 นาที เพื่อให้เม็ดแป้งดูดน้ำทำให้เม็ดแป้งพองตัวและแตกง่ายเมื่อนำไปนึ่ง ซึ่งน้ำแป้งที่ได้ในขั้นตอนนี้มีความข้นหนืดมากขึ้นทั้งนี้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่นิยมรับประทาน และให้ความอร่อยมักใช้แป้งชนิดอื่นผสมด้วย อาทิ แป้งมันสำปะหลัง (ช่วยลดความแข็งและเพิ่มความใส) แป้งท้าวยายม่อม (ลดความแข็ง ทำให้เส้นนุ่มเหนียวมากขึ้น) (กล้าณรงค์, 2550)

2. การปรับความเข้มข้นของน้ำแป้ง

ส่วนผสมของน้ำแป้งที่ไม่ได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว ดังนั้น ปริมาณน้ำที่ใช้จะสัมพันธ์กับชนิด และลักษณะของแป้งข้าวที่ใช้ โดยข้าวยิ่งเก่ามาก และมีแอมิโลสสูงต้องใช้น้ำมากกว่า ข้าวใหม่ที่มีแอมิโลสต่ำกว่าหากใช้น้ำน้อยเกินไป เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้ก็จะมีเนื้อแข็ง แต่หากใช้น้ำมากเกินไปเส้นก๋วยเตี๋ยวจะนิ่ม และขาดง่าย



รูปที่ 14 การปรับความเข้มข้นของน้ำแป้ง

3. การนึ่ง

เป็นการทำให้น้ำแป้งสุกด้วยไอน้ำ ซึ่งอาจนึ่งนานต่างกันตามชนิดของเส้นก๋วยเตี๋ยวข้างต้น แต่ปกติจะใช้เวลาประมาณ 1-2 นาที



รูปที่ 15 การปรับความเข้มข้นของน้ำแป้ง

4. การผึ่งลมหรือการอบ

การผึ่งลมเป็นการทำให้แป้งสุกเย็นตัวลงเกิดเป็นเจลที่มีความแข็งแรง และเหนียวมากขึ้น เกาะยึดเป็นแผ่นได้ดี จากนั้น นำมาตัดเป็นเส้น ซึ่งได้ก้วยเตี๋ยสดมีความชื้นประมาณร้อยละ 62-64 แต่ถ้าต้องการเส้นเล็กกึ่งแห้งต้องนำแผ่นก้วยเตี๋ยสดไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 145 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เมื่อออกจากตู้อบใช้พัดลมเป่าให้เย็น แผ่นก้วยเตี๋ยที่ออกมามีความชื้นประมาณร้อยละ 30-40 จากนั้น นำมาวางเรียงซ้อนกันและบ่มไว้ประมาณ 6 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นกระจายเท่ากันทั้งแผ่น ก่อนนำมาตัดเป็นเส้นผลิตภัณฑ์เส้นเล็กกึ่งแห้งที่ได้มีความชื้นประมาณ 35-37 ส่วนเส้นเล็กแห้งนั้น จะนำเส้นเล็กกึ่งแห้งมาอบแห้งด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 45-48 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นประมาณร้อยละ 11-13

5. การตัดเป็นเส้น

การตัดเส้นก้วยเตี๋ยด้วยการทำมือในระดับครัวเรือนอาจใช้วิธีตัดด้วยมือ แต่ในระดับอุตสาหกรรมจะใช้เครื่องตัดที่ได้ความแม่นยำมากกว่า



รูปที่ 16 การตัดเป็นเส้น