

บทวิจารณ์

จากการศึกษาวิจัยทำให้ค้นพบว่าวิธีการเติมธาตุเหล็กและสังกะสีในเมล็ดข้าวในระหว่างกระบวนการนึ่งข้าวสามารถเพิ่มปริมาณธาตุเหล็กและสังกะสีในเมล็ดข้าวได้อย่างมีศักยภาพ โดยในการเติมธาตุเหล็กสามารถเพิ่มปริมาณธาตุเหล็กได้ถึง 10-50 เท่าและในการเติมธาตุสังกะสีสามารถเพิ่มปริมาณธาตุสังกะสีได้ถึง 1.3-4.5 เท่า ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวดิบหรือข้าวหนึ่งทั่วไปที่ไม่มีการเติมธาตุอาหารจะมีปริมาณความเข้มข้นของธาตุเหล็กและธาตุสังกะสีเพียง 5.0 และ 12.0 มก. ต่อ กก. ข้าวสารขาว ตามลำดับ สำหรับในธาตุเหล็ก อัตราในการใส่ธาตุเหล็กที่เหมาะสมจะอยู่ที่ประมาณ 250 มก. ต่อ กก. ข้าวเปลือก ซึ่งจะทำให้ได้ปริมาณความเข้มข้นของธาตุเหล็กในข้าวสารขาวประมาณ 17.5-25.4 มก. ต่อ กก. ข้าวสารขาว ซึ่งปริมาณความเข้มข้นดังกล่าวในข้าวสารขาวเป็นปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการนำบริโภค (R.M. Welch, personal communication) โดยความเข้มข้นดังกล่าวก็สามารถแปรปรวนไปตามลักษณะของพันธุ์ข้าวได้ สำหรับในธาตุสังกะสีพบว่าอัตราที่เหมาะสมในการเติมในระหว่างกระบวนการนึ่งข้าวอยู่ที่ประมาณ 200-300 มก. ต่อ กก. ซึ่งจะทำให้ได้ปริมาณความเข้มข้นของธาตุสังกะสีอยู่ที่ 30.0-40.0 มก. ต่อ กก. ข้าวสารขาว การเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุเหล็กและธาตุสังกะสีในเมล็ดข้าวสารขาวจะเพิ่มขึ้นแบบ exponential ตามอัตรา การเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารที่ใส่ลงไปในช่วงกระบวนการนึ่งข้าวในข้าวทุกพันธุ์ที่ทดสอบ นอกจากนี้ยังพบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงระหว่างปริมาณความเข้มข้นของธาตุเหล็กและสังกะสีในเมล็ดข้าวกล้อง และข้าวสารขาว ซึ่งเป็นข้อมูลที่ยืนยันได้ว่าธาตุอาหารที่เติมลงไปในช่วงกระบวนการนึ่งข้าว นั้น สามารถซึมเข้าไปในส่วนเนื้อเยื่อชั้นในของเมล็ดข้าวได้ โดยสามารถยืนยันได้อีกครั้งจากข้อมูลการย้อมสีเมล็ดข้าวด้วย PPB และ DTZ อย่างไรก็ดีตามยังไม่มียังมีข้อมูลในปัจจุบันที่จะสามารถอธิบายได้ว่าทำไมข้าวแต่ละพันธุ์ มีความสามารถในการดูดธาตุอาหารที่เติมเข้าไปในเมล็ดได้แตกต่างกัน อาจเป็นไปได้ความแตกต่างระหว่างโครงสร้างภายในของเมล็ดข้าวในและโครงสร้างของโปรตีนในข้าวแต่ละพันธุ์ ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างในระดับไนโตรเจนได้ (Leesawatwong, Jamjod, Kuo, Dell & Rerkasem, 2005) ซึ่งโครงสร้างดังกล่าวเป็นส่วนสำคัญในการเป็นแหล่งสะสมของธาตุเหล็กและสังกะสี (Prom-u-thai et al., 2008; Wada & Lott, 1997) ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตจึงอาจจะต้องศึกษาถึงความสามารถในการดูดธาตุอาหารในข้าวแต่ละพันธุ์ที่นิยมเอามาทำเป็นข้าวหนึ่งเพื่ออุตสาหกรรมส่งออก เพื่อจะได้คำนวณอัตราในการใส่ธาตุอาหารให้ถูกต้องและเหมาะสมในข้าวแต่ละพันธุ์

กลไกในการดูดธาตุอาหารเข้าไปในเมล็ดในระหว่างกระบวนการนึ่งข้าว นั้นอาจขึ้นอยู่กับหลาย ๆ กลไก การเติมธาตุอาหารลงไปในช่วงกระบวนการแช่ข้าว ที่มีทั้งเวลาในการแช่ 6 ชั่วโมง ความร้อนของสารละลายที่แช่ 60 องศาเซลเซียส และระดับความเป็นกรด-ด่าง ที่ 3.0-3.5 นั้นอาจเป็นปัจจัยสำคัญในการ

กระตุ้นให้เกิดการดูดซึมธาตุอาหารเข้าไปในเมล็ดข้าวได้ (Ali & Bhattacharya, 1980; Doesthale, Devara, Rao & Belavady, 1979)

ความสามารถในการดูดธาตุอาหารของเมล็ดข้าวเข้าไปยังเนื้อเยื่อชั้นในของเมล็ดข้าวซึ่งเป็นส่วนของข้าวสารขาวนั้น มีความสัมพันธ์แบบ Exponential กับปริมาณธาตุอาหารที่เติมลงไปในช่วงกระบวนการนึ่งข้าวและมีความแปรปรวนระหว่างพันธุ์ข้าว ความสามารถในการดูดสารอาหารเข้าไปในเมล็ดมีความแตกต่างกันในข้าวแต่ละพันธุ์อาจเกิดจากความแตกต่างของคุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมีของข้าวแต่ละพันธุ์ ตัวอย่างเช่น ความแข็งแรงของเมล็ด ความสามารถในการดูดน้ำ ความหนาแน่นของโปรตีน การตอบสนองต่อช่วงแสง หรือแม้แต่รูปแบบการสะสมของแป้งในส่วนหนึ่งของเนื้อเยื่อสะสม (Ong & Blanshard, 1995; Yang, Peng, Dionisio-Sese, Laza & Visperas, 2008) หรืออาจจะเป็นเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับความแตกต่างของปริมาณอิมัลลิส ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวจะเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิแป้งสุกและความคงตัวของแป้งสุก ความสามารถในการดูดน้ำของแป้ง ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์มีความสามารถในการดูดสารอาหารได้ต่างกัน (Alary, Laignelet & Feillet, 1977; Derycke et al., 2005a; Derycke, Veraverbeke, Vandeputte, De Man, Hosene & Delcour, 2005b; González, Livore & Pons, 2004) ดังนั้นการศึกษาวิจัยในอนาคตจึงต้องให้ความสำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างในเรื่องของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีในข้าวแต่ละพันธุ์ต่อความสามารถในการดูดสารอาหารที่เติมระหว่างกระบวนการนึ่งข้าว

ความคงอยู่ของสารอาหารที่เติมในระหว่างกระบวนการนึ่งข้าวในข้าวสารขัดขาวหลังจากการล้างน้ำ 3 ครั้งมีอยู่ในช่วงร้อยละ 60-80 ของปริมาณธาตุอาหารเริ่มต้นที่มีอยู่ในเมล็ด ทั้งนี้เนื่องจากธาตุอาหารที่เติมลงไปนั้นสามารถดูดซึมเข้าไปยังเนื้อเยื่อชั้นในของเมล็ดข้าวได้ จึงไม่ทำให้สูญเสียธาตุอาหารไปในระหว่างกระบวนการขัดสี หรือแม้แต่กระบวนการล้างน้ำก่อนการหุงข้าวตามปกติ แต่ทั้งนี้ปริมาณการคงเหลือของสารอาหารก็มีความแปรปรวนระหว่างพันธุ์ข้าวเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่าธาตุอาหารยังคงอยู่ในเมล็ดข้าวสารขาวได้แม้ว่าจะเก็บไว้เป็นช่วงระยะเวลาหนึ่งอย่างน้อย 24 อาทิตย์ ก่อนที่นำเอามาล้างน้ำก่อนการหุงต้ม

ความสามารถในการละลายในกรดอ่อนซึ่งเป็นการทดลองเพื่ออ้างอิงถึงความเป็นประโยชน์ในทางโภชนาการของธาตุอาหารที่เติมลงในเมล็ดข้าวก็พบว่าธาตุอาหารที่เติมลงในเมล็ดข้าวนั้นมีความเป็นประโยชน์ในทางโภชนาการค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอาหารที่อยู่ในข้าวดิบและข้าวหนึ่งที่ไม่มีการเติมสารอาหารลงไป แต่อย่างไรก็ตามพบว่าความเป็นประโยชน์ในทางโภชนาการดังกล่าวจะลดลงเมื่อเก็บข้าวหนึ่งที่เติมสารอาหารไว้ระยะเวลาหนึ่งในรูปของข้าวสารขาว ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากกระบวนการออกซิเดชันของธาตุอาหารต่าง ๆ ที่อยู่ในข้าวสารขาวกับอากาศเมื่อเก็บไว้ระยะเวลาหนึ่ง (Iqbal, Bhangar & Anwar, 2005) การศึกษาวิจัยในอนาคตเกี่ยวกับกระบวนการในการเก็บรักษาข้าวหนึ่งที่เติมธาตุอาหารต่าง ๆ ลงไปหรืออาจจะเป็นการเก็บในรูปของข้าวเปลือกเพื่อลดปฏิกิริยาออกซิเดชันจึงอาจจะมี

ความจำเป็นในอนาคต หรือแม้แต่การศึกษาถึงผลของการลดลงของความเป็นประโยชน์ในทางโภชนาการของสารอาหารต่าง ๆ เมื่อเก็บข้าวหนึ่งไร่ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันก็อาจจะมีค่าจำเป็นเช่นกัน

อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ผลว่าการเติมสารอาหารลงไปในช่วงกระบวนการนึ่งข้าวในอัตราส่วนที่เหมาะสม จะไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวสารขาวที่เติมสารอาหาร และไม่มีผลต่อการยอมรับในการบริโภคของผู้บริโภคที่คุ้นเคยต่อการบริโภคข้าวหนึ่งในชีวิตประจำวัน กล่าวคือผู้บริโภคยอมรับข้าวหนึ่งที่เติมสารอาหารเพื่อนำมาบริโภคเป็นอย่างดีเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวหนึ่งที่บริโภคในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาในโครงการวิจัยนี้ทำให้ค้นพบว่าการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในข้าวสารขาวสามารถทำได้โดยการเติมธาตุอาหารในปริมาณที่เหมาะสมในช่วงกระบวนการนึ่งข้าว โดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวเปลี่ยนแปลงไป และเป็นที่ยอมรับในกลุ่มผู้บริโภคเป็นอย่างดี การเติมธาตุอาหารในช่วงกระบวนการนึ่งข้าวสามารถใช้เป็นวิธีการในการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดข้าวได้ เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่าย รวดเร็ว ประหยัดงบประมาณและเวลา เพราะว่าการผลิตข้าวหนึ่งเป็นวิธีการปกติที่กระทำอยู่แล้วในอุตสาหกรรมการนึ่งข้าวเพื่อการส่งออก อีกทั้งในเรื่องของตลาดและเครือข่ายในการบริโภคข้าวหนึ่งก็มีอยู่แล้ว จึงเป็นการง่ายที่ข้าวหนึ่งที่เติมสารอาหารจะเข้าไปถึงผู้บริโภคที่มีปัญหาได้อย่างรวดเร็ว