

ผลและวิจารณ์

ผล

การทดลองที่ 1 ศึกษาอาการสะท้อนหวาในพริก 3 ชนิด

1. การเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ด

ในการศึกษานี้ผลพริกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหลังจากเก็บรักษาแล้ว 8 วัน ผลพริกสูญเสียคุณภาพ โดยผลเขียวและ เมล็ดแห้งไม่สามารถบันทึกผลการทดลองได้ ดังนั้นผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจึงบันทึกผลการทดลองเฉพาะวันที่ 4 และ 8 ของการเก็บรักษา

เมล็ดพริก 3 ชนิดเมื่อเริ่มต้นการทดลองมีสีเขียว และมีค่าความสว่าง (L) ที่สูง พริก 3 ชนิดเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 10 องศาเซลเซียส เมล็ดยังคงมีสีเขียวเหมือนเดิม ทำให้ค่า L มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย สำหรับพริกหยวกและพริกชี้ฟ้าที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เมล็ดมีการเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นสีน้ำตาล (ภาพที่ 7A และ D) ทำให้ค่า L ลดลงมากกว่าอุณหภูมิอื่นๆ ส่วนค่า L ของเมล็ดพริกชี้ฟ้าที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสไม่แตกต่างจากอุณหภูมิต่างๆ เนื่องจากเมล็ดไม่มีการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล (ภาพที่ 8 15 และ 21)

ในผลพริกหยวกและพริกชี้ฟ้าที่นำออกจากอุณหภูมิต่ำมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของค่า L ในเมล็ดของผลพริกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 5 องศาเซลเซียส แต่ไม่พบความแตกต่างนี้ในเมล็ดพริกชี้ฟ้า (ภาพที่ 9 16 และ 22)

การเปลี่ยนแปลงค่า a ในพริกหยวกและพริกชี้ฟ้ามีความคล้ายคลึงกับค่า L ทั้งที่ตรวจวัดทันทีและหลังจากนำออกจากห้องเย็นมาวางที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน ส่วนพริกชี้ฟ้ามีค่า a ที่อุณหภูมิห้องสูงกว่าที่อุณหภูมิ 10 และ 5 องศาเซลเซียสเมื่อตรวจวัดทันที หลังจากนำมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วันพบว่าค่า a ของผลที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสสูงกว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ส่วนค่า b พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันในพริก 3 ชนิดเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันทั้งที่ตรวจวัดทันที หรือหลังจากนำมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน

2. อาการสะท้อนหนาวและดัชนีอาการสะท้อนหนาว

อาการสะท้อนหนาวที่พบในพริกแต่ละชนิดแตกต่างกันไป โดยพริกหยวกพบการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลของเมล็ดเป็นอาการแรก (ภาพที่ 7A และ 10) โดยพบตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษาจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ขณะที่อาการน้ำเน่า โดยผิวผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและมีการพองตัวของผิวผล (ภาพที่ 7B และ 11) เริ่มแสดงออกมาในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ส่วนอาการบวมที่ผิวผลนั้นพบน้อยมาก โดยพบเฉพาะในซ้ำที่ 2 ในวันที่ 12 และ 16 ของการเก็บรักษาที่หลังจากมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (ภาพที่ 12)

อาการสะท้อนหนาวในพริกชี้ฟ้า พบอาการบวมที่ผิวผลเป็นอาการแรก (ภาพที่ 7C และ 18) โดยพบได้ตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษาที่หลังจากนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน และอาการบวมแสดงออกมากในผลที่นำออกมาจากอุณหภูมิต่ำและวางไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน สำหรับอาการเมล็ดสีน้ำตาลพบน้อยมาก โดยพบในวันที่ 8 12 และ 16 ของการเก็บรักษาทั้งที่ตรวจทันทีและหลังจากมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน และไม่พบอาการน้ำเน่า (ภาพที่ 17)

ในพริกชี้หนูที่แสดงอาการสะท้อนหนาว พบการเปลี่ยนสีของเมล็ดเป็นสีน้ำตาลเป็นอาการแรกและพบได้ตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 7D และ 23) ส่วนอาการบวมนั้นพบน้อยมากและพบในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา และไม่พบอาการน้ำเน่า (ภาพที่ 7E และ 24)

ดัชนีอาการสะท้อนหนาวที่ศึกษาจากการเปลี่ยนสีของเมล็ดจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลพบว่าในเมล็ดของพริกหยวกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเท่านั้นที่เกิดอาการสะท้อนหนาวและการเก็บรักษาในตะกร้า และการห่อด้วยฟิล์มมีค่าดัชนีอาการสะท้อนหนาวไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังพบว่าผลพริกที่นำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 วันมีความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาวมากกว่าที่ตรวจวัดทันที (ภาพที่ 10)

พริกชี้หนูพบอาการเมล็ดสีน้ำตาลในผลเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 5 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสจะเกิดไวและมากกว่าที่ 10 องศาเซลเซียส และมีแนวโน้มว่าการห่อด้วยฟิล์มสามารถลดอาการสะท้อนหนาวได้ทั้งที่ตรวจวัดทันทีและหลังจากนำมาวางไว้ที่

อุณหภูมิจึง 2 วัน ผลพริกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบอาการเมล็ดสีน้ำตาลหลังจากเก็บรักษาแล้ว 12 และ 16 วันเมื่อตรวจวัดทันที และพบอาการนี้เร็วขึ้นในวันที่ 8 12 และ 16 ของการเก็บรักษา เมื่อตรวจวัดหลังจากนำมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (ภาพที่ 23)

ส่วนพริกชี้ฟ้าพบว่ามีการสะท้อนหนาวเกิดขึ้นในวันที่ 8 12 และ 16 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเท่านั้นในผลที่ตรวจวัดทันทีและหลังจากนำมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน แต่ค่าดัชนีอาการสะท้อนหนาวที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยมากและไม่แตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 17)

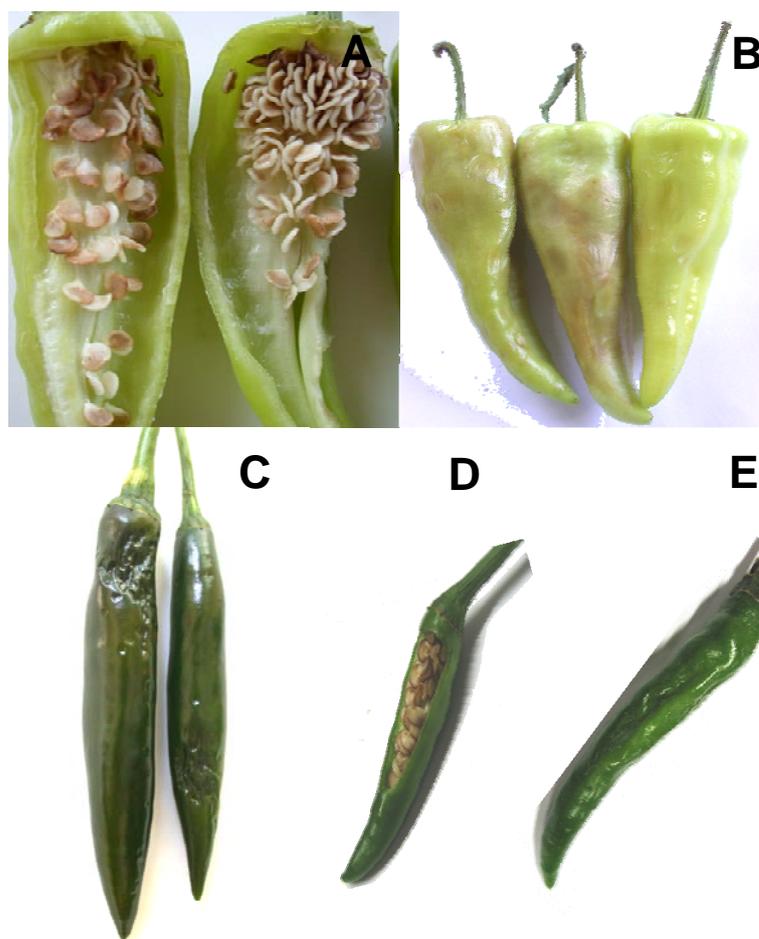
สำหรับส่วนของไส้ (placenta) ในพริก 3 ชนิด นั้นมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากอุณหภูมิต่ำน้อยมาก โดยในพริกหยวกที่ผิวเกิดอาการน้ำเนื้อเยื่อที่ไส้ยังคงสภาพปกติ ในผลที่เมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลในระยะแรก เนื้อเยื่อส่วนไส้ก็ยังคงสภาพปกติ แต่เมื่อเมล็ดมีการเปลี่ยนสีน้ำตาลมากหรือในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเนื้อเยื่อส่วนไส้บางส่วนเสื่อมสภาพเกิดเป็นสีน้ำตาลด้วย (ภาพผนวกที่ 1) ในพริกชี้ฟ้าเนื้อเยื่อไส้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยในผลที่สีผิวมีการเปลี่ยนสีเป็นสีส้ม หรือสีแดง เนื้อเยื่อส่วนไส้ก็เปลี่ยนสีเป็นสีส้ม หรือชมพูด้วย ส่วนผลที่ผิวผลเป็นสีเขียวส่วนไส้ก็เป็นสีเขียว ในพริกชี้หนูการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อไส้คล้ายกับในพริกหยวก โดยผลที่มีเมล็ดสีขาวและเมล็ดสีน้ำตาลในระยะแรก เนื้อเยื่อส่วนไส้ยังคงสภาพปกติ แต่เมื่อเมล็ดมีการเกิดสีน้ำตาลมาก เนื้อเยื่อส่วนไส้จะลีบลงและเกิดสีน้ำตาลที่เนื้อเยื่อ

3. การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage)

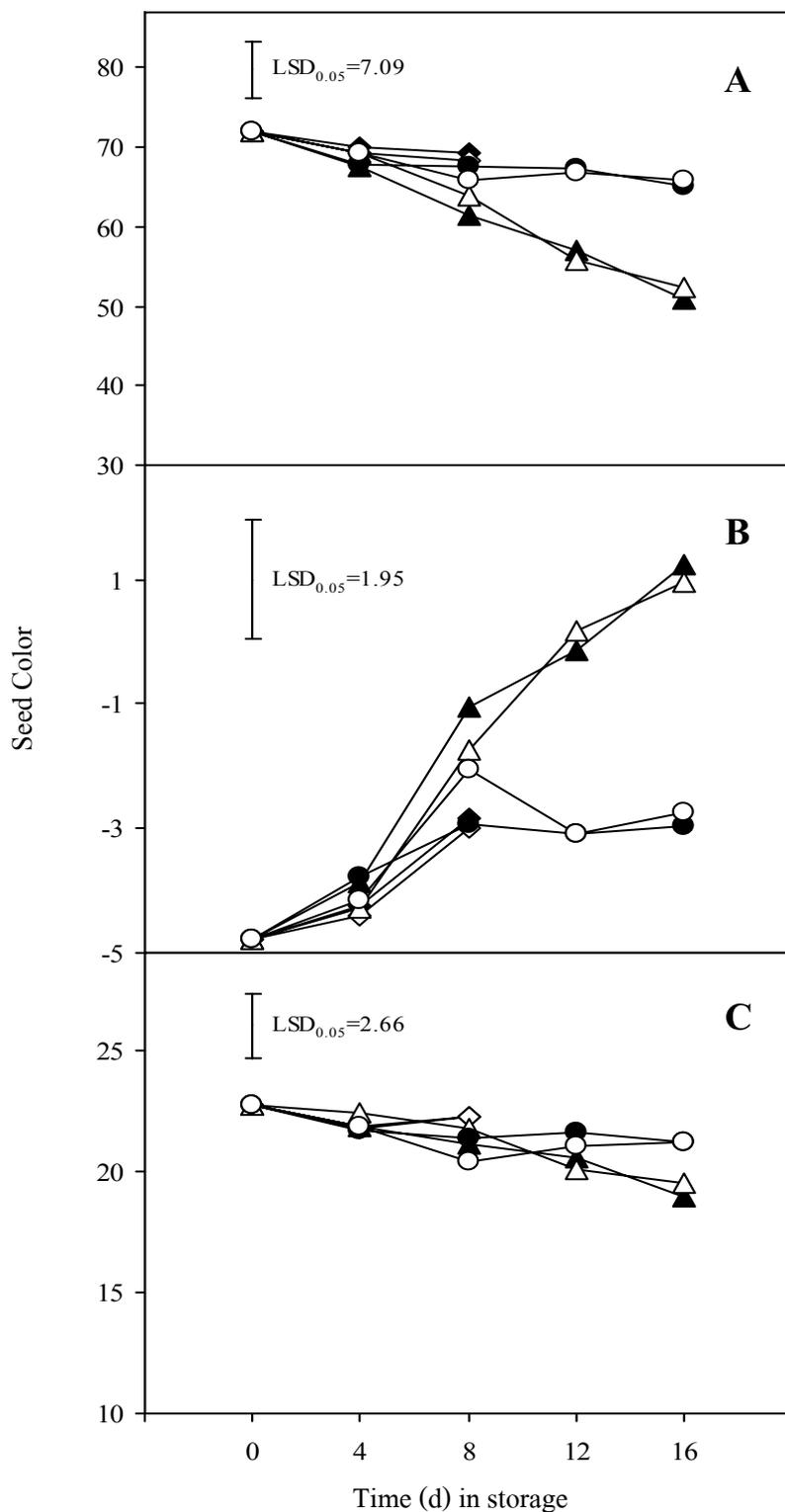
การรั่วไหลของประจุในเมล็ดพริกที่เกิดอาการสะท้อนหนาวมีการรั่วไหลของประจุมากกว่าเมล็ดที่ไม่เกิดอาการสะท้อนหนาวโดยผลพริกหยวกและพริกชี้หนูเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าการรั่วไหลของประจุที่สูงกว่าผลพริกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทั้งที่ตรวจวัดทันทีและหลังจากนำมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (ภาพที่ 13 และ 25) ส่วนเมล็ดพริกชี้ฟ้ามีค่าการรั่วของประจุไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกอุณหภูมิของการเก็บรักษาทั้งที่ตรวจวัดทันทีและหลังจากนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (ภาพที่ 19)

การรั่วไหลของประจุในไส้ของผลพริกหยวกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าสูงมากกว่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสในวันที่ 16 ของการเก็บรักษาเมื่อตรวจวัดทันที และมีค่าสูงขึ้น ในวันที่ 12 และ 16 ของการเก็บรักษา เมื่อตรวจวัดหลังจากนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว

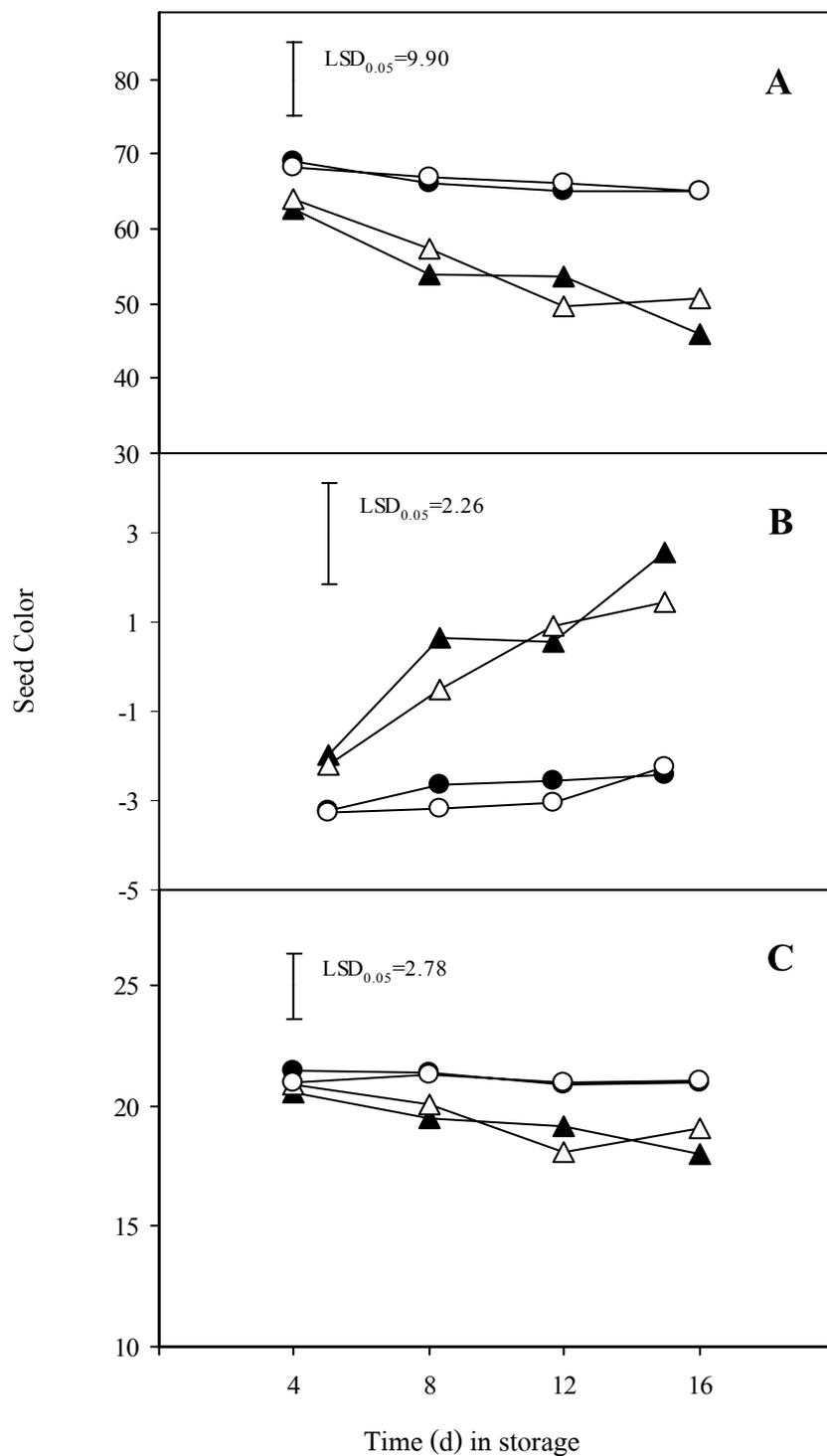
2 วัน (ภาพที่ 14) ส่วนการร่วงไหลของประจุในไส้ของผลพริกชี้ฟ้าพบว่าผลพริกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าการร่วงของประจุสูงกว่าไส้ของผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 5 องศาเซลเซียส เมื่อตรวจวัดทันที และไส้ของผลพริกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 5 องศาเซลเซียสมีค่าการร่วงไหลของประจุไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจวัดหลังจากนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (ภาพที่ 20)



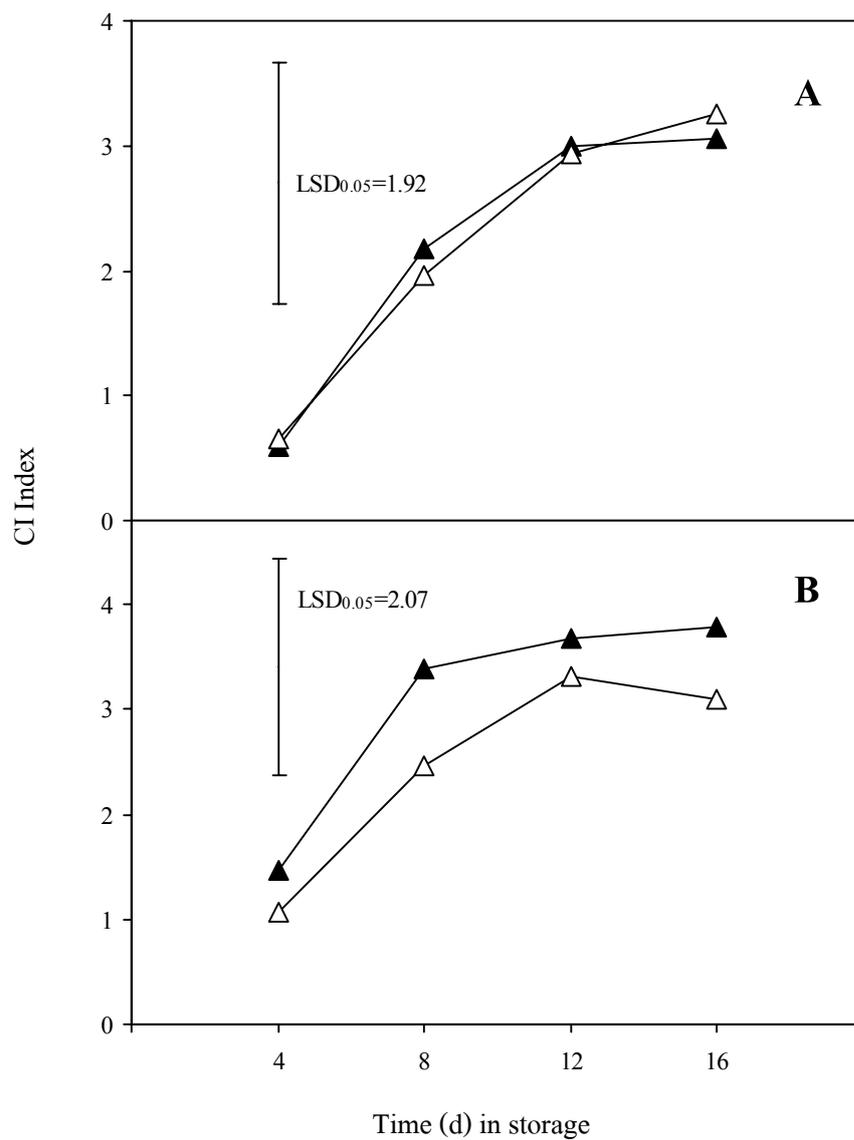
ภาพที่ 7 อาการสะท้อนหนาวของพริก 3 ชนิด อาการเมล็ดสีน้ำตาล (A) และอาการน้ำน้ำ (B) ของพริกหยวก อาการผิวบวม (C) ของพริกชี้ฟ้า และอาการเมล็ดสีน้ำตาล (D) และอาการผิวบวม (E) ของพริกชี้หนู



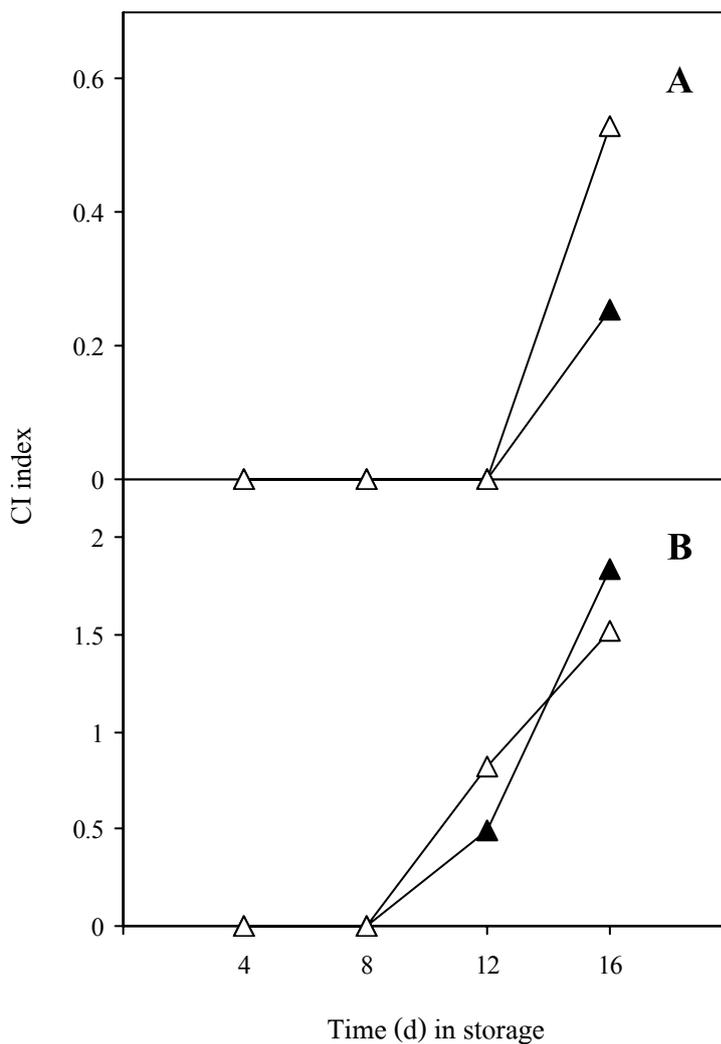
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่า L (A), a (B) และ b (C) ของเมล็ดพริกหยวกในตะกร้า (สีดำ) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (สีขาว) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C (△), 10°C (○) และอุณหภูมิห้อง (◇) โดยตรวจวัดเมื่อนำออกจากอุณหภูมิต่างๆ



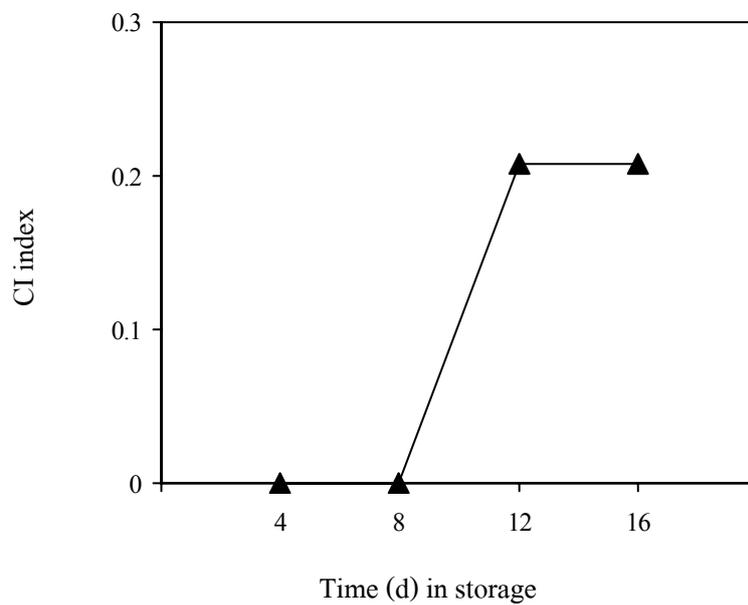
ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่า L (A), a (B) และ b (C) ของเมล็ดพริกหยวกในตะกร้า(สีดำ) และ หุ้มด้วยพลาสติก PVC (สีขาว) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C (△), 10°C (○) และอุณหภูมิห้อง (◇) หลังจากนำออกไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน



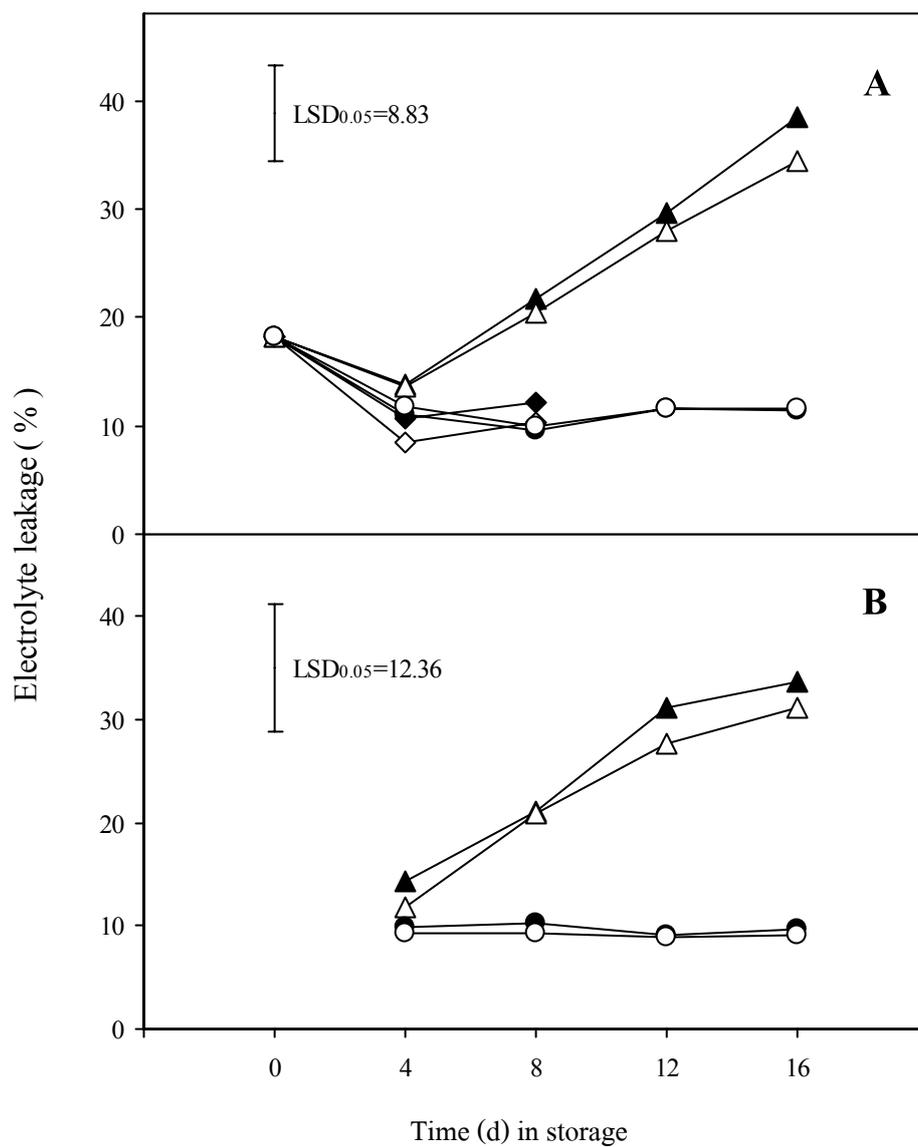
ภาพที่ 10 ดัชนีอาการสะท้อนหนาวที่เกิดจากการเปลี่ยนสีของเมล็ดพริกหยวกจากผลเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C และในตะกร้า (▲) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (△) โดยตรวจวัดทันที (A) และหลังจากนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (B)



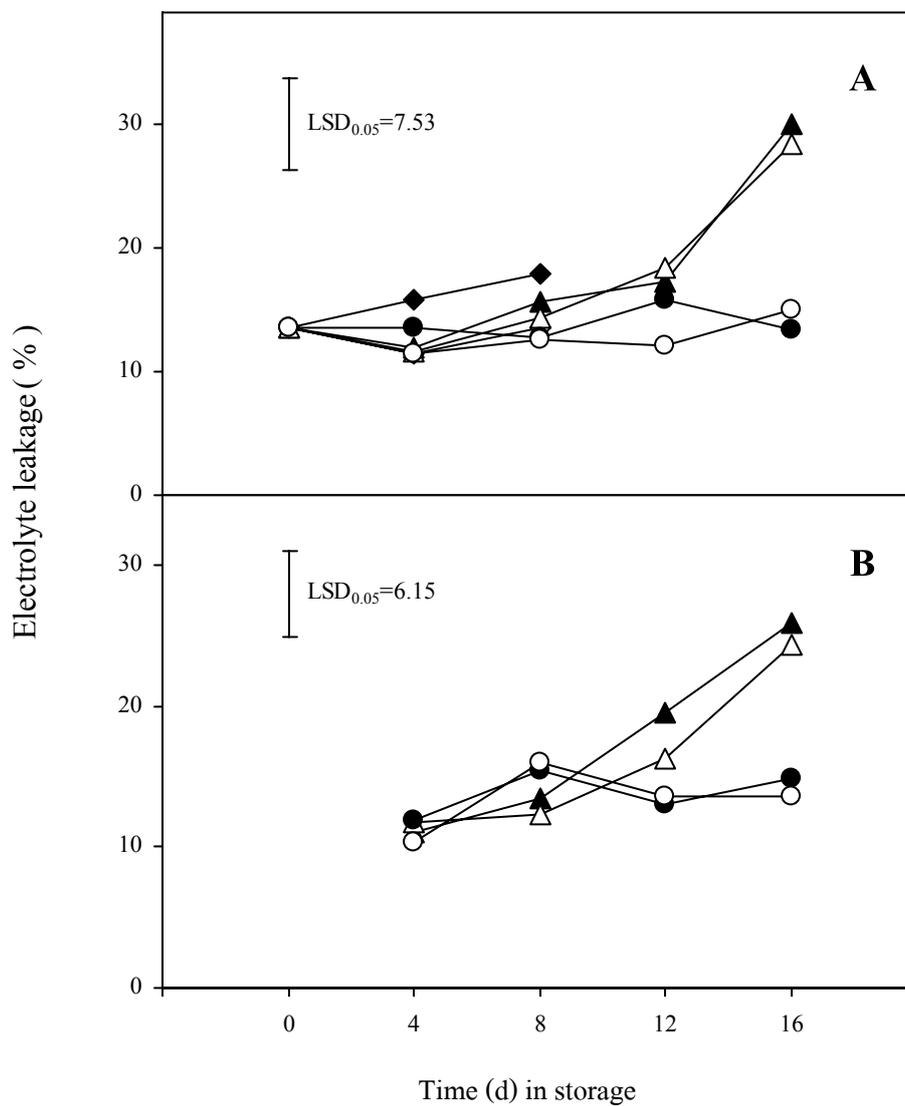
ภาพที่ 11 ดัชนีอาการสะท้อนหนาวที่เกิดจากอาการน้ำที่ผิวผลพริกหยวกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C ในตะกร้า (▲) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (Δ) โดยตรวจวัดทันที (A) และหลังจากนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (B)



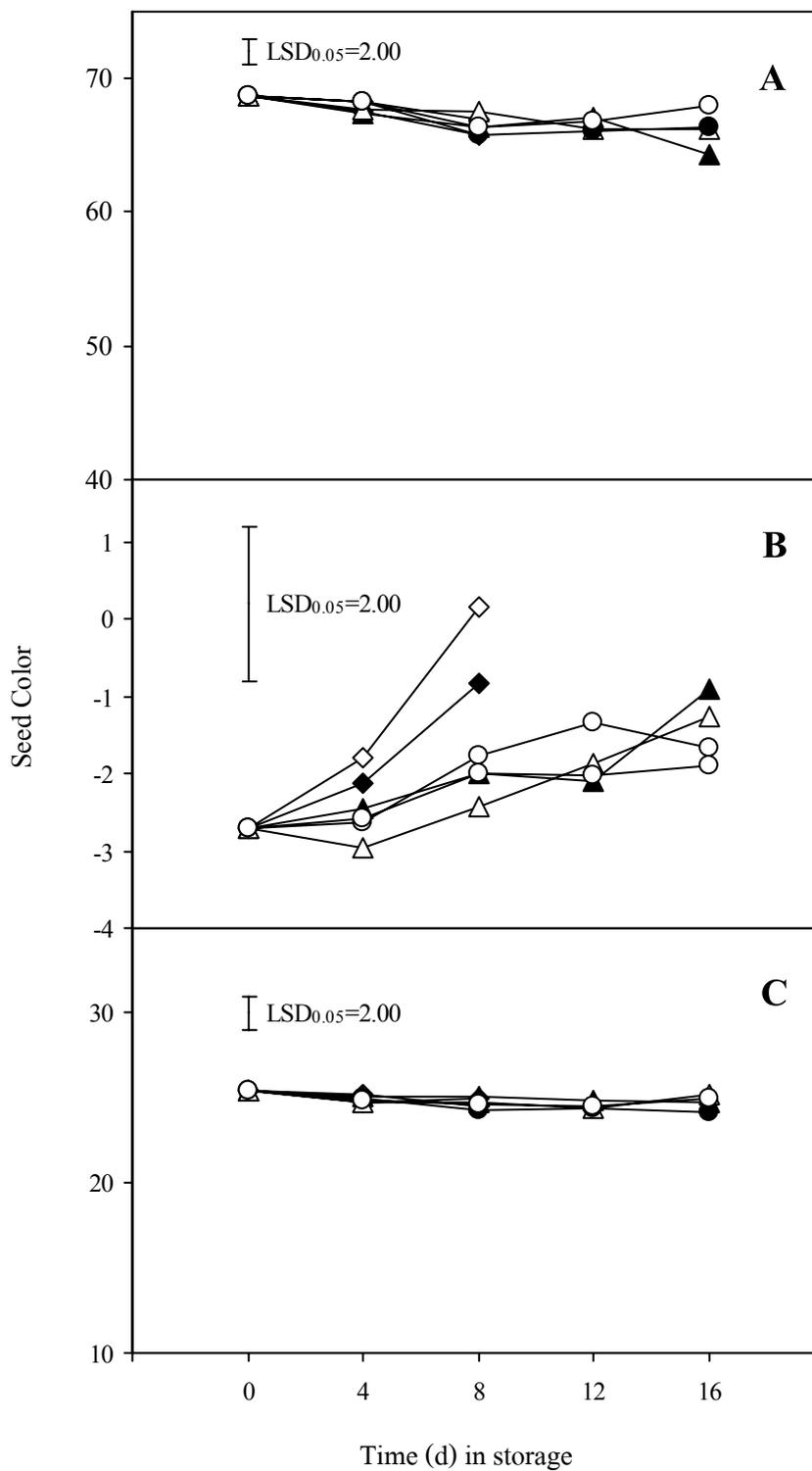
ภาพที่ 12 ดัชนีอาการระคายเคืองที่เกิจากการบูมที่ผิวผลพริกหยวกในตะกร้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C หลังจากนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน



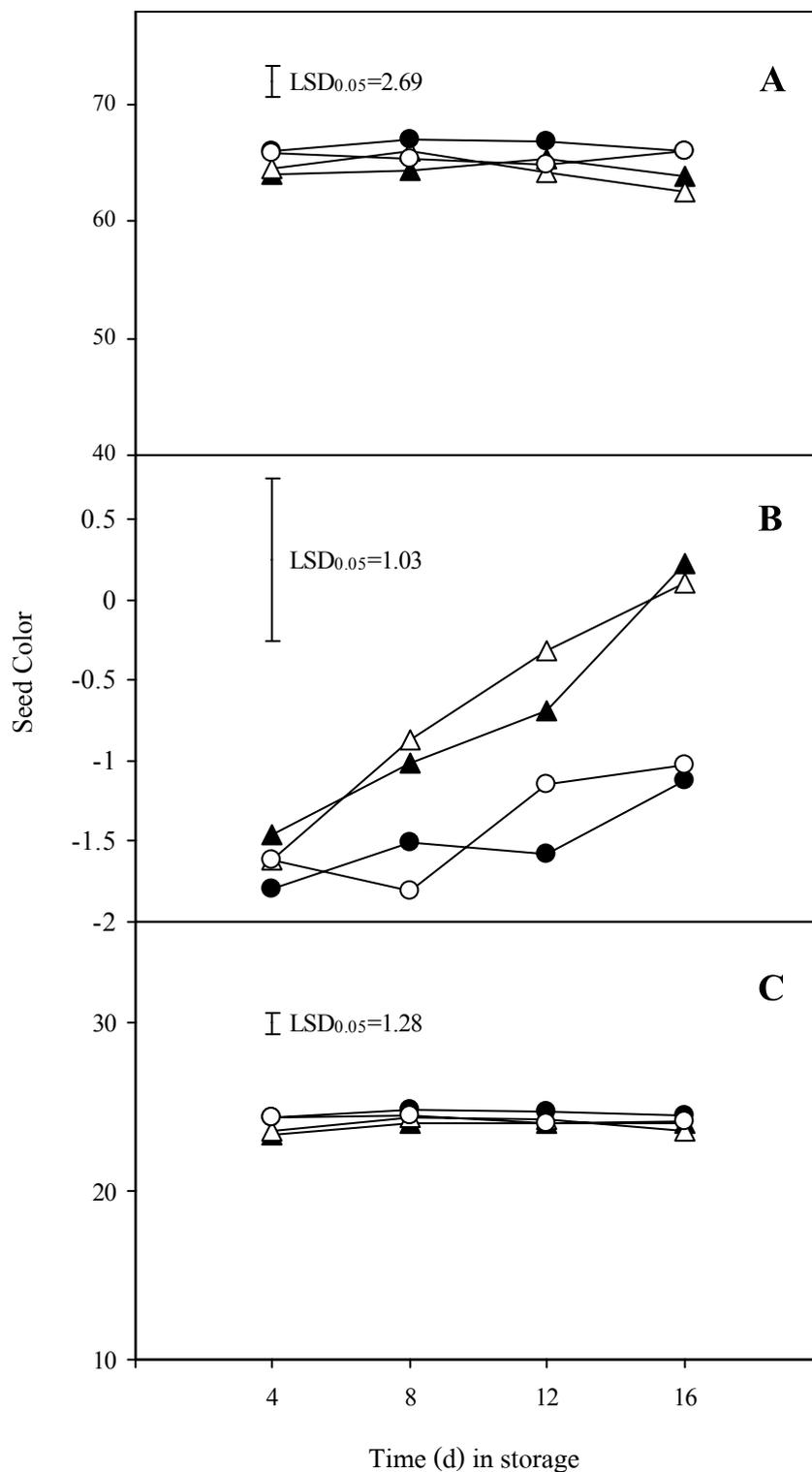
ภาพที่ 13 การรั่วไหลของประจุของเมล็ดพริกหยวกในตะกร้า (สีดำ) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (สีขาว) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C (Δ), 10°C (○) และอุณหภูมิห้อง (◇) โดยตรวจวัดทันที (A) หลังจากนำออกไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (B)



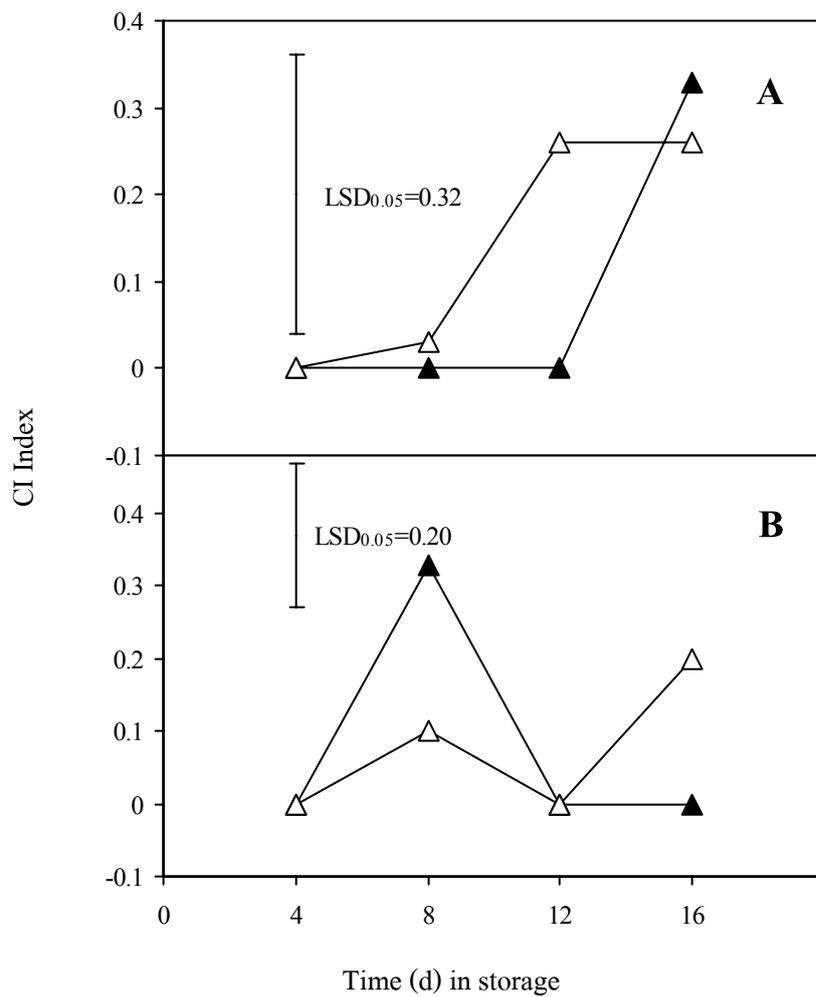
ภาพที่ 14 การรั่วไหลของประจุของไส้พริกหยวกในตะกร้า (สีดำ) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (สีขาว) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C (Δ), 10°C (○) และอุณหภูมิห้อง (◇) โดยตรวจวัดทันที (A) หลังจากนำออกไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (B)



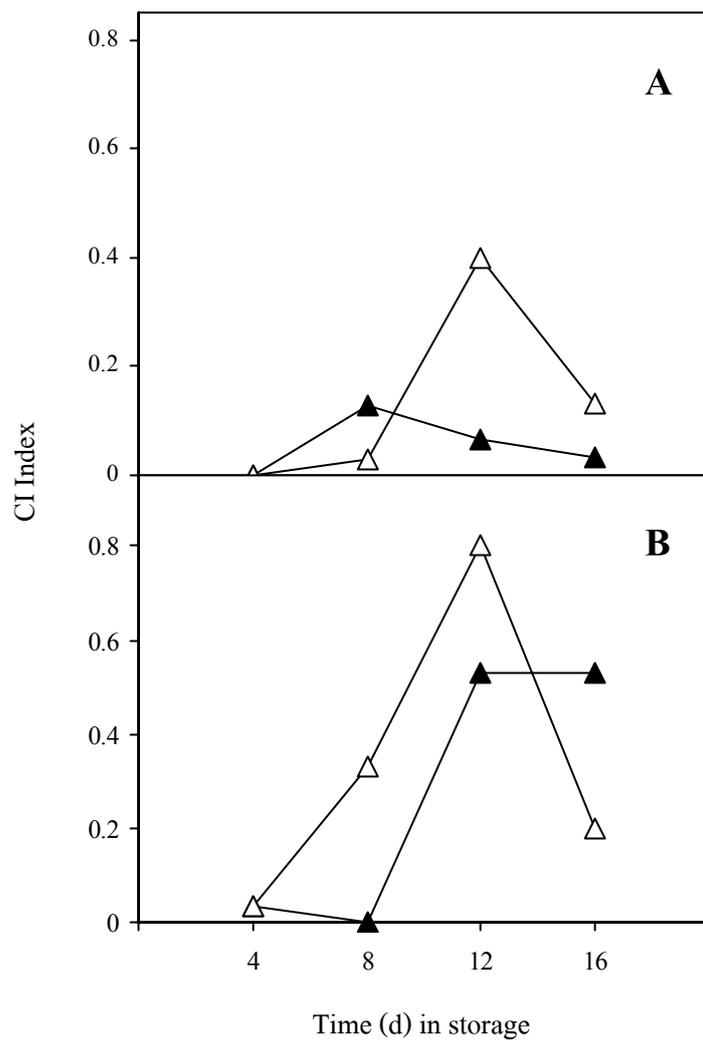
ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงค่า L (A), a (B) และ b (C) ของเมล็ดพริกชี้ฟ้าเก็บรักษาในตะกร้า (สีดำ) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (สีขาว) แล้วเก็บรักษาในห้องอุณหภูมิ 5°ซ (△), 10°ซ (○) และอุณหภูมิห้อง (◇) โดยตรวจวัดทันที



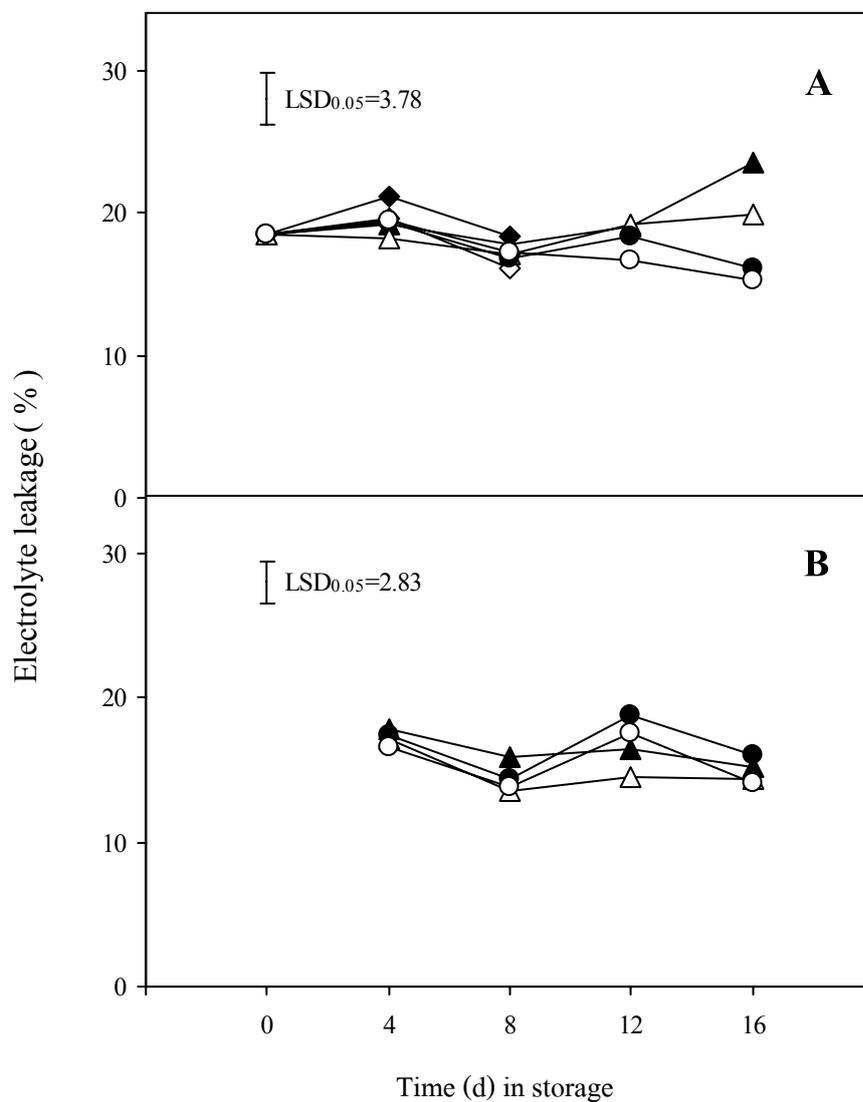
ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงค่า L (A), a (B) และ b (C) ของเมล็ดพริกชี้ฟ้าที่เก็บรักษาในตะกร้า (สีดำ) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (สีขาว) แล้วเก็บรักษาในห้องอุณหภูมิ 5 °ซ (Δ), 10 °ซ (○) และอุณหภูมิห้อง (◇) หลังจากนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน



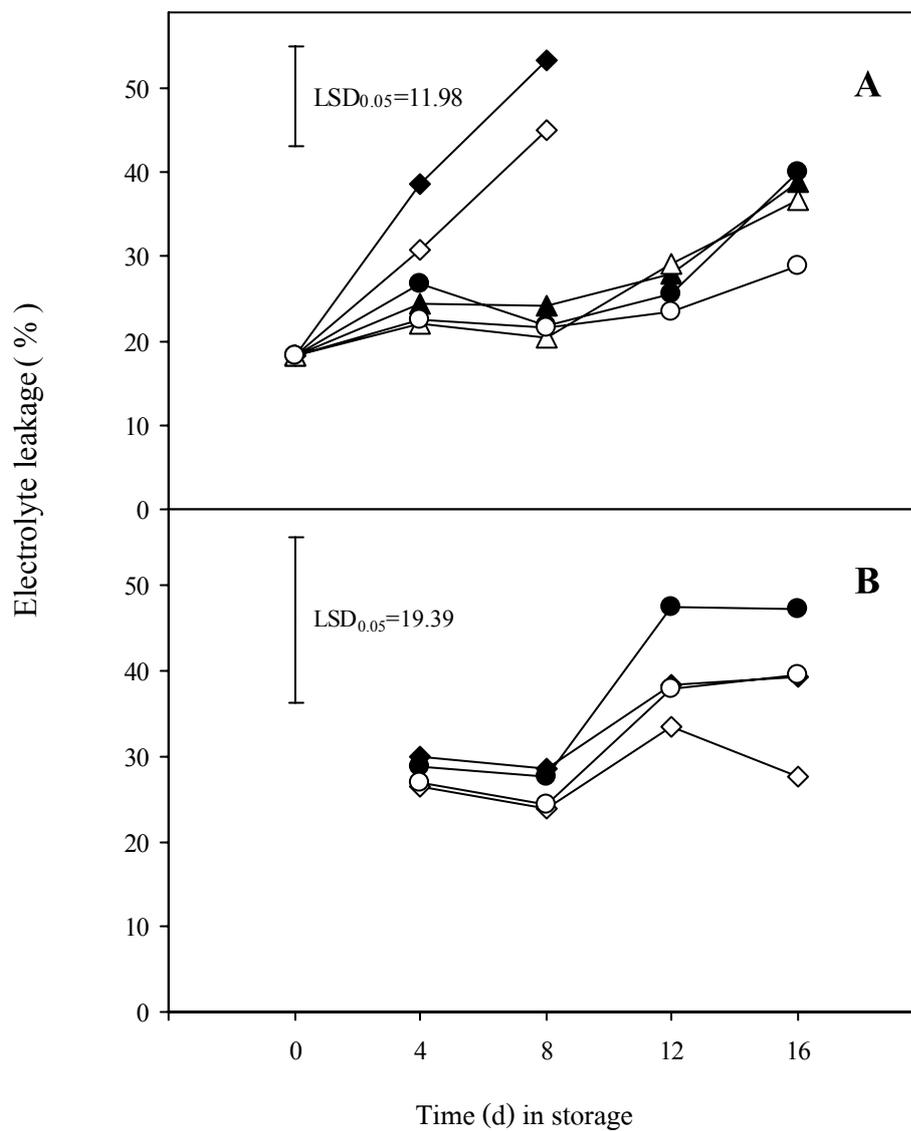
ภาพที่ 17 ดัชนีอาการสะท้อนหนาวของการเปลี่ยนสีเมล็ดพริกชี้ฟ้าจากผลเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C ในตะกร้า (▲) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (△) โดยตรวจวัดทันที (A) และหลังจากนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (B)



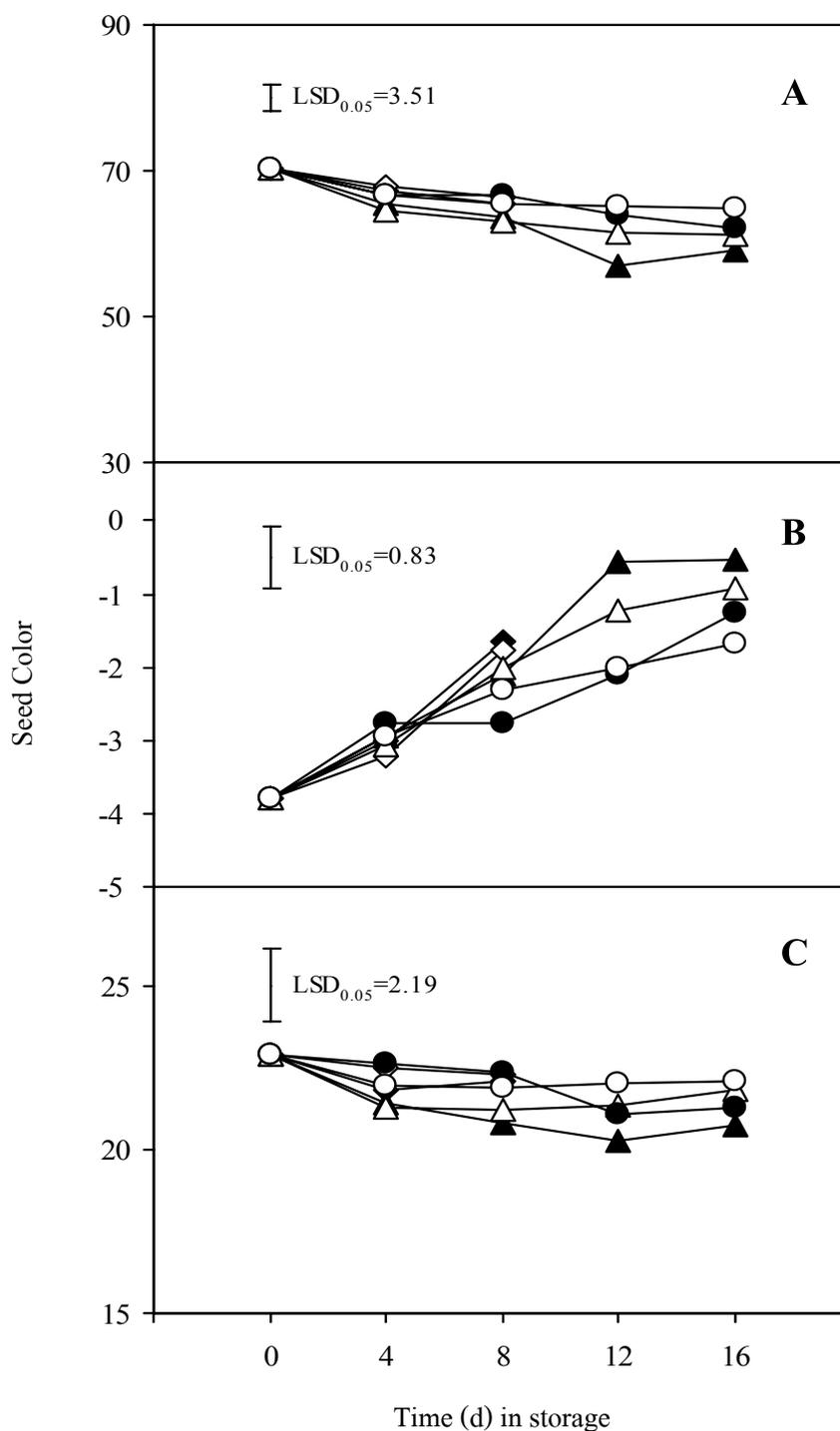
ภาพที่ 18 ดัชนีอาการสะท้านหนาวของการบ่มที่ผิวผลพริกชี้ฟ้าจากผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ และเก็บในตะกร้า (▲) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (△) โดยตรวจวัดทันที (A) และหลังจากนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (B)



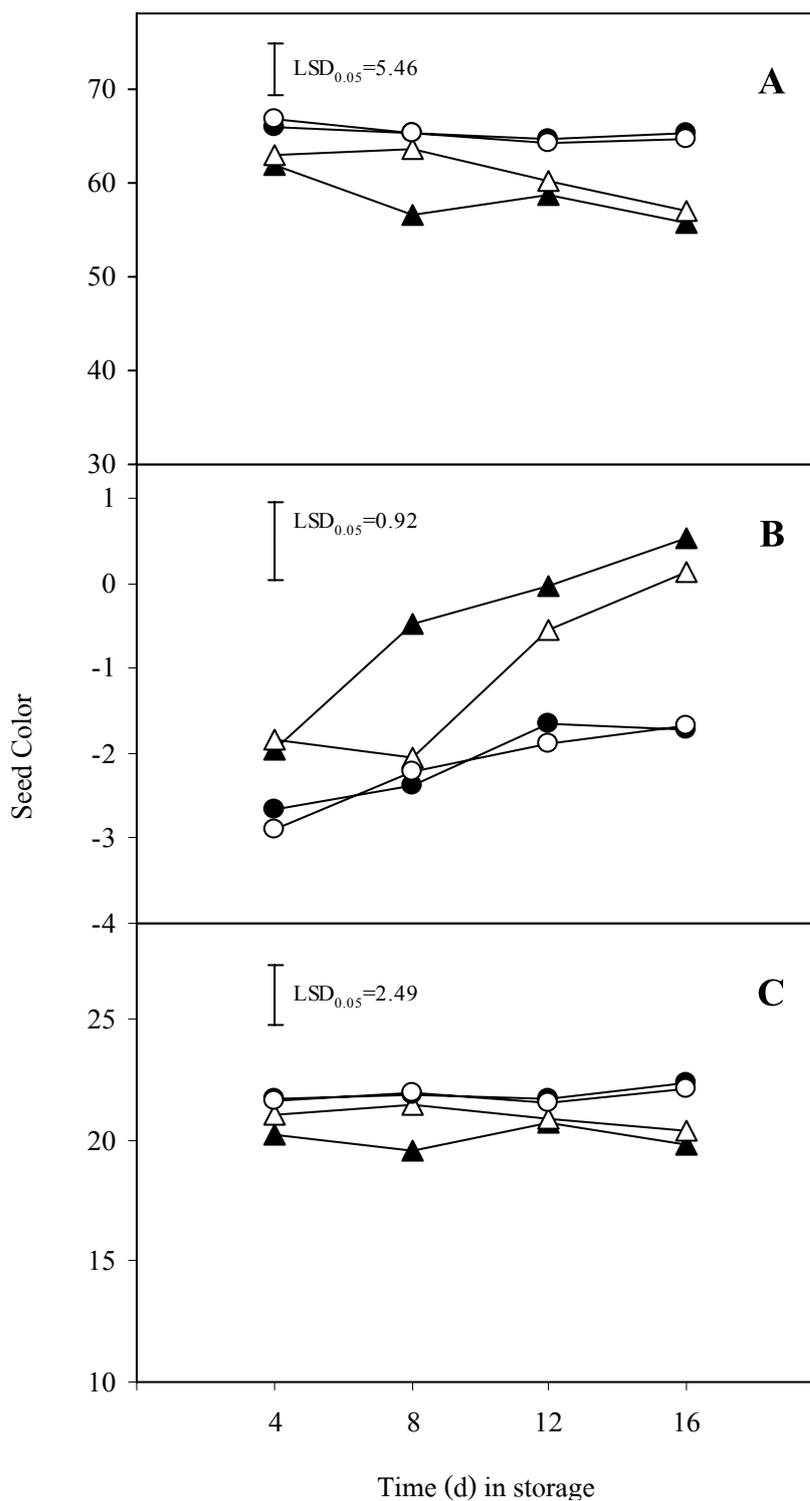
ภาพที่ 19 การรั่วไหลของประจุของเมล็ดพริกชี้ฟ้าที่เก็บรักษาในตะกร้า (สีดำ) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (สีขาว) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C (Δ), 10°C (○) และอุณหภูมิห้อง (◇)



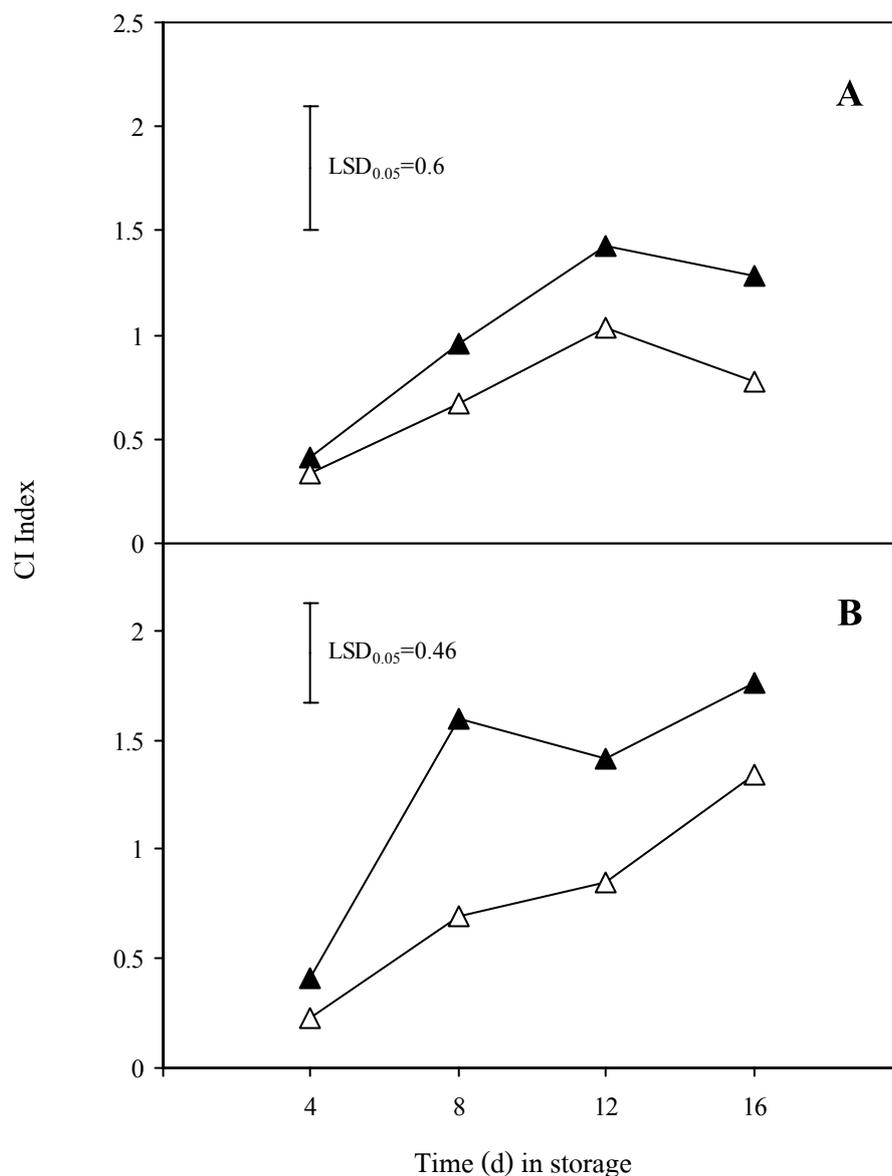
ภาพที่ 20 การรั่วไหลของประจุของไส้พริกชี้ฟ้าเก็บรักษาในตะกร้า (สีดำ) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (สีขาว) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C (▲), 10°C (△) และอุณหภูมิห้อง (◇) โดยตรวจวัดทันที(A) หลังจากนำออกไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (B)



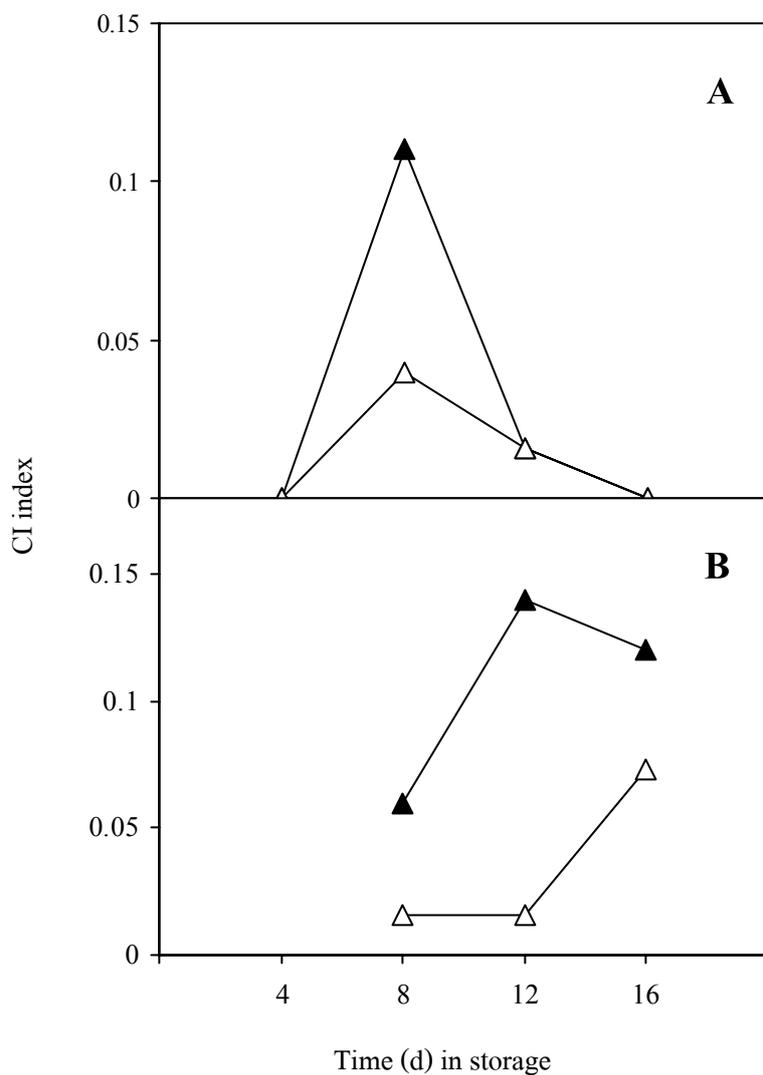
ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงค่า L (A), a (B) และ b (C) ของเมล็ดพริกขี้หนูที่เก็บรักษาในตะกร้า (สีดำ) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (สีขาว) แล้วเก็บรักษาในห้องอุณหภูมิ 5°ซ (Δ), 10°ซ (○) และอุณหภูมิห้อง(◇) โดยตรวจวัดทันที



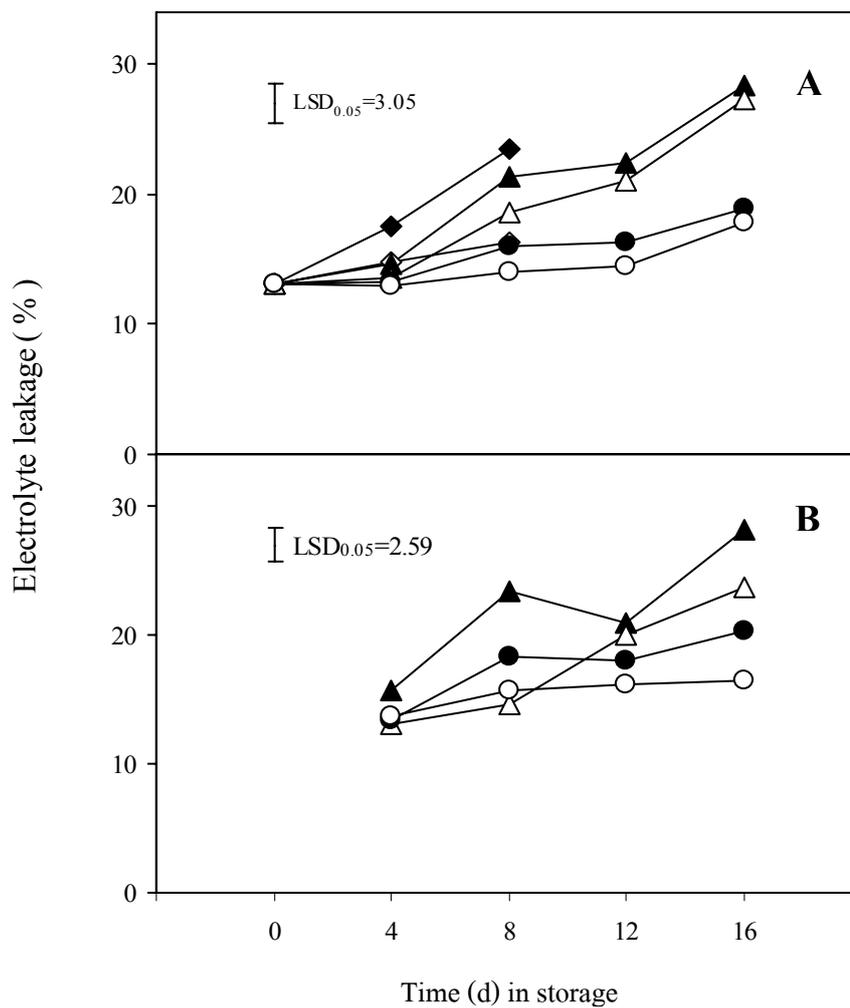
ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงค่า L (A), a (B) และ b (C) ของเมล็ดพริกชี้หนูเก็บรักษาในตะกร้า (สีดำ) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (สีขาว) แล้วเก็บรักษาในห้องอุณหภูมิ 5°C (Δ), 10°C (\circ) และอุณหภูมิห้อง (\diamond) หลังจากนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน



ภาพที่ 23 ดัชนีอาการสะท้อนหนาวของการเปลี่ยนสีเมล็ดพริกชี้หนูจากผลเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C ในตะกร้า (▲) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (△) โดยตรวจวัดทันที (A) และหลังจากนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (B)



ภาพที่ 24 ดัชนีอาการสะท้อนหนาวของการบ่มที่ผิวผลพริกชี้หนูจากผลเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C ในตะกร้า (▲) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (△) โดยตรวจวัดทันที (A) และหลังจากนำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (B)



ภาพที่ 25 การรั่วไหลของประจุของเมล็ดพริกชี้หนูเก็บรักษาในตะกร้า (สีดำ) และหุ้มด้วยพลาสติก PVC (สีขาว) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C (Δ), 10°C (○) และอุณหภูมิห้อง (◇) โดยตรวจวัดทันที (A) หลังจากนำออกไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ว 2 วัน (B)

การทดลองที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวัยกับอาการสะท้านหนาวในพริกชี้หนู

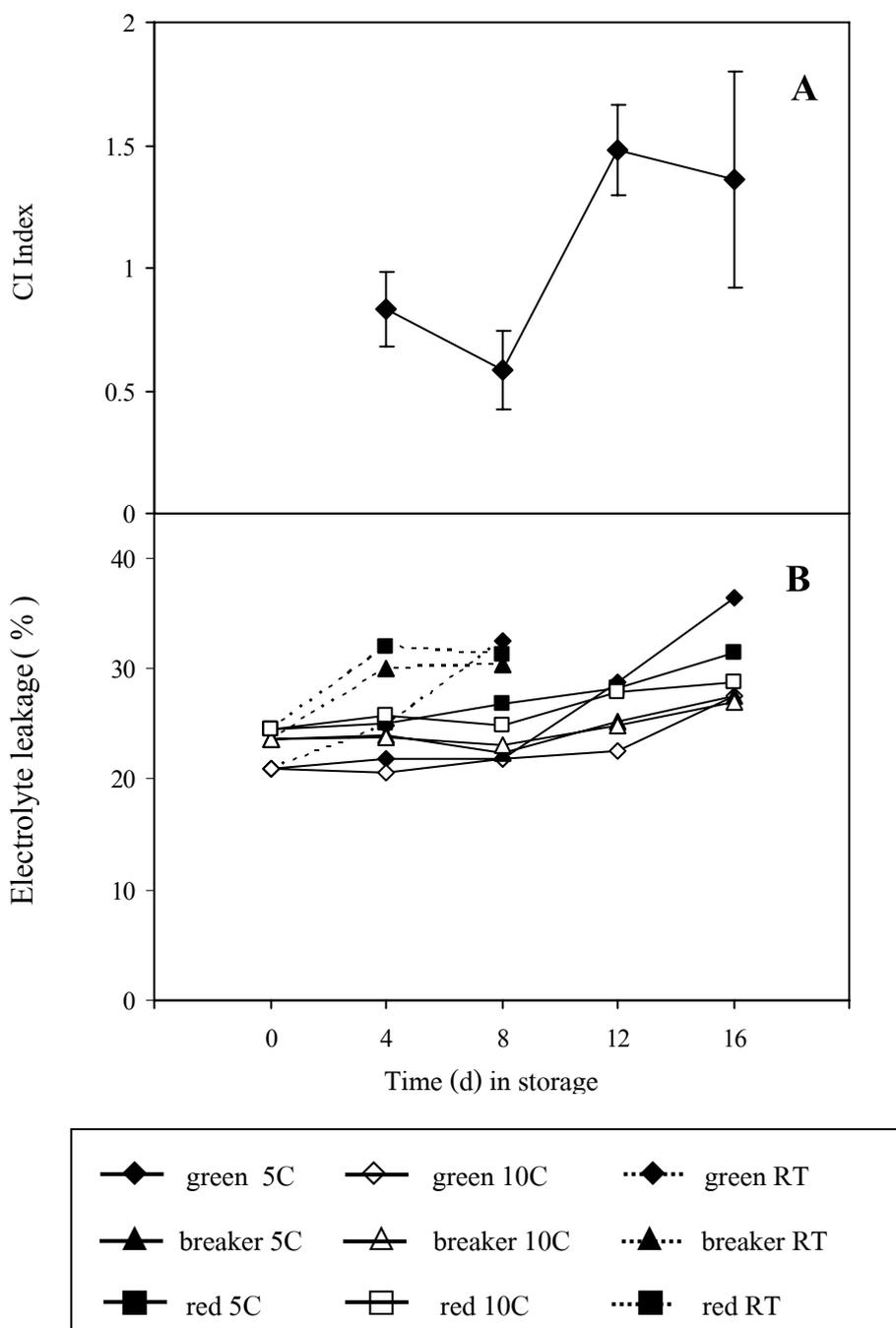
การทดลองที่ 2.1 ระยะการพัฒนาผลกับอาการสะท้านหนาว

1. อาการสะท้านหนาวและดัชนีอาการสะท้านหนาว

ผลพริกในระยะสีเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเท่านั้นที่แสดงอาการสะท้านหนาว ส่วนผลพริกในระยะเปลี่ยนสี และระยะสีแดง เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสไม่แสดงอาการสะท้านหนาว โดยอาการสะท้านหนาวที่พบคือการเปลี่ยนสีของเมล็ดจากสีขาวเป็นสีน้ำตาล ค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวเริ่มขึ้นในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา แล้วลดลงเล็กน้อยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ต่อมาลดลงเล็กน้อยในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 26A)

2. การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage)

ผลพริกทุกวัยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าการรั่วของประจุเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ขณะที่ผลพริกทุกวัยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสมีการรั่วของประจุเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เช่นเดียวกับผลพริกระยะสีแดงและระยะเริ่มเปลี่ยนสี ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีการรั่วของประจุเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลพริก ส่วนผลพริกในวัยสีเขียวซึ่งแสดงอาการสะท้านหนาวมีการรั่วไหลของประจุเพิ่มสูงขึ้นมากในวันที่ 12 และ 16 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 26B)



ภาพที่ 26 ดัชนีอาการสัณฐานหนว (A) ของผลพริกขี้หนูระยะเขียวที่ 5 องศาเซลเซียส และการรั่วไหลของประจุ (B) ของเมล็ดพริกขี้หนูที่ระยะผลสีเขียว (◆) ระยะเปลี่ยนสี (▲) และระยะผลสีแดง (■) เก็บรักษาที่ 5°C 10°C และอุณหภูมิห้อง

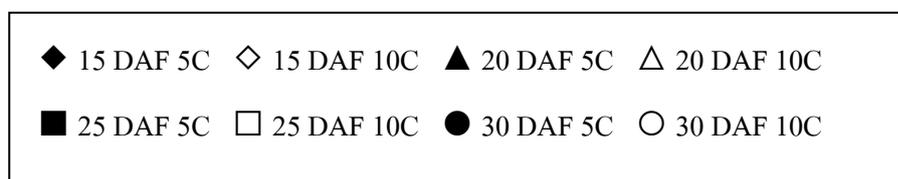
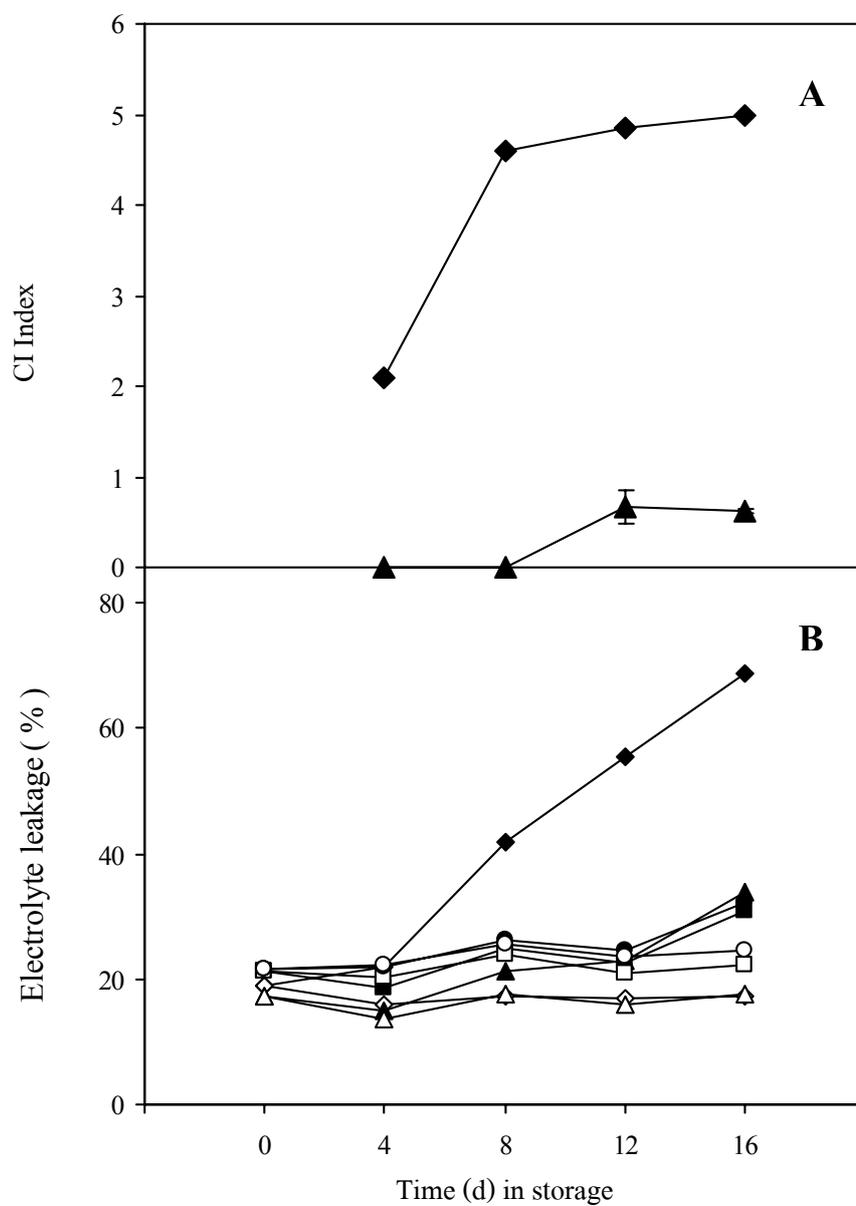
การทดลองที่ 2.2 อายุของผลพริกกับอาการสะท้อนหนาว

1. ดัชนีอาการสะท้อนหนาว

ผลพริกที่อายุ 15 และ 20 หลังดอกบานเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสแสดงอาการสะท้อนหนาว โดยผลพริกที่อายุ 15 วันหลังดอกบานปรากฏอาการสะท้อนหนาวตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษาและอาการสะท้อนหนาวเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสนานขึ้น ขณะที่ผลพริกอายุ 20 วันหลังดอกบานแสดงอาการสะท้อนหนาวเล็กน้อยในวันที่ 12 และ 16 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 27A) ขณะที่ผลพริกที่อายุ 25 และ 30 วันหลังดอกบานเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสไม่ปรากฏอาการสะท้อนหนาว นอกจากนี้ผลพริกทุกอายุไม่ปรากฏอาการสะท้อนหนาวเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

2. การรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage)

ผลพริกอายุ 15 วันหลังดอกบานเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าการรั่วของประจุเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา และเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจนในวันที่ 8 12 และ 16 ของการเก็บรักษา ขณะที่ผลพริกอายุ 15 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และอายุ 20 25 และ 30 วันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสมีค่าการรั่วไหลของประจุใกล้เคียงกันไม่เปลี่ยนแปลงมากตลอดอายุการเก็บรักษา 16 วัน (ภาพที่ 27B)



ภาพที่ 27 คัดสีอาการสะท้อนหวานของผลพริกชี้หนูอายุ 15 และ 20 วันหลังดอกบานและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ (A) และการรั่วไหลของประจุในผลพริกอายุต่างๆ (B)

การทดลองที่ 3 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในเมล็ดของผลพริกที่เกิดอาการสะท้อนหนาว

3.1 ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมของเอนไซม์ PAL และ PPO

ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบานสูงกว่าในเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบาน และปริมาณฟีนอลิกในเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบานลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ขณะที่ปริมาณฟีนอลิกในเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบานมีการเปลี่ยนแปลงน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 28A)

กิจกรรมของเอนไซม์ PAL มีการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับปริมาณสารฟีนอลิก โดยเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบานมีกิจกรรมของเอนไซม์ PAL ที่สูง และลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ส่วนเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบานมีกิจกรรมของเอนไซม์ PAL อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าในเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบานและไม่มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ในขณะเก็บรักษา (ภาพที่ 28B)

กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบานอยู่ในระดับที่สูงกว่าในเมล็ดอายุ 25 วัน และค่อยๆลดลงจนมีค่าต่ำสุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นมีความเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบานมีค่าต่ำกว่าในเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบาน และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาและมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 28C)

3.2 กิจกรรมของเอนไซม์ LOX และปริมาณ TBARS

เมล็ดที่อายุ 15 วันหลังดอกบานมีกิจกรรมของเอนไซม์ LOX สูงกว่าเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบาน โดยมีการเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมของเอนไซม์ในระหว่างการเก็บรักษาไม่มาก ขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์ LOX ในเมล็ดอายุ 25 วันลดลงในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาและมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยขณะเก็บรักษา (ภาพที่ 29A)

ปริมาณ TBARS ในเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบานมีค่าสูงกว่าในเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบานและเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาและค่อยๆลดต่ำลงในวันที่ 6 และไม่เปลี่ยนแปลงจนถึงวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ขณะที่ปริมาณ TBARS ในเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบานมีค่าอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าและไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพที่ 29B)

3.3 กิจกรรมของเอนไซม์ SOD, CAT และ POD

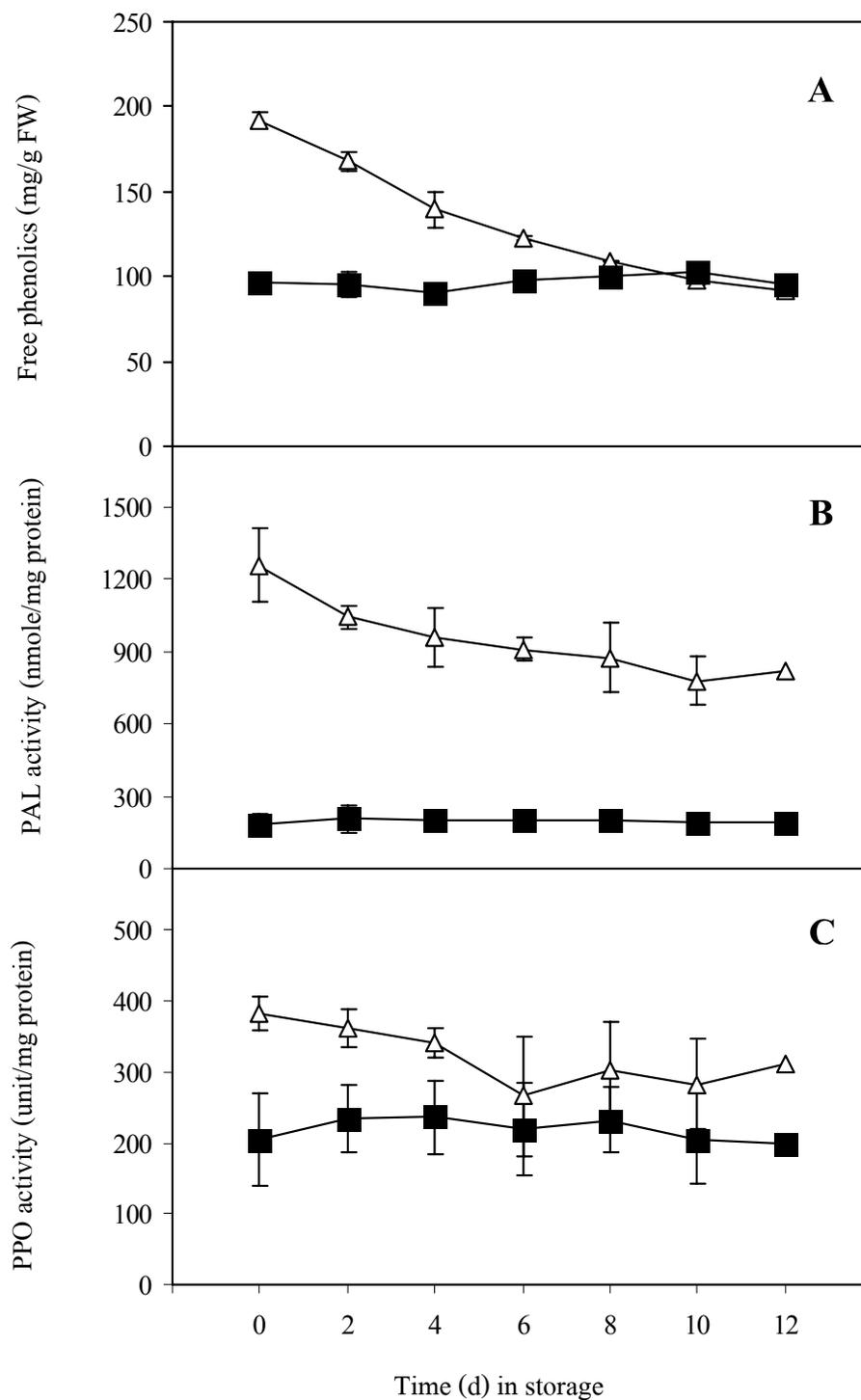
กิจกรรมของเอนไซม์ SOD ในเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบานมีค่าสูงกว่าในเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบาน และค่อยๆเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาและมีค่าสูงสุดในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ส่วนค่ากิจกรรมของเอนไซม์ SOD ในเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบานมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 30A)

ในเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบานมีกิจกรรมของเอนไซม์ CAT และ POD ในระดับสูงกว่าในเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบานตลอดการเก็บรักษา แต่กิจกรรมของเอนไซม์ CAT ลดลงอย่างมากในวันที่ 4 และ 8 ของการเก็บรักษา แล้วเพิ่มสูงขึ้นเท่าระดับเดิมในวันที่ 10 และ 12 ของการเก็บรักษา ในขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์ POD ลดลงเล็กน้อยในวันที่ 4 และ 8 ของการเก็บรักษาขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์ CAT และ POD ในเมล็ดอายุ 15 วันไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 30B และ C)

