บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1. การพัฒนาของเมล็ดข้าว

โดยปกติดอกข้าวจะบานหลังโผล่พ้นกาบใบธง 1-2 วัน เริ่มบานจากปลายรวงไปหาโคนรวงใช้เวลาประมาณ 7 วัน การผสมพันธุ์ของดอกข้าวใช้ระยะเวลาประมาณ 12-24 ชั่วโมง และการสะสมอาหารในเมล็ดจะเป็นไปตามลำดับการบานของดอกข้าว (จำรัส, 2534; อรอนงค์, 2550; Vergara, 1980) การพัฒนารูปร่างของเมล็ดเริ่มเกิดขึ้นในวันหลังจากที่มีการผสมพันธุ์ และยืดขยายตัวตามความยาว (length) ของเมล็ดขึ้นไปจนถึงส่วนของเปลือกด้านบนสุดในวันที่ 5-6 หลังผสมพันธุ์ (Matsushima and Manaka, 1956) จากนั้นมีการพัฒนาด้านกว้าง (width) ของเมล็ดสูงสุดในวันที่ 15-16 หลังผสมพันธุ์และความหนา (thickness) ของเมล็ดจะค่อยๆมีการพัฒนาอย่างช้า ๆ จนสูงสุดในวันที่ 20-25 หลังผสมพันธุ์ ในขณะที่เมล็ดมีการพัฒนารูปร่างได้มีคลอโรพลาสต์ (chloroplast) เกิดขึ้นในผนังด้านนอกของเมล็ดหรือเยื่อหุ้มเมล็ด (pericarp) และในวันที่เมล็ดมีขนาดใหญ่ที่สุดนั่นคือ 20-25 วันหลังผสมพันธุ์จะมีคลอโรพลาสต์สูงสุดในเยื่อหุ้มเมล็ด ทำให้เมล็ดมีสีเขียวสดในระยะนี้ จากนั้นคลอโรพลาสในเยื่อหุ้มเมล็ดเริ่มลดลงจนประมาณวันที่ 30 หลังผสมพันธุ์มีการสูญเสียน้ำในเมล็ดและขนาดเมล็ดค่อย ๆ ลดลงคลอโรพลาสในเยื่อหุ้มเมล็ดจางหายไป ทำให้ข้าวกล้องกลายเป็นสีเทาปนขาว ในส่วนของเปลือก (husk) มีการสูญเสียคลอโรพลาสและกลายเป็นสีเหลืองทอง ดังนั้นเมล็ดจะมีการพัฒนาสมบูรณ์ที่ระยะเวลาประมาณ 45 วันหลังดอกบาน (anthesis) (Hoshikawa, 1972)

สำหรับการพัฒนาภายในของเมล็ดอาจแบ่งได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่ **(1) ระยะข้าวเป็นน้ำนม (milk stage)** ใช้เวลาประมาณ 7 วันหลังผสมพันธุ์ ภายในเมล็ดข้าวเป็นของเหลวสีขาวคล้ายน้ำนม **(2) ระยะข้าวเม่าหรือเป็นไต (dough stage)** ใช้เวลาประมาณ 14-21 วันหลังผสมพันธุ์ ภายในเมล็ดที่เป็นน้ำนมมีน้ำน้อยลง เหนียวและแข็งขึ้น **(3) ระยะเมล็ดแก่เต็มที่ (maturation stage)** ใช้เวลาประมาณ 30 วันหลังผสมพันธุ์ เมล็ดมีโครงสร้างสมบูรณ์เต็มที่ เนื้อเมล็ดมีสีขาว แข็งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาของคัพภะ (embryo) เริ่มจากการแบ่งเซลล์ 2-3 เซลล์ใน 24 ชั่วโมงแรกหลังจากผสมพันธุ์ จากนั้นเจริญเป็นเยื่อหุ้มต้นอ่อน เยื่อหุ้มรากอ่อนและใบเลี้ยงในวันที่ 3 สำหรับท่อน้ำท่ออาหารเกิดขึ้นในวันที่ 6 และคัพภะเจริญเต็มที่ในระหว่างวันที่ 13-20 หลังผสมพันธุ์ (ประสูติ, 2524; จำรัส, 2534; เครือวัลย์, 2536 อ้างโดย อรอนงค์, 2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ตามมีรายงานถึงลักษณะการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวในเชิงปริมาณ (Yoshida, 1981) โดยเมล็ดข้าวมีการเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ ในระยะแรก เมื่อเข้าสู่ระยะ linear เมล็ดมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและช้าลงเมื่อเข้าสู่ระยะสุกแก่ ในทางพืชไร่ การวัดระยะสุกแก่ของเมล็ดอาศัยจากประสบการณ์ของผู้ปลูก สีเมล็ด รวมถึงการเสื่อมสภาพของใบ มีรายงานว่าระยะเวลาของการสุกแก่เป็นผลมาจากอุณหภูมิ โดยในเขตร้อนใช้ระยะเวลาประมาณ 30 วัน ในขณะที่เขตหนาวใช้ระยะเวลาประมาณ 65 วัน (Tanaka and Vergara, 1967) ในทางสรีระวิทยา การสุกแก่ทางสรีระวิทยาวัดจากระยะเวลาการเติมเมล็ดที่มีประสิทธิภาพ ความยาวนานของระยะเวลาการเติมเมล็ดที่มีประสิทธิภาพมีความสำคัญและต้องคำนึงถึงมากกว่าระยะเวลาของการสุกแก่ทางพืชไร่เพราะน้ำหนักแห้งเมล็ดส่วนใหญ่ได้มาจากช่วงระยะเวลาการเติมเมล็ดที่มีประสิทธิภาพ ความแตกต่างของพื้นที่เพาะปลูกมีผลต่อระยะเวลาการเติมเมล็ดที่มีประสิทธิภาพ มีรายงานว่าข้าวพันธุ์ IR20 ที่ปลูกในประเทศฟิลิปปินส์ มีระยะเวลาการเติมเมล็ดที่มีประสิทธิภาพประมาณ 23 วัน สำหรับการปลูกในประเทศเกาหลี มีระยะเวลาการเติมเมล็ดที่มีประสิทธิภาพประมาณ 33 วัน อัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมล็ดค่อนข้างใกล้เคียงกัน ประมาณ 26-27 ก./ตรม./วัน และอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ดเกิดขึ้นน้อยกว่าอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นที่มีประมาณ 30 ก./ตรม./วัน อย่างไรก็ตามจากระยะเวลาการเติมเมล็ดที่ยาวนานในข้าวพันธุ์ IR20 ที่ปลูกในประเทศเกาหลีทำให้มีน้ำหนักเมล็ดมากกว่าการปลูกในประเทศฟิลิปปินส์ (IRRI, 1978 อ้างโดย Yoshida, 1981) นอกจากนี้พันธุ์ข้าวที่แตกต่างกันยังมีผลต่อลักษณะการเจริญเติบโตของเมล็ด มีรายงานว่าในข้าวพันธุ์ IR72 มีน้ำหนักเมล็ด 711 ก./ตรม. ใช้ระยะเวลาเติมเมล็ด 21 วันในอัตรา 30.5 ก./ตรม./วัน ในขณะที่พันธุ์ IR73930-41-5-3-1 มีน้ำหนักเมล็ด 774 ก./ตรม ใช้ระยะเวลาเติมเมล็ด 15.4 วันในอัตรา 46.8 ก./ตรม./วัน (Yang et al., 2008)

