

ผลของอุณหภูมิและอายุการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยาและคุณภาพของผลโกโก้ Effects of Temperature and Shelf Life on Physiological and Quality Changes of Cacao Pod

นัฐริษา ลิ้มจำเจริญ¹ อติเรก รักคง¹ สุภาณี ชนะวีรวรรณ¹ และ ระวี เจียรวิภา¹
Limjumrern, N.¹, Rugkong, A.¹, Chanaweewaran, S.¹ and Chiarawipa, R.¹

Abstract

In cacao production, postharvest deterioration causes adverse effects on the shelf-life quality of the cacao pod. Hence, cacao pod storages at low temperature (15 °C) and room temperature (29 °C) were studied on the physiological and quality changes of the pod during the shelf life. The weight loss and browning index of the cacao storage at 15 °C were significantly less than those of the storage at 29 °C. Significant higher numbers of the lightness, hue° and firmness of the cacao's skin were found at the low temperature storage during the storage life from 6 to 10 days, 2 to 8 days, and 4 to 8 days, respectively. However, the different storage temperatures did not influence TSS, TA and TSS/TA of the cacao pulp. In conclusion, the results proved that the low temperature storage could maintain the quality and slow down the physiological changes of the cacao pod's shelf life.

Keywords: cocoa, pod storage, pulp preconditioning, postharvest deterioration

บทคัดย่อ

การเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยวส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตโกโก้ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยวและยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตโกโก้ได้ ดังนั้น จึงมีการศึกษาผลของการเก็บรักษาผลโกโก้ที่อุณหภูมิต่ำ (15 °C) และอุณหภูมิห้อง (29 °C) เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพของโกโก้ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า การสูญเสียน้ำหนักและดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของโกโก้การเก็บรักษาที่ 15 °C มีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับที่ 29 °C ขณะที่ค่าความสว่าง (L*) ค่ามุมสี (Hue°) และค่าความแน่นเนื้อของผลโกโก้การเก็บรักษาที่ 15 °C มีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับที่ 29 °C ในช่วงการเก็บรักษาที่ 6-10 วัน 2-8 วัน และ 4-8 วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และค่า TSS/TA ของเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ ดังนั้น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถรักษาคุณภาพและชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในระหว่างการเก็บรักษาได้ คำสำคัญ: โกโก้ การเก็บรักษาฝัก การปรับสภาพเยื่อหุ้มเมล็ด การเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยว

คำนำ

โกโก้ (*Theobroma cacao* L) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่นิยมนำมาใช้เพื่อการผลิตช็อกโกแลต เครื่องดื่ม และเป็นส่วนประกอบของอาหาร ในการผลิตช็อกโกแลตจำเป็นต้องผ่านกระบวนการหมักเมล็ดโกโก้เพื่อกลิ่นและรสชาติ ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญของคุณภาพช็อกโกแลต (Hii และคณะ, 2009) การหมักเพื่อให้ได้เมล็ดโกโก้คุณภาพดีจำเป็นต้องหมักอย่างต่ำ 15 กก. อย่างไรก็ตาม ยังมีเกษตรกรบางกลุ่มมีพื้นที่ปลูกไม่มากนัก อีกทั้งบางฤดูกาลเก็บเกี่ยวมีจำนวนผลผลิตโกโก้ไม่พอทำให้เป็นปัจจัยจำกัดในการหมักโกโก้ให้มีคุณภาพตามที่ต้องการ การเก็บรักษาหรือการบ่มผลโกโก้เป็นเทคนิคที่สามารถนำมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดโกโก้ได้ เช่น การเก็บรักษาฝักโกโก้ 2-3 วันก่อนนำไปหมัก ช่วยลดระดับความเป็นกรดที่ไม่พึงประสงค์บางชนิด (Hinne และคณะ, 2018) ทั้งนี้ระยะเวลาการเก็บรักษาในสภาพแตกต่างกันตามปัจจัยอุณหภูมิและสภาพอากาศในแต่ละพื้นที่ที่มีผลต่อคุณภาพของโกโก้ก่อนนำไปหมัก การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจึงอาจเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิต และชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของโกโก้ก่อนนำไปหมักได้ ปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับการเก็บรักษาผลโกโก้ภายหลังการเก็บเกี่ยวยังมีจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพของผลโกโก้ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันเพื่อให้ทราบอายุและอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่เหมาะสมต่อการผลิตเมล็ดโกโก้

¹ สาขาวิชาวนวัฒนกรรมและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา 90110

¹ Agricultural Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla, 90110

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลโกโก้อายุ 5-6 เดือนหลังจากดอกบาน คัดเลือกทำความสะอาดด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 100 มก. ต่อล. จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด และบรรจุผลโกโก้ลงในตะกร้าพลาสติกขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) : 25.5 x 33.5 x 8.5 ซม. นำไปเก็บรักษา 2 ทริตเมนต์ 1 (T1) ได้แก่ เก็บที่อุณหภูมิ 15 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $74 \pm 8.8\%$ และ T2 เก็บที่อุณหภูมิห้อง (29 ± 2 °C) ความชื้นสัมพัทธ์ $62.7 \pm 6.8\%$ ทำการทดลอง ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สังเกตและบันทึกลักษณะทางสรีรวิทยาและคุณภาพเป็นระยะเวลา 14 วัน ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ค่าสีเปลือก (L^* และ Hue°) ด้วยเครื่องวัดสี (KONICA MINOTA, รุ่น CR 400, Japan) ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (Browning index; BI) ความแน่นเนื้อของฝักโกโก้ด้วยเครื่อง Firmness tester ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids: TSS) ด้วยเครื่อง Hand refractometer และวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity: TA) ทั้งหมดของเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้โดยวิธีไทเทรต วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วย Duncan's multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม R-Studio

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในระหว่างการเก็บรักษาการสูญเสียน้ำหนักสดของผลโกโก้ทั้งสองอุณหภูมิการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยผลโกโก้ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29 °C) มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นสูงกว่าผลโกโก้ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (15 °C) ประมาณ 2 เท่า ส่งผลให้ผลโกโก้ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำมีอายุการเก็บรักษานานกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 14 วัน ในขณะที่การเก็บรักษาอุณหภูมิห้องเก็บรักษาได้เป็นเวลา 8 วัน (Figure 1A) นอกจากนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันมีความชื้นสัมพัทธ์ต่างกัน การเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศต่ำส่งผลให้ผลโกโก้มีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น (จริงแท้, 2544) การสูญเสียน้ำเป็นสาเหตุในการเสื่อมสภาพของผลผลิต อาการที่แสดงออก ได้อย่างผลเทียบ การแผลสีน้ำตาลบนเปลือกเพิ่มขึ้น และนำไปสู่การเสื่อมสภาพของผลผลิต ค่าความแน่นเนื้อของผลโกโก้ที่เก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิต่างกันมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องในตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อของผลโกโก้ได้ดีกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยมีค่าลดลงจาก 49.04 นิวตัน เป็น 35.51 นิวตัน ในระหว่างการเก็บรักษาวันที่ 6 ถึง 8 (Figure 1B) ทั้งนี้ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาในกระบวนการเมตาบอลิซึม เช่น ช่วยลดอัตราการหายใจของผลผลิต จึงเป็นอีกวิธีที่ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำของผลผลิต ถึงแม้โกโก้จะเป็นผลผลิตประเภท Non climacteric แต่ค่าความแน่นเนื้อก็มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะพัฒนาการสุกแก่เพิ่มขึ้น (Rojas และคณะ, 2020) ซึ่งเกิดจากผนังเซลล์ที่อยู่ในรูปของ Protopectin ซึ่งอยู่ในรูปไม่ละลายน้ำสลายตัวกลายเป็นแพกตินที่ละลายน้ำส่งผลให้เปลือกผลมีลักษณะอ่อนนุ่มลง (दनัย, 2556)

การเปลี่ยนแปลงสีของผลโกโก้ พบว่า การเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 8 วัน ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องการเกิดสีน้ำตาลมากกว่า 50% (Figure 1C) โดยค่าสีเปลือก (L^* และ Hue°) มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะพัฒนาการสีผิวเพิ่มขึ้น โดยค่า L^* ของสีผิวผลโกโก้มีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ เป็นเวลา 6 8 และ 10 วัน ตามลำดับ (Figure 1D) เช่นเดียวกันกับค่า Hue° ของสีผิวผลโกโก้มีค่าต่ำอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 4 6 และ 8 วัน ตามลำดับ (Figure 1E) แสดงให้เห็นว่าผลโกโก้พัฒนาเป็นสีเหลืองมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งมีรายงานว่าค่าความสว่างของเปลือกเพิ่มขึ้นเมื่อผลโกโก้แก่ขึ้น (Rojas และคณะ, 2020) ในขณะที่จุดสีน้ำตาลบนเปลือกผลเกิดจากการสร้างหรือสลายตัวของสารสี (Pigment) และปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกหรือแสดงถึงการเสื่อมสภาพทางสรีรวิทยาซึ่งจะปรากฏเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (โชคชัย, 2550)

สำหรับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และสัดส่วน TSS/TA ของเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $2.50-3.45$ °Bx $1.83 - 2.29\%$ และ $10.78 - 13.33$ ตามลำดับ (Figure 1F-H) ปริมาณ TA มีแนวโน้มลดลงส่วน TSS/TA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ในขณะที่ค่า TSS คงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการเก็บรักษาโกโก้ในฝักช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเมตาบอลิซึม ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นช้าลง เมล็ดที่ถูกห่อหุ้มด้วยฝักมีส่วนช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำของเยื่อหุ้มเมล็ด ซึ่งโดยปกติพืชที่สูญเสียน้ำมากส่งผลให้มีความเข้มข้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงขึ้นได้ภายในเซลล์พืช (สายชล, 2551)

สรุปผล

การเก็บรักษาผลโกโก้ที่อุณหภูมิต่ำส่งผลดีต่อลักษณะทางกายภาพของผลโกโก้มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้ง 2 ระดับไม่มีผลต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และสัดส่วน TSS/TA ของผลโกโก้ โดยลักษณะของผลผลิตผลโกโก้ที่เหมาะสมในการนำไปหมัก คือ ระยะเวลาสุกงอมของผล (Ripeness state) ซึ่งเมล็ดมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง ความเป็นกรดต่ำ ซึ่งมีผลเชิงบวกกับการพัฒนากลิ่นและรสในกระบวนการหมัก การเก็บรักษาผลโกโก้ที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 14 วัน โดยดัชนีการเสื่อมสภาพของผลโกโก้ภายหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ อาการเหี่ยว การเกิดสีน้ำตาลบริเวณผิวผล ซึ่งนำไปสู่การเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ส่งผลให้เกิดการเน่าเสีย การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ± 2 °C โดยช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผล อายุการเก็บรักษานานกว่า และมีการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าการเก็บรักษาผลโกโก้ที่อุณหภูมิ 29 ± 2 °C

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ ประจำปีงบประมาณ 2562 ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนสำหรับการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- โชคชัย อีร์กุลเกียรติ, 2550, สารสกัดจากรำข้าว เพื่อใช้ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากเอนไซม์ในผักและผลไม้, กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- दनัย บุญเกียรติ, 2556, ศรีรวิथाหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตผลพีชสวน, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สายชล เกตุษา, 2551, โครงการส่งเสริมกลุ่มวิจัยและพัฒนาศรีรวิथाหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลิตผลพีชสวน, กรุงเทพฯ: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Hii, C.L., Law, C.L., Cloke, M. and Suzannah, S., 2009, Thin Layer Drying Kinetics of Cocoa and Dried Product Quality, *Biosystems Engineering*, 102: 153–161.
- Hinne, M., Semanhyiaa, E., Wallea, D.V., Winnec, A., Tzompa-Sosaa, A.D., Scaloned, G.L.L., Meulenaerd, B.B., Messense, K., Durmec, J.V., Afoakwab, E.O., Coomanc, L. and Dewettinck, K., 2018, Assessing the Influence of Pod Storage on Sugar and Free Amino Acid Profiles and the Implications on Some Maillard Reaction Related Flavor Volatiles in Forastero Cocoa Beans, *Food Research International*, 111: 607-620.
- Rojas, K.E., Garcia, M.C., Ceron, I.X., Ortiz, R.E. and Tarazona, M.P., 2020, Identification of Potential Maturity Indicators for Harvesting Cacao, *Heliyon*, 6: 1-8.

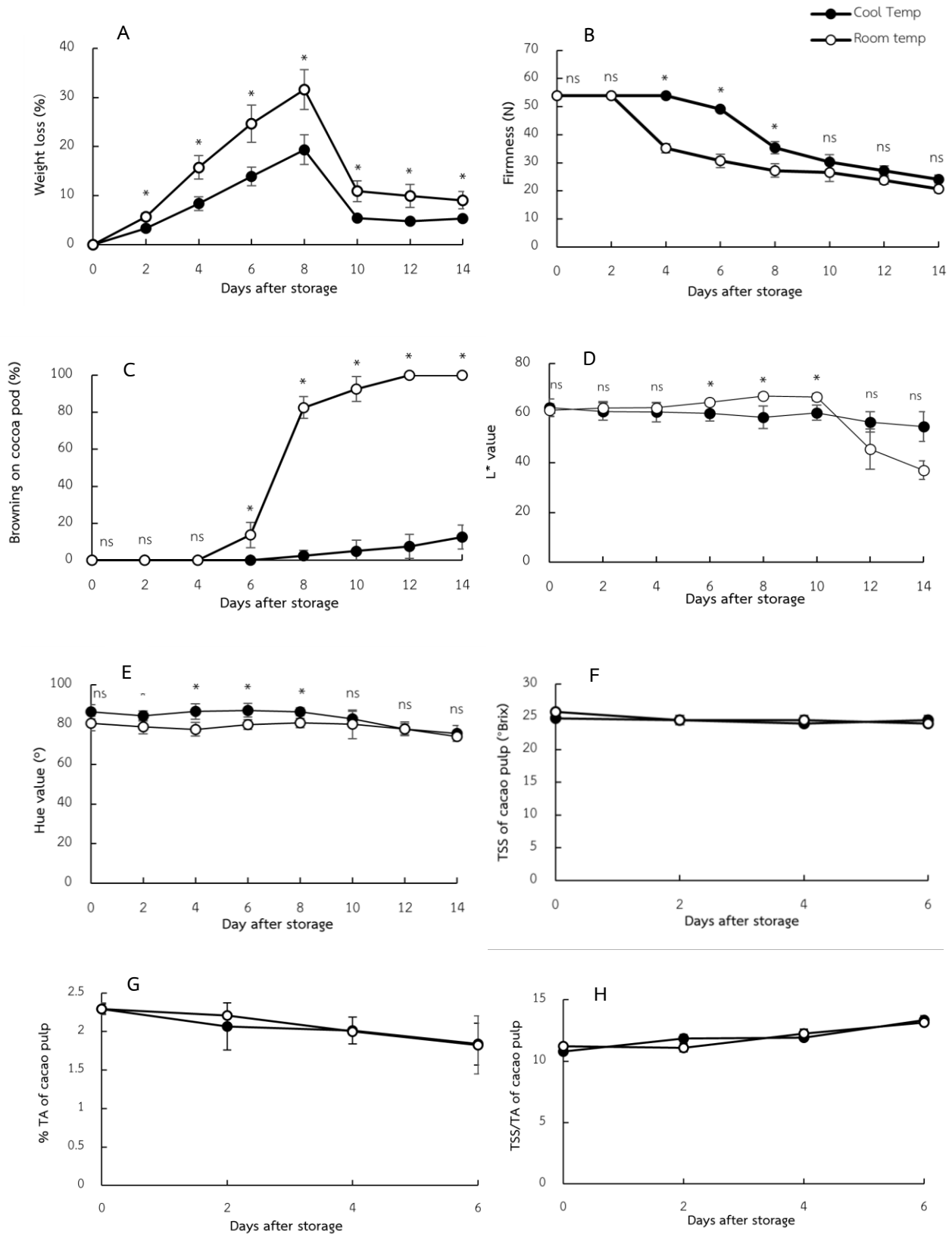


Figure 1 Weight loss (A), firmness (B), L* value (C), hue value (D), browning Index (E), total soluble solid (F), percentage of titratable acidity (G) and TSS/TA ratio of cacao pulp (H) during postharvest storage at 15±2 °C and 29±2 °C.