

ชื่อเรื่อง	ศึกษาคุณลักษณะคุณสมบัติทางวิทยากระแสและความร้อนของเจลสตาร์ชแช่เยือกแข็งจากข้าว
ผู้แต่ง	กรรณิการ์ ห้วยแสน
ที่มา	ปรัชญาคุณฐิบัณฑิต (เทคโนโลยีอาหาร) คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 219 หน้า. 2550.
คำสำคัญ	ข้าว; เจลสตาร์ช

บทคัดย่อ

นำสตาร์ชจากข้าว 9 พันธุ์ ที่เพาะปลูกในประเทศไทย ได้แก่ ข้าวดอกมะลิ105 หอมสุพรรณบุรี หอมคลองหลวง1 ขาวตาแห้ง17 สุพรรณบุรี2 สุพรรณบุรี60 เหลืองประทิว123 ชัยนาท1 และพลาขามปราจีนบุรี โดยมาแยกส่วนสตาร์ชออกด้วยสารละลายเบส นำสตาร์ชจากข้าวแต่ละพันธุ์ไปศึกษาคุณสมบัติทางความร้อน วิทยากระแสและคุณลักษณะอื่นของเจลแช่เยือกแข็งจากข้าว ซึ่งการศึกษาวิจัยครั้งนี้แบ่งได้สองส่วนดังนี้ ส่วนที่หนึ่งเป็นการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของสตาร์ชจากข้าว ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณสมบัติทางความร้อนและวิทยากระแสของเจลสตาร์ชแช่เยือกแข็งจากข้าว ส่วนที่สองวิเคราะห์ผลของการเติมสารเจือปนอาหารต่อคุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณสมบัติทางความร้อนและทางวิทยากระแสของเจลสตาร์ชแช่เยือกแข็งจากข้าวพันธุ์ชัยนาท1

จากผลวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส สามารถแบ่งสตาร์ชจากข้าวที่ทดลองได้เป็น 3 กลุ่ม (แอมิโลสต่ำ; 12-20 % แอมิโลสปานกลาง; 20-25 % และแอมิโลสสูง; >25%) สตาร์ชจากข้าวกลุ่มแอมิโลสสูง มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูงสุด ($P \leq 0.05$) ผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA พบว่าปริมาณแอมิโลสมีผลกระทบต่อคุณสมบัติการเกิดเพสต์ของสตาร์ช สตาร์ชที่มีปริมาณแอมิโลสสูงให้ค่าความหนืดที่จุดสูงสุดและค่าการแตกตัวต่ำที่สุด ($P \leq 0.05$) มีค่าความหนืดสุดท้ายและค่าการคืนตัวสูงสุด ส่วนความคงตัวในการคืนรูปจากแช่เยือกแข็ง 5 รอบของเจลสตาร์ชจากข้าวที่มีความเข้มข้นร้อยละ 30 หาได้โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของเจลสดกับเจลแช่เยือกแข็งที่ให้ความร้อนอีกครั้ง ค่าความแข็งของเจลวัดโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสที่แรงกดร้อยละ 15 และ 70 ของความหนาเจล และการขับของเหลวออกจากเจล ซึ่งวัดได้จากการใช้ตุ้มน้ำหนักวางไว้บนเจลเพื่อให้น้ำแยกตัวออกมาจากเจล พบว่าเมื่อเทียบกับข้าวพันธุ์อื่น เจลสตาร์ชจากข้าวสุพรรณบุรี2 (ปริมาณแอมิโลสปานกลาง) มีความคงตัวมากที่สุดต่อการคืนรูปจากเยือกแข็ง 5 รอบ จากการทดสอบค่าความแข็งของเจลแช่เยือกแข็งและเจลแช่เยือกแข็งที่ให้ความร้อนอีกครั้ง ที่ระยะเวลาการเก็บแช่เยือกแข็ง 1 15 30 45 60 90 และ 120 วัน พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บแช่เยือกแข็งและเมื่อให้ความร้อนอีกครั้ง เจลจากข้าวกลุ่มแอมิโลสต่ำ มีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ในเจลแช่เยือกแข็งและเจลที่ให้ความร้อนอีกครั้งของกลุ่มแอมิโลสสูงและปานกลางนั้น พันธุ์ข้าวและระยะเวลาการเก็บรักษามีผลกระทบต่อค่าความแข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยการเก็บเป็นเวลา 30 วัน ทำให้เจลมีค่าความแข็งสูงสุด แต่การเก็บที่ 1 วัน กับ 120 วัน ให้ค่าความแข็งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจากแรงกดที่ร้อยละ 15 ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามการใช้แรงกดที่ร้อยละ 70 ของการเก็บที่ 30 วันของเจลแช่เยือกแข็งจากกลุ่มแอมิโลสสูงให้ค่าความแข็งสูงสุด หลังจาก 30 วัน ค่าความแข็งมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บจนถึง 120 วัน กว้นเจลจาก

สตาร์ชของข้าวเหลืองประทิว 123 พบว่าหลังระยะเวลาการเก็บที่ 30 ถึง 120 วัน ค่าความแข็งของเจลเพิ่มขึ้น ส่วนเจลกลุ่มแอมิโลสปานกลาง การเก็บที่ 30 และ 90 วัน มีค่าความแข็งสูงสุด สำหรับการทดสอบที่แรงกดร้อยละ 70 ในกลุ่มแอมิโลส ปานกลางการเก็บแช่เยือกแข็งที่ 1 วัน มีค่าความแข็งสูงสุดและสูงกว่าเจลสด แต่เจลที่เก็บไว้ 1 วัน กับ 120 วัน มีค่าความแข็งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามในกลุ่มแอมิโลสสูงค่าความแข็งของเจลที่ให้ความร้อนอีกครั้งมีค่าใกล้เคียงกับเจลสดยกเว้นเจล จากข้าวชยันนาท1 ทั้งนี้เจลดจากข้าวทุกตัวอย่าง พบว่าการเก็บที่ 15 วัน ให้ความแข็งเพิ่มขึ้น อย่างรวดเร็วและเจดยังคงความแข็งคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บจาก 15 ถึง 120 วัน ยกเว้นเจลจากข้าวปลายงามปราจีนบุรีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งเพิ่มขึ้นและลดลง (ไม่คงที่) ตลอดระยะเวลาของการแช่เยือกแข็ง การวิเคราะห์คุณสมบัติทางความร้อนจากสตาร์ชจากข้าว 9 พันธุ์ ที่ระดับความเข้มข้นของสตาร์ชร้อยละ 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนักแห้ง ด้วยเครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC) จากการศึกษาการให้ความร้อน การแช่เยือกแข็งและการให้ความร้อนอีกครั้งแก่เจลแช่เยือกแข็ง พบว่าพันธุ์ข้าวและความเข้มข้นของสตาร์ชมีผลกระทบต่ออุณหภูมิเริ่มต้น (T_g) อุณหภูมิพีก (T_p) และค่าเอนทัลปี (ΔH_g) ของการให้ความร้อนแก่เจล โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือเจลดจากข้าวสุพรรณบุรี 2 มีอุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิพีกและค่าเอนทัลปีสูงสุด เมื่อความเข้มข้นของเจลดสตาร์ชเพิ่มขึ้น (40-50 %) ทำให้เจลดมีอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิพีกต่ำสุด การเพิ่มความเข้มข้นของสตาร์ชในเจลด ทำให้ค่าเอนทัลปีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นที่ความเข้มข้นของสตาร์ชที่ร้อยละ 50 ผลการแช่เยือกแข็งเจลดจากข้าว พบว่าอุณหภูมิกลาสทรานซิชันของการแช่เยือกแข็ง (T_{gp}) อยู่ในช่วงอุณหภูมิ -46.05 ถึง -48.22 องศาเซลเซียส และมีค่าเอนทัลปีของการแช่เยือกแข็ง (ΔH_p) จาก 56.17 ถึง 110.62 จูลต่อกรัม โดยพันธุ์ข้าวมีผลต่ออุณหภูมิกลาสทรานซิชันของการแช่เยือกแข็ง (T_{gp}) ($P \leq 0.05$) และเมื่อความเข้มข้นของสตาร์ชลดลง คือปริมาณน้ำมากขึ้น ทำให้ T_{gp} เพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) แต่ทั้งนี้พันธุ์ข้าวและความเข้มข้นของสตาร์ชไม่มีผลกระทบต่อ T_{gp} ($P > 0.05$) และชนิดของพันธุ์ข้าวไม่มีผลต่อค่า T_g , T_m และ ΔH ($P > 0.05$) แต่ความเข้มข้นของสตาร์ชมีผลต่อค่าเหล่านี้ ($P \leq 0.05$) โดยที่ค่า T_g , T_m และ ΔH ของเจลดจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ อยู่ในช่วง -8.20 ถึง -9.03 องศาเซลเซียส 0.10 ถึง -0.57 องศาเซลเซียส และ 67.26 ถึง 124.91 จูลต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนการทดสอบคุณสมบัติทางวิทยาศาสตร์ พบว่าเจลดจากข้าวกลุ่มแอมิโลสสูง ให้ค่า G' (storage modulus) สูงกว่ากลุ่มแอมิโลสปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่เจลดจากข้าวทุกตัวอย่างที่มีแอมิโลสต่างกัน มีค่า G'' (loss modulus) และค่า $\tan \delta$ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

งานวิจัยในส่วนที่สองได้ทดลองผลการเติมสารเจือปนอาหาร 4 ชนิด (อัลจินต กัวกัม ไฮเมทอกซีเพกทิน และทรีฮาโลส) ที่ความเข้มข้น 4 ระดับ (ร้อยละ 0.0, 0.2, 0.4 และ 0.6) ในเจลดจากข้าวพันธุ์ชยันนาท1 ที่ความเข้มข้นของสตาร์ชร้อยละ 30 โดยน้ำหนักแห้ง พบว่าชนิดและสารเจือปนอาหารทั้ง 4 ชนิด มีผลต่อคุณสมบัติการเกิดเพสต์ ($P \leq 0.05$) ซึ่งการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ ให้ค่าความหนืดที่จุดสูงสุด ค่าความหนืดสุดท้าย และค่าการคืนตัวเพิ่มขึ้น การเติมทรีฮาโลส ให้ค่าการแตกตัว ค่าความหนืดสุดท้าย และค่าการคืนตัว ไม่แตกต่างจากข้าวชยันนาท1 การจับของเหลวออกจากเจลดในเจลดคืนรูปจากเยือกแข็งทุกตัวอย่างที่ทดลอง มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่การศึกษาระยะเวลาการเก็บเจลดแช่เยือกแข็ง พบว่าเจลดที่เติมไฮเมทอกซีเพกทินร้อยละ 0.4 และ 0.6 มีการจับของเหลวออกจากเจลดสูงที่สุดและทรีฮาโลส ร้อยละ 0.2 มีการจับ

ของเหลวออกจากเจลด้าที่สุด เจลที่เติมสารเจือปนอาหารหลังการคืนรูปจากเยือกแข็ง มีค่าความแข็งที่แรงกดร้อยละ 15 และ 70 ของความหนาเจล แตกต่างต่างกัน เจลแช่เยือกแข็งที่เติมอัลจินตและกัวกัม ให้การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของเจลด้าต่ำกว่าเจลด้า ส่วนเจลด้าที่เติมทรีฮาโลสร้อยละ 0.4 และ 0.6 ให้ลักษณะเจลที่มีความนุ่ม แต่เมื่อเจลด้าถูกนำไปแช่เยือกแข็ง จะให้เจลที่มีความแข็งเพิ่มขึ้นสูงที่แรงกดร้อยละ 70 อย่างไรก็ตามค่าความแข็งนี้ มีค่าใกล้เคียงกับเจลด้าและเจลแช่เยือกแข็งที่ให้ความร้อนอีกครั้งของเจลควบคุม คือเจลจากข้าวชัณษาท1 สำหรับเจลแช่เยือกแข็งที่เติมและไม่เติมสารเจือปนอาหารทั้งหมด มีความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงของการแช่แข็งที่เวลา 30 ถึง 45 วัน หลังจากนั้นค่าความแข็งของเจลก็จะลดลงอย่างรวดเร็วที่ 60 วัน และจะคงที่จนถึงการแช่เยือกแข็งที่ 120 วันของแรงกดทั้ง 2 แบบ สำหรับเจลที่เติมสารเจือปนอาหารมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของความแข็งคล้ายกัน แต่ความแข็งในช่วงระยะเวลาการเก็บต่างๆ กัน ทำให้ค่าความแข็งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ชนิดและปริมาณของสารเจือปนอาหารชนิดและปริมาณสารเจือปนอาหารทั้ง 4 ชนิดที่เติมในเจล ไม่มีผลต่อค่า T_g , T_p และ ΔH ($P>0.05$) ส่วนเจลที่เติมอัลจินตให้อุณหภูมิ T_{gr} และ T_{cc} สูงสุดที่อุณหภูมิ -29.26 และ -14.44 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แต่ระดับความเข้มข้นของสารเจือปนอาหารไม่มีผลต่อค่า T_{gr} และ T_{cc} ($P>0.05$) การให้ความร้อนอีกครั้งแก่เจลแช่เยือกแข็งที่เติมไฮเมทอกซีเพกทินร้อยละ 0.6 มีอุณหภูมิ T_m สูงสุด (1.29 องศาเซลเซียส) และเจลที่เติมทรีฮาโลสร้อยละ 0.6 มีอุณหภูมิ T_m ต่ำสุด (0.58 องศาเซลเซียส) สำหรับการวัดทางวิทยากระแส พบว่าทั้งชนิดและปริมาณสารเจือปนอาหาร มีผลต่อค่า G' แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่า G'' และ $\tan \delta$ ($P>0.05$) และเจลที่เก็บแช่เยือกแข็งนาน 30 วัน มีค่า G' สูงกว่าเจลด้า