2.2. ระยะเวลาเก็บเกี่ยวข้าว

การเก็บเกี่ยวข้าวในระยะเวลาที่เหมาะสมเป็นขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่งที่จะทำให้ได้ผลผลิตข้าวสูงและคุณภาพดี ซึ่งได้มีคำแนะนำว่าระยะเก็บเกี่ยวข้าวที่เหมาะสมคือระยะพลับพลึง โดยนับจากวันออกดอกไป 28-30 วัน ในระยะนี้เมล็ดจะมีโครงสร้างที่สมบูรณ์เต็มที่ ทั้งขนาด ความแข็งของเปลือกและสีเปลือกที่เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลทองหรือสีอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ เนื้อเมล็ดมีสีขาว ความชื้นในเมล็ดประมาณร้อยละ 22-25 รวงข้าวโน้มลง เมล็ดที่โคนรวงยังมีสีเขียวบ้าง 3-5 เมล็ดและใบธงยังมีสีเขียวอยู่ สำหรับวันออกดอกสังเกตจากข้าวในแปลงออกดอกประมาณร้อยละ 75-80 (อรอนงค์, 2550; กิติยา, 2547) จากการศึกษาอายุการสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดข้าวพันธุ์ AC-47 พบว่า เมล็ดข้าวที่มีอายุ 30-45 วันหลังออกดอก มีความงอกสูงสุดร้อยละ 80 มีความชื้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประมาณร้อยละ 15-20 และน้ำหนักแห้ง 1,000 เมล็ดเท่ากับ 32 กรัม แต่ถ้ามีอายุมากขึ้นคุณภาพเมล็ดจะเสื่อมลง (Hesse, 1986) กิติยาและคณะ (2530) พบว่า ระยะเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ กข23 ที่เหมาะสมคือ 28 วันหลังวันออกดอก ซึ่งเมล็ดข้าวมีความชื้นร้อยละ 21.9 ให้ผลผลิตสูงและเมล็ดมีคุณภาพดี วิวัฒน์ (2529) พบว่า ข้าวไร่พันธุ์ซิวแม่จันมีการพัฒนาเมล็ดโดยน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามอายุการสุกแก่และเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อข้าวอายุ 28 วันหลังดอกบาน Chang (1983) พบว่า ในฤดูนาปีอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของข้าวจาปอนิกาพันธุ์ Tainung 62 คือระยะ 30-35 วันหลังออกดอก ในฤดูนาปรังคือระยะ 35-40 วันหลังออกดอก มีความชื้นระหว่างร้อยละ 17-25 และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในส่วนของน้ำหนักเมล็ด ความงอกและคุณภาพข้าวสาร แต่ไม่มีผลต่อผลผลิตรวมทั้งหมด

2.3. การสูญเสียผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดข้าวเมื่อเก็บเกี่ยวก่อนและหลังกำหนด

การเก็บเกี่ยวข้าวก่อนกำหนดหรือการเก็บเกี่ยวข้าวในขณะที่เมล็ดยังไม่แก่เต็มที่เมล็ดจะยังมีสีเขียวอยู่ การสร้างแป้งในเมล็ดยังไม่สมบูรณ์จึงทำให้น้ำหนักเมล็ดเบา คุณภาพการสีต่ำ เมล็ดที่ยังอ่อนหักปนรวมกับรำและแกลบ ทำให้ได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดน้อย (Wright and Warnock, 1983) Shephard et al. (1995) พบว่า ข้าวพันธุ์ BG 400-1 ถ้าเก็บเกี่ยวเร็วในขณะที่ข้าวมีความชื้นร้อยละ 25 ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลงเร็วกว่าการเก็บเกี่ยวช้าขณะที่ข้าวมีความชื้นร้อยละ 17 De Datta (1981) รายงานว่า การเก็บเกี่ยวเร็วเกินไปเมล็ดข้าวยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ มีความชื้นในเมล็ดสูง ข้าวแห้งยาก ทำให้เกิดการแตกหักง่ายเมื่อนำไปขัดสีและการเก็บเกี่ยวช้าเกินไป ข้าวจะเกิดการแตกหักเนื่องจากการดูดความชื้นเข้าไปอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้หากเก็บเกี่ยวช้าเกินไปจะทำให้เมล็ดแตกร้าว เกิดการร่วงหล่นขณะเก็บเกี่ยวและขนย้ายมาก (วาสนา, 2523) วิสุณี (2546) ศึกษาผลของอายุเก็บเกี่ยวและวิธีการเก็บเกี่ยวต่อการสูญเสียผลผลิตและคุณภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า การสูญเสียผลผลิตและคุณภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนหรือใช้เครื่องเกี่ยวแบบวางรายที่อายุเก็บเกี่ยว 25 วันหลังดอกบานมีจำนวนเมล็ดเขียวและเมล็ดลีบสูงมาก นอกจากนี้จำนวนเมล็ด/รวงและคุณสมบัติทางเคมีน้อย ส่วนที่อายุเก็บเกี่ยว 37 วันหลังดอกบานมีปริมาณต้นข้าวและผลผลิตต่ำ นอกจากนี้ วินิต และคณะ (2542) ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ พบว่า ควรทำการเก็บเกี่ยวเมื่อข้าวมีอายุอยู่ในช่วง 25-35 วันหลังออกดอก การเก็บเกี่ยวก่อนหรือหลังระยะเวลาที่เหมาะสมทำให้การสูญเสียรวมเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.36 ต่อวัน โดยปริมาณต้นข้าวลดลงร้อยละ 0.36 ต่อวัน เมื่อเก็บเกี่ยวก่อนระยะเวลาที่เหมาะสม และลดลงประมาณร้อยละ 0.47 ต่อวัน เมื่อเก็บเกี่ยวหลังระยะเวลาที่เหมาะสม ธารารัตน์ (2536) ศึกษาเกี่ยวกับการสะสมน้ำหนักแห้งและคุณภาพเมล็ดข้าวจาปอนิกาพันธุ์ที.ซี.ซี. 1และที.ซี.ซี. 12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งเก็บเกี่ยวหลังดอกบานทุก ๆ 2 วันในฤดูนาปีและนาปรัง พบว่า น้ำหนักเมล็ด ขนาดเมล็ด ความงอกและความแข็งแรงมีความสัมพันธ์กันในทางบวกสูง โดยความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่ออายุ 28-30 วันหลังดอกบานและคงที่ถึงระยะ 34 วันหลังดอกบาน หลังจากนั้นความงอกและความแข็งแรงจะลดลง Larindo and Kandakai (1982) พบว่า ระยะเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ IET 1444 ที่เหมาะสมคือ 20 วันหลังข้าวออกดอก มีความงอกสูงร้อยละ 85 แต่ข้าวที่อายุ 38 วันหลังข้าวออกดอก ความงอกลดลงเหลือร้อยละ 18 จากข้อมูลการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวข้าวนั้น มีผลเป็นอย่างมากต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดข้าว ซึ่งพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์ก็มีลักษณะการตอบสนองแตกต่างกันออกไป

2.4. ข้าวนึ่ง (Parboiled rice)

2.4.1. ที่มาและความสำคัญ

ข้าวนึ่ง (parboiled rice) เป็นที่รู้จักมานานตั้งแต่สมัยโบราณ ไม่มีหลักฐานแน่ชัดว่าใครค้นพบ ปัจจุบันเป็นที่นิยมในกลุ่มชนแถบเอเชียใต้ ทวีปแอฟริกา ประเทศแถบทะเลแคริเบียน เอเชียตะวันออกกลางและยังแพร่หลายไปยังทวีปยุโรปและอเมริกาเนื่องจากการอพยพย้ายถิ่นฐานของชาวเอเชียใต้ ทำให้เกิดความนิยมในการบริโภคข้าวนึ่งมากขึ้น มีการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีความสำคัญมากต่อระบบเศรษฐกิจการค้าข้าวในอนาคต (เครือวัลย์, 2536; Bhattacharya, 1985) ในปัจจุบันประเทศไทยมีการส่งออกข้าวนึ่งประมาณ 0.7-1 ล้านตันต่อปี มูลค่าหลายพันล้านบาท ลูกค้ากลุ่มหลักอยู่ในประเทศแถบแอฟริกาและตะวันออกกลาง (Biothai, 2012) ปัจจุบันการส่งออกข้าวนึ่งไทยกระจายอยู่ 68 ประเทศทั่วโลก (ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวนครสวรรค์, 2009) และยังมีโอกาสเติบโตได้อีกในอนาคต

2.4.2. กระบวนการแปรรูปข้าวนึ่ง

ข้าวนึ่ง (parboiled rice) คือ ข้าวที่ผ่านกระบวนการทำให้สุกด้วยกระบวนการให้ความร้อนชื้น (hydrothermal process) (อรอนงค์, 2550) มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพข้าวเปลือกที่มีคุณภาพการขัดสีต่ำและมีความชื้นสูงให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น โดยลดปริมาณข้าวหักระหว่างการขัดสีหรือเพิ่มปริมาณต้นข้าว เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ (เครือวัลย์, 2536) กระบวนการแปรรูปข้าวนึ่งเป็นการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพ ทางเคมีและทางประสาทสัมผัสของข้าว โดยมีวิธีการหลักคือ ข้าวต้องผ่านกระบวนการแช่ (soaking) การนึ่ง (steaming) การทำให้แห้ง (drying) และการขัดสี (milling) (Gariboldi, 1984; Luh and Mickus, 1980) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการแปรรูปข้าวนึ่งมีดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การแช่ (soaking) น้ำที่แช่จะซึมผ่านเปลือกเข้าไปในเนื้อเมล็ดจนอิ่มตัว ความชื้นในเมล็ดประมาณร้อยละ 30 อุณหภูมิที่ใช้ในการแช่ประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่ทำให้แป้งในเมล็ดข้าวยังไม่เกิดการประสานตัวกัน ไม่เกิดการอุ้มน้ำและพองตัวมากเกินไป ระยะเวลา 3-6 ชั่วโมง (น้ำฝน และ อรอนงค์, 2546; Luh, 1991) นอกจากนี้การแช่น้ำจะทำให้วิตามินและเกลือแร่ที่เปลือกแพร่กระจายเข้าไปทั่วทั้งเมล็ดทำให้มีวิตามินบี 1 (thiamine) และวิตามินบี 2 (riboflavin) เพิ่มสูงถึง 4 เท่า และวิตามินบี 3 (niacin) มีมากที่สุดถึง 8 เท่าในข้าวนึ่งเมื่อเทียบกับข้าวทั่วไป (Kennedy et al., 1975)

2. การนึ่ง (steaming) ความชื้นในข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นจากการควบแน่นของไอน้ำ สารอาหารที่ละลายในน้ำกระจายเข้าไปในเมล็ดข้าวเปลือก ความร้อนจากไอน้ำทำให้แป้งในเมล็ดเกิดการประสานตัวกัน รอยร้าวในเมล็ดเชื่อมประสานกันทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวแน่นและเกาะตัวกัน เปลือกชั้นในที่หุ้มเนื้อในเมล็ดจะนิ่มและติดแน่นกับเนื้อในเมล็ด นอกจากนี้ความร้อนยังยับยั้งการงอกของข้าว ทำลายสปอร์เชื้อรา ไข่และตัวอ่อนแมลง เอ็นไซม์ถูกทำลาย (อรอนงค์, 2550; Luh, 1991)

3. การทำให้แห้ง (drying) เนื่องจากข้าวเปลือกนึ่งมีความชื้นสูงประมาณร้อยละ 35 จึงต้องมีการทำให้แห้งเพื่อลดความชื้นในเมล็ดประมาณร้อยละ 14 หรือต่ำกว่าซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการขัดสีและการเก็บรักษา การทำให้ข้าวเปลือกนึ่งแห้งจึงแตกต่างจากข้าวเปลือกธรรมดานั่นคือต้องใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 100 องศาเซลเซียส ในการลดความชื้นในระยะแรก จนมีความชื้นในเมล็ดประมาณร้อยละ 16 จากนั้นหยุดพักการให้ความร้อนเพื่อให้มีการปรับสภาพความชื้นในเมล็ดและไม่ให้เมล็ดแตกร้าว (อรอนงค์, 2550; Luh, 1991; Bhattachrya, 1985) การหยุดพักใช้เวลาประมาณ 2-48 ชั่วโมง ปริมาณข้าวหักจะลดลงเมื่อใช้เวลาในการหยุดพักการให้ความร้อนเพิ่มขึ้นและปริมาณความชื้นในเมล็ดลดลง (Bhattacharya et al., 1966)

4. การขัดสี (milling) มีวิธีการเหมือนกับข้าวเปลือกธรรมดานั่นคือนำข้าวเปลือกนึ่งที่แห้งแล้วมากะเทาะให้เป็นข้าวกล้องนึ่งและนำมาขัดขาวให้เป็นข้าวสารนึ่ง เปลือกของข้าวนึ่งจะแยกออกจากเนื้อในเมล็ดได้ดีกว่าข้าวธรรมดา จึงกะเทาะง่าย ไม่ทำให้เมล็ดข้าวหักในขณะที่กะเทาะเปลือกและได้ข้าวเต็มเมล็ดเพิ่มขึ้นเกือบ 100% ในขณะขัดขาว (อรอนงค์, 2550; Bhattachary, 1985)

2.4.3. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพข้าวนึ่ง

1. ขนาดของเมล็ด มีความสำคัญในกระบวนการแปรรูปข้าวนึ่ง การใช้เมล็ดที่หนาจะทำให้ใช้ระยะเวลาในการแช่และนึ่งเพิ่มขึ้น ถ้าเมล็ดมีความหนาต่างกันจะทำให้การประสานตัวกันของแป้งไม่สม่ำเสมอ การใช้ระยะเวลาที่แช่และนึ่งนานขึ้น รวมถึงอุณหภูมิสูงขึ้นเพื่อให้เมล็ดที่หนาเกิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การประสานตัวกันที่สมบูรณ์ เมล็ดที่บางจะถูกประสานตัวกันมากเกินไปทำให้เมล็ดมีสีคล้ำ (เข้ม) แป้งภายในเมล็ดอัดแน่นและแข็ง ผลิตภัณฑ์มีสีไม่สม่ำเสมอ (Luh and Mickus, 1980)

2. ระยะเวลา อุณหภูมิ และ pH ของน้ำที่แช่ การแช่โดยใช้เวลานานเกินไป (>8 ชม.) ทำให้เกิดการทำงานของ เอ็นไซม์และแบคทีเรีย ทำให้เกิดการหมักในเมล็ด ข้าวนึ่งมีกลิ่นและรสที่ผู้บริโภคบางส่วนไม่ชอบ (Luh and Mickus, 1980) การดูดน้ำของข้าวเปลือกมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่โดยการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำที่แช่ให้สูงจะทำให้เมล็ดดูดน้ำได้มากขึ้น และใช้ระยะเวลาในการแช่น้อยลง (Bhattacharya et al., 1966) อย่างไรก็ตามการใช้อุณหภูมิในการแช่สูงเกินไป (>70 องศาเซลเซียส) จะทำให้เมล็ดดูดน้ำมากเกินกว่าระดับความชื้นที่ต้องการในเมล็ด (Luh and Mickus, 1980) นอกจากนี้ระยะเวลาและอุณหภูมิที่แช่ข้าวมีความสัมพันธ์กับสีของข้าวนึ่ง เมื่อใช้ระยะเวลาและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้สีข้าวนึ่งเข้มขึ้นหรือมีความขาวลดลง (Jayanarayanan, 1964) ระดับ pH ที่เหมาะสมสำหรับน้ำที่แช่คือ pH 5 ซึ่งจะทำให้ข้าวนึ่งมีสีอ่อน ถ้าระดับ pH เพิ่มขึ้นข้าวจะมีสีเข้มขึ้น (Luh and Mickus, 1980)

3. ระยะเวลา อุณหภูมิ และความดันที่ใช้นึ่ง การนึ่งโดยใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมและอุณหภูมิต่ำ ทำให้ข้าวนึ่งมีความสว่าง ในขณะที่การนึ่งโดยใช้ระยะเวลานานและอุณหภูมิสูงทำให้ข้าวนึ่งมีสีเข้ม (Luh and Mickus, 1980) ปริมาตรของข้าวสารนึ่งเพิ่มขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิในการนึ่งสูงขึ้นและเพิ่มสูงสุดเมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วง 100-120 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ความสามารถในการละลายของแป้งเพิ่มขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิในการนึ่งเพิ่มขึ้น (Roberts et al., 1954) การนึ่งข้าวโดยใช้ระยะเวลานานขึ้นจะทำให้ปริมาณต้นข้าวสูงขึ้น แต่เมล็ดมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น (Iengar et al., 1974) Iengar et al. (1972) ผลิตข้าวนึ่งโดยใช้ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 10 นาที พบว่า ข้าวนึ่งมีสีอ่อน ไม่พบข้าวท้องไข่และการแตกหักภายในเมล็ด

4. วิธีการลดความชื้น การลดความชื้นในขณะที่เมล็ดข้าวนึ่งมีความชื้นสูงและไม่ได้รับการหยุดพักให้ปรับสภาพในเมล็ด (conditioning) ทำให้มีปริมาณข้าวหักมาก ในขณะที่ถ้าเพิ่มระยะเวลาในการะปรับสภาพของเมล็ดจะทำให้ปริมาณข้าวหักลดลง (Bhattacharya et al., 1966) การใช้อุณหภูมิต่ำและระยะเวลานานในการลดความชื้นทำให้มีปริมาณต้นข้าวเพิ่มขึ้น (Elbert et al., 2001 อ้างโดย ขวัญชนก, 2553)

2.4.4. ประโยชน์จากกระบวนการแปรรูปข้าวนึ่ง

การทำข้าวนึ่งมีประโยชน์ ดังนี้ (1) เพิ่มปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและปริมาณต้นข้าว (2) ลดปริมาณข้าวหักระหว่างการขัดสี (3) เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น วิตามินบีและแร่ธาตุบางชนิด (เครือวัลย์, 2536) (4) คุณภาพการหุงต้มดีขึ้น มีสารละลายลงในข้าวน้อยลง (5) สร้างมูลค่าเพิ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้กับข้าวเปลือกคุณภาพต่ำ (6) กะเทาะเปลือกง่าย (7) การรบกวนของแมลงและการสูญเสียธาตุอาหารระหว่างเก็บรักษาลดลง (8) รำมีน้ำมันมาก (Bhattacharya, 1985) (9) เก็บรักษาได้นานกว่าข้าวธรรมดา (10) ท้องไข่มีน้อยกว่าข้าวธรรมดา (ขวัญชนก, 2553)

2.4.5. การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารในกระบวนการแปรรูปข้าวนึ่ง

การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารในระหว่างกระบวนการแปรรูปข้าวนึ่งเกิดได้หลายสาเหตุทั้งจากสภาพการนึ่งและพันธุ์ข้าว ได้มีนักวิจัยหลายท่านทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการแปรรูปข้าวนึ่ง ดังเช่น Kennedy et al. (1975) พบว่า การนำข้าวเปลือกแช่น้ำจะทำให้วิตามินและเกลือแร่ที่เปลือกแพร่กระจายเข้าไปทั่วทั้งเมล็ด มีวิตามินบี 1 (thiamine) และวิตามินบี 2 (riboflavin) เพิ่มสูงถึง 4 เท่า และวิตามินบี 3 (niacin) มีมากที่สุดถึง 8 เท่าในข้าวนึ่งเมื่อเทียบกับข้าวทั่วไป Prom-u-thai et al. (2008) พบว่า การเติมธาตุเหล็ก (Fe) ในกระบวนการแปรรูปข้าวนึ่งทำให้ปริมาณธาตุเหล็กเพิ่มขึ้นในข้าวกล้อง (brown rice) และข้าวขาว (milled rice) โดยมีมากกว่าข้าวทั่วไป 20-50 เท่า ต่อมา Prom-u-thai et al. (2009) พบว่า การแช่ข้าวเปลือกในสารละลายที่มีความเข้มข้นธาตุเหล็ก 250 mg Fe kg^{-1} ทำให้ข้าวสารมีความเข้มข้นธาตุเหล็กสูงถึง 19.1 mg Fe kg^{-1} เมื่อเทียบกับข้าวสารนึ่งที่ไม่ได้แช่ธาตุเหล็กที่มีความเข้มข้นธาตุเหล็กเพียง 6.2 mg Fe kg^{-1} สำหรับธาตุสังกะสี Prom-u-thai et al. (2010) พบว่า การเติมธาตุสังกะสี (Zn) ในกระบวนการแปรรูปข้าวนึ่งทำให้มีความเข้มข้นธาตุสังกะสีในเมล็ดข้าวสารมากกว่าข้าวสารที่ไม่ได้เติมธาตุสังกะสี 1.3-4.5 เท่า Heinemann et al. (2005) พบว่า ธาตุสังกะสีมีน้อยในข้าวกล้องและข้าวสารที่ผ่านกระบวนการแปรรูข้าวนึ่งเมื่อเทียบกับข้าวทั่วไปและขวัญชนก (2553) พบว่า การแปรรูปข้าวนึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของธาตุเหล็ก (Fe) และสังกะสี (Zn) เข้าไปในเมล็ดโดยมีความเข้มข้นธาตุเหล็กในข้าวสารสูงขึ้นหลังผ่านกระบวนการนึ่ง แต่มีความเข้มข้นธาตุสังกะสีลดลง

2.5. คุณภาพข้าว

คุณภาพข้าวสามารถแบ่งได้หลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีความสำคัญแตกต่างกันขึ้นกับวัตถุประสงค์ คุณภาพข้าวถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม เช่น การเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา (กัญญา, 2547; Webb, 1980) ดังนั้นคุณภาพข้าวอาจแบ่งได้เป็น

2.5.1. คุณภาพทางกายภาพ

1. น้ำหนักเมล็ด (grain weight) ควบคุมโดยลักษณะทางพันธุกรรม แปรปรวนได้บ้างจากสภาพแวดล้อม จากการตรวจสอบข้าวจำนวน 344 พันธุ์ พบว่า มีน้ำหนักเมล็ดอยู่ในช่วง 16.20-41.68 กรัม/ 1,000 เมล็ด (เครือวัลย์, 2536)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. สีข้าวเปลือก (hull color) มีหลายสี พันธุ์ที่มีเปลือกสีอ่อนมีคุณภาพดีกว่าเปลือกสีเข้มซึ่งเมื่อนำไปสีจะได้ร้อยละของแกลบสูง

3. สีข้าวกล้อง (pericarp color) ควบคุมโดยยีนส์หลายคู่ สร้างสารแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ที่เยื่อหุ้มเมล็ด มีหลายสี การตรวจสอบสีข้าวกล้องใช้วิธีดูด้วยตาเปล่าหรือดูผ่านกล้องขยาย สีที่เข้มของข้าวเปลือกและข้าวกล้องมีผลต่อการทำข้าวนึ่ง เพราะทำให้ข้าวนึ่งมีสีคล้ำคุณภาพต่ำ (เครือวัลย์, 2536; อังคณาและเครือวัลย์, 2539 อ้างโดย อรอนงค์, 2550)

4. ขนาดและรูปร่างเมล็ด (grain dimension) ใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการซื้อขายข้าว บอกถึงคุณภาพและประสิทธิภาพของการขัดสีข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องและข้าวสารแต่ละชนิด (เครือวัลย์, 2536)

5. ข้าวท้องไข่ (chalkiness) เป็นจุดขาวขุ่นเกิดขึ้นในเนื้อเมล็ดข้าว บางทีอาจเรียกว่าข้าวท้องปลาชิว เป็นลักษณะที่บอกถึงคุณภาพการสีและราคาข้าวเปลือก ข้าวที่เป็นท้องไข่มากเมื่อนำไปสีจะทำให้เมล็ดหัก นอกจากนี้ยังไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคซึ่งส่วนใหญ่ต้องการข้าวสารเจ้าที่เป็นเมล็ดใส ทำให้เจ้าของโรงสีต้องกำหนดคุณภาพในการรับซื้อข้าวจากเกษตรกร (อรอนงค์, 2550) การประเมินลักษณะท้องไข่ใช้การมองดูเมล็ดข้าวบนช่องที่มีแสงไฟส่องผ่าน แบ่งระดับคะแนนเป็น 0-5 ปริมาณท้องไข่คิดเป็นร้อยละจากจำนวน 50 เมล็ด (Ikehashi and Khush, 1979)

6. ความเลื่อมมันของเมล็ด ใช้ประเมินคุณภาพและราคาข้าว เมล็ดที่มีความเลื่อมมันจะทำให้ข้าวไม่หักเมื่อขัดสี ได้ข้าวเต็มเมล็ดมาก

7. ความขาวของเมล็ด (grain whiteness) มีความแตกต่างกันขึ้นกับระดับการสี การขัดเบา ๆ มีสีคล้ำกว่าขัดหนัก ๆ เพราะมีรำติดอยู่ นอกจากนี้ข้าวเปลือกที่เก็บไว้นานเมื่อนำไปขัดจะมีสีคล้ำกว่าข้าวที่เก็บเกี่ยวใหม่ ความขาววัดได้ด้วยเครื่องวัดความขาว

8. ความใสของเมล็ด (grain transparency) เป็นลักษณะความโปร่งแสง มีความมากน้อยต่างกันขึ้นกับสภาพแวดล้อมในการปลูก การตรวจสอบดูได้ด้วยตาเหมือนท้องไข่หรือใช้เครื่องมือวัด (เครือวัลย์, 2536)

2.5.2. คุณภาพทางเคมี

1. คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ประกอบด้วย แป้ง (starch) พบมากที่สุดในเมล็ดข้าว (ประมาณร้อยละ 90) โมเลกุลของแป้งรวมกันกลายเป็นเม็ดแป้ง (starch granule) ขนาด 3-5 ไมครอน รวมตัวกันอยู่ในอะมัยโลพลาสต์ (amyloplast) มีลักษณะเป็นกลุ่มก้อนยาวรี เส้นผ่านศูนย์กลาง 7-39 ไมครอน (Champagne, 1996) Juliano (1985) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว พบว่า แป้งในข้าวเจ้ามีความสามารถในการจับกับไอโอดีนมากกว่าใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้าวเหนียว เพราะมีปริมาณอะมัยโลส (amylose) ในแป้งข้าวเจ้ามากกว่าข้าวเหนียวนอกจากนี้ยังมีสารอาหารอื่น ๆ เกาะอยู่กับแป้งข้าวเจ้ามากกว่า ส่วนความหนืดข้นแป้งข้าวเหนียวมีมากกว่าข้าวเจ้า โมเลกุลของแป้งประกอบด้วยอะมัยโลสและอะมัยโลเปคติน เรียงตัวอัดกันแน่นจนเป็นเม็ดแป้ง บางส่วนอยู่ร่วมกับไขมัน (lipid) (Blanshard, 1987; Lineback, 1984 อ้างโดย อรอนงค์, 2550) ข้าวเหนียวมีอะมัยโลเปคติน (amylopectin) ในโมเลกุลแป้งทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมด เมื่อหุงสุกจะเหนียวมาก ติดมือ ในข้าวเจ้าเมื่อมีอะมัยโลสเพิ่มขึ้นทำให้ข้าวสุกมีความเหนียวนุ่มลดลง จนปริมาณอะมัยโลสมีมากกว่าร้อยละ 25 จัดเป็นข้าวชนิดแข็ง ร่วนและหุงขึ้นหม้อ (งามชื่น, 2539; Juliano, 1993 อ้างโดย อรอนงค์, 2550)

2. โปรตีน (protein) มีปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว มีน้อยกว่าธัญพืชชนิดอื่น เกิดขึ้นตามส่วนต่าง ๆ ของเมล็ด มีมากในเปลือกหุ้มเมล็ดและเนื้อเมล็ดด้านนอกมีมากกว่าตรงใจกลางเมล็ด (อรอนงค์, 2550) โปรตีนที่อยู่ส่วนนอกของเมล็ดทำให้ระยะเวลาในการหุงต้มข้าวนานขึ้น เพราะโปรตีนขัดขวางการซึมน้ำเข้าไปในเมล็ดข้าว นอกจากนี้ข้าวที่มีโปรตีนสูงทำให้เมล็ดขัดสีออกยาก ทำให้มีระดับการสีต่ำ ข้าวสุกเหนียวน้อยลงและมีสีคล้ำ (งามชื่น, 2547)

3. ไขมัน (lipid) ในเมล็ดข้าวมีไขมันประมาณร้อยละ 3 อยู่ในส่วนด้านนอกมากกว่าในใจกลางเมล็ด การขัดสีให้เป็นข้าวขาวทำให้มีไขมันเหลือประมาณร้อยละ 0.3-0.5 (Hoseney, 1986) ไขมันมีความสัมพันธ์กับเม็ดแป้ง (starch granule) 3 ลักษณะคืออยู่ชิดกับโปรตีนที่ผิวนอกของเม็ดแป้ง อยู่ภายในเม็ดแป้งโดยเกาะเกี่ยวกับแป้งและอยู่ภายในเม็ดแป้งโดยไม่เกาะเกี่ยวกับแป้ง (Morrison, 1988)

4. ปริมาณความชื้น (moisture content) เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ มีผลต่อคุณภาพเมล็ดข้าวทั้งทางตรงและทางอ้อม ใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการซื้อขายข้าว เนื่องจากความชื้นบ่งบอกถึงน้ำหนักเนื้อข้าวที่ผู้ซื้อและผู้ขายเกี่ยวข้องโดยตรง สำหรับผลทางอ้อมคือบอกถึงอายุและความปลอดภัยในการเก็บรักษาข้าว Juliano (1985) พบว่า ข้าวที่มีความชื้นสูงจะเสื่อมเร็วกว่าข้าวที่มีความชื้นต่ำ ระดับความชื้นที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาคือร้อยละ 13 ในระยะเวลา 6 เดือน ถ้าความชื้นร้อยละ 12 จะเก็บได้นานขึ้นและยังมีผลต่อคุณภาพการสี ข้าวเปลือกที่มีความชื้นเหมาะสม (< ร้อยละ 14) เมื่อนำไปจัดสีทำให้ได้ข้าวเต็มเมล็ดสูง ข้าวหักน้อย นอกจากนี้ข้าวที่มีความชื้นสูงเมล็ดภายในจะแตกร้าว เกิดกลิ่นสาบ เมล็ดสีเหลืองคล้ำ แมลงเจริญเติบโตและขยายพันธุ์เร็ว เมล็ดมีอัตราการหายใจสูง (ไพฑูรย์, 2539)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5.3. คุณภาพการขัดสี

1. ประสิทธิภาพการสี คือผลผลิตจากข้าวเปลือกที่ได้เป็นข้าวสารเต็มเมล็ดและต้นข้าว ถ้าได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวมากแสดงว่ามีประสิทธิภาพการสีที่ดี การประเมินประสิทธิภาพการสีคิดจากร้อยละขององค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ปริมาณร้อยละของแกลบ ร้อยละของรำ ร้อยละของข้าวสารและร้อยละของข้าวหัก

2. ระดับการสีหรือชั้นของการสี คือความหนักเบาหรือความมากน้อยในการขัดข้าวกล้องให้เป็นข้าวสาร สิ่งที่ได้จากการขัดคือ รำ คัพภะและเนื้อเมล็ด สามารถแบ่งระดับการขัดสีเป็น 4 ระดับคือ สีดีพิเศษ สีดี สีดีปานกลางและสีธรรมดา นอกจากนี้ระดับการสีสามารถคิดเป็นร้อยละของรำหรือข้าวสารหลังการขัดสีได้ (เครือวัลย์, 2531, 2536)

2.5.4. คุณภาพการหุงต้มและรับประทาน

1. ปริมาณอะมัยโลส อัตราส่วนของอะมัยโลสและอะมัยโลเปคตินทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติต่างกัน ปริมาณอะมัยโลสเป็นสาเหตุทำให้ข้าวสุกเหนียวน้อยลงหรือร่วนมากขึ้นและความนุ่มลดลง ข้าวที่มีอะมัยโลสสูงจะดูดน้ำมากขณะหุงต้ม ดังนั้นปริมาณน้ำที่ใช้หุงต้มจึงมีผลต่อคุณภาพข้าวสุก เมื่อข้าวสุกแล้วข้าวสวยจะร่วนฟู ไม่เหนียวติดกัน ขึ้นหม้อดีกว่าข้าวอะมัยโลสต่ำ การหาปริมาณอะมัยโลสหาได้จากปฏิกิริยาทางเคมีของแป้งที่อยู่ในสารละลายวัดด้วยเครื่องดูดกลืนแสง (spectrophotometer) นอกจากนี้อะมัยโลสจะทำปฏิกิริยากับไอโอดีนได้สารละลายสีน้ำเงิน ดังนั้นการย้อมสีข้าวด้วยไอโอดีนจะพบว่าแป้งข้าวเหนียวย้อมได้สีน้ำตาลแดง ส่วนแป้งข้าวเจ้าเป็นสีน้ำเงินเข้ม (งามชื่น, 2539; Juliano, 1979, 1985)

2. ความคงตัวของแป้งสุก เนื่องจากข้าวที่มีอะมัยโลสเท่ากันอาจมีความแข็งของข้าวสุกต่างกัน เพราะแป้งสุกมีอัตราการคืนตัวต่างกัน (Buttery et al., 1983) การตรวจสอบนิยมใช้วิธีของ Cagampang et al. (1973) ซึ่งพัฒนาขึ้นในปี 1972 โดยวัดการไหลของเจลในหลอดแก้ว มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร แบ่งระดับการไหลของเจลได้ 3 ระดับคือ เจลนุ่ม (61-100 มิลลิเมตร) เจลนุ่มปานกลาง (41-61 มิลลิเมตร) และเจลแข็ง (26-40 มิลลิเมตร) Varavinit et al. (2002) พบว่า เจลจากแป้งข้าวที่มีอะมัยโลสต่ำมีความคงตัวต่อการคืนรูปเยือกแข็งดีกว่าเจลจากแป้งข้าวที่มีอะมัยโลสปานกลางและสูง วิธีการคืนรูปที่เหมาะสมคือที่อุณหภูมิสูง (90 องศาเซลเซียส)

3. ระยะเวลาในการหุงต้ม โดยปกติการต้มเมล็ดข้าวให้สุกใช้เวลาประมาณ 14-24 นาทีหรือมากกว่านั้น ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแป้งสุก ความหนาของเมล็ด ซึ่งเมล็ดหนาให้เวลาหุงต้มนานกว่าเมล็ดบาง นอกจากนี้โปรตีนที่มีมากบริเวณผิวนอกของเมล็ดยังขัดขวางการซึมผ่านของน้ำ ทำให้ใช้เวลานานเพิ่มขึ้น (งามชื่น และสุนันทา, 2536; งามชื่น, 2539)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. วิธีการหุงต้ม Juliano (1985) สำรวจวิธีการหุงต้มข้าวจากทั่วโลก แบ่งได้เป็น 7 วิธี ได้แก่ การหุงต้มข้าวในเตาอบ การหุงต้มข้าวด้วยปริมาณน้ำน้อย/ปานกลาง/มาก การนึ่ง การนึ่งแบบเติมน้ำมัน การหุงข้าวในน้ำเติมน้ำมัน อย่างไรก็ตามข้าวที่มีปริมาณอะมัยโลสสูงซึ่งเป็นข้าวชนิดร่วนแข็งนิยมใช้น้ำมากกว่าข้าวที่มีปริมาณอะมัยโลสต่ำ แบ่งคุณภาพตามลักษณะการหุงต้มและรับประทานได้เป็น ข้าวสุกนุ่มเหนียว ข้าวสุกร่วน และข้าวสุกร่วนแข็ง (งามชื่น, 2539)

5. การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก คุณภาพชนิดนี้เป็นลักษณะพิเศษของข้าวบางพันธุ์ส่งเสริมให้เมล็ดข้าวสุกขยายขนาดเพิ่มขึ้น ทำให้ข้าวขึ้นหม้อดีและช่วยให้ข้าวนุ่มมากขึ้น ดังเช่นข้าวพันธุ์ Basmati 370 เป็นข้าวอะมัยโลสปานกลางมีการยืดตัวดีมาก เป็นที่นิยมในตลาดตะวันออกกลาง (งามชื่น, 2539)

6. กลิ่นหอม ข้าวโดยทั่วไปมีสารระเหยหลายชนิด ในข้าวหอมมีสาร 2-acetyl-1-pyrroline มากกว่าข้าวทั่วไป ในข้าวสารหอม 1 กรัมมีสารชนิดนี้ประมาณ 0.04 ไมโครกรัมและในข้าวกล้องประมาณ 0.1-0.2 ไมโครกรัม นอกจากนี้ยังพบมากในพืชตระกูลใบเตย (Buttery et al., 1983)

2.6. การประเมินทางด้านประสาทสัมผัส (sensory evaluation)

การประเมินทางด้านประสาทสัมผัส หรือ sensory evaluation ได้ถูกนิยามจากสถาบันเทคโนโลยีทางด้านอาหาร (The Institute of Food Technologists, IFT)ว่าเป็นกฎเกณฑ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้วัดค่า วิเคราะห์ผล และสรุปผลจากปฏิกิริยาต่างๆต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากความรู้สึกของมนุษย์ ทั้งการมองเห็น การดมกลิ่น รสชาติ การสัมผัสและการได้ยิน (ไพโรจน์, 2545) โดยทั่วไปวิธีการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสแบ่งได้เป็น 3 วิธีการหลัก ดังนี้ (ไพโรจน์, 2545)

1.การทดสอบความแตกต่าง (difference test) ใช้ทดสอบความแตกต่างที่ปรากฏระหว่างผลิตภัณฑ์ซึ่งอาจมีจำนวน 2 หรือมากกว่า 2 ตัวอย่าง เช่นความแตกต่างของสี กลิ่นและคุณภาพโดยรวม เป็นต้น

2. การทดสอบเชิงพรรณนา (descriptive test) เป็นการทดสอบผลิตภัณฑ์ส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งเป็นการวิเคราะห์ของผู้ชิม ซึ่งช่วยในเรื่องคำศัพท์ที่ใช้พรรณนาลักษณะของผลิตภัณฑ์ การทดสอบเชิงพรรณนาแบ่งย่อยออกเป็น (1) การทดสอบแบบใช้สเกลหรือคะแนน (2) การทดสอบเค้าโครงทางด้านกลิ่น (3) การทดสอบเค้าโครงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (4) การทดสอบเชิงพรรณนาปริมาณ (5) การทดสอบเค้าโครงในอุดมคติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การทดสอบความชอบหรือการทดสอบการยอมรับ (preference/acceptance test) เป็นวิธีการที่วัดจากความชอบหรือความรู้สึกส่วนตัวของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดสอบ ดังนั้นต้องใช้จำนวนผู้เข้าร่วมทดสอบค่อนข้างมาก

ในปัจจุบันได้มีนักวิจัยหลายท่านได้นำวิธีการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสมาใช้ในงานวิจัยอย่างหลากหลาย เช่น Prom-u-thai et al. (2009) ศึกษาคุณภาพการหุงต้ม (cooking quality) และลักษณะทางประสาทสัมผัส (sensory attributes) ต่างๆของข้าวนึ่งที่มีการเติมและไม่เติมธาตุเหล็กในระหว่างกระบวนการแปรรูป พบว่า ไม่มีความแตกต่างในทุกลักษณะที่ทำการประเมินระหว่างตัวอย่างข้าวนึ่งที่เติมและไม่เติมธาตุเหล็กในกลุ่มผู้ทดสอบจากประเทศไทย สำหรับผู้ทดสอบจากประเทศบังกะลาเทศที่เป็นกลุ่มนักวิทยาศาสตร์พบว่า มีความแตกต่างในลักษณะของรสชาติ และกลุ่มชาวนาพบว่า มีความแตกต่างในลักษณะของสี ความดึงดูด การเคี้ยว รสชาติและความแข็งภายในเมล็ด อย่างไรก็ตามข้าวนึ่งที่ไม่เติมธาตุเหล็กและเติมธาตุเหล็กที่ความเข้มข้น 250 mg Fe kg^{-1} พบว่ามีรสชาติดีกว่าข้าวนึ่งในท้องถิ่น ในขณะที่การเติมธาตุเหล็กที่ความเข้มข้น 450 mg Fe kg^{-1} มีรสชาติแย่กว่าข้าวนึ่งในท้องถิ่น Yau and Huang (1996) วิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสของข้าวสวย โดยใช้ข้าว 4 พันธุ์ทำการหุงต้มและนำมาให้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คนชิมในขณะที่ข้าวสวยมีอุณหภูมิ 18 และ 60 องศาเซลเซียส ทำการประเมิน 13 ลักษณะ พบว่า ทั้งอุณหภูมิและพันธุ์ข้าวมีผลต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของข้าวสวยแตกต่างกัน ข้าวสวยที่มีอุณหภูมิ 18 และ 60 องศาเซลเซียสมีลักษณะทางประสาทสัมผัสแตกต่างกัน 9 ลักษณะ สำหรับข้าว 4 พันธุ์พบความแตกต่างมากถึง 11 ลักษณะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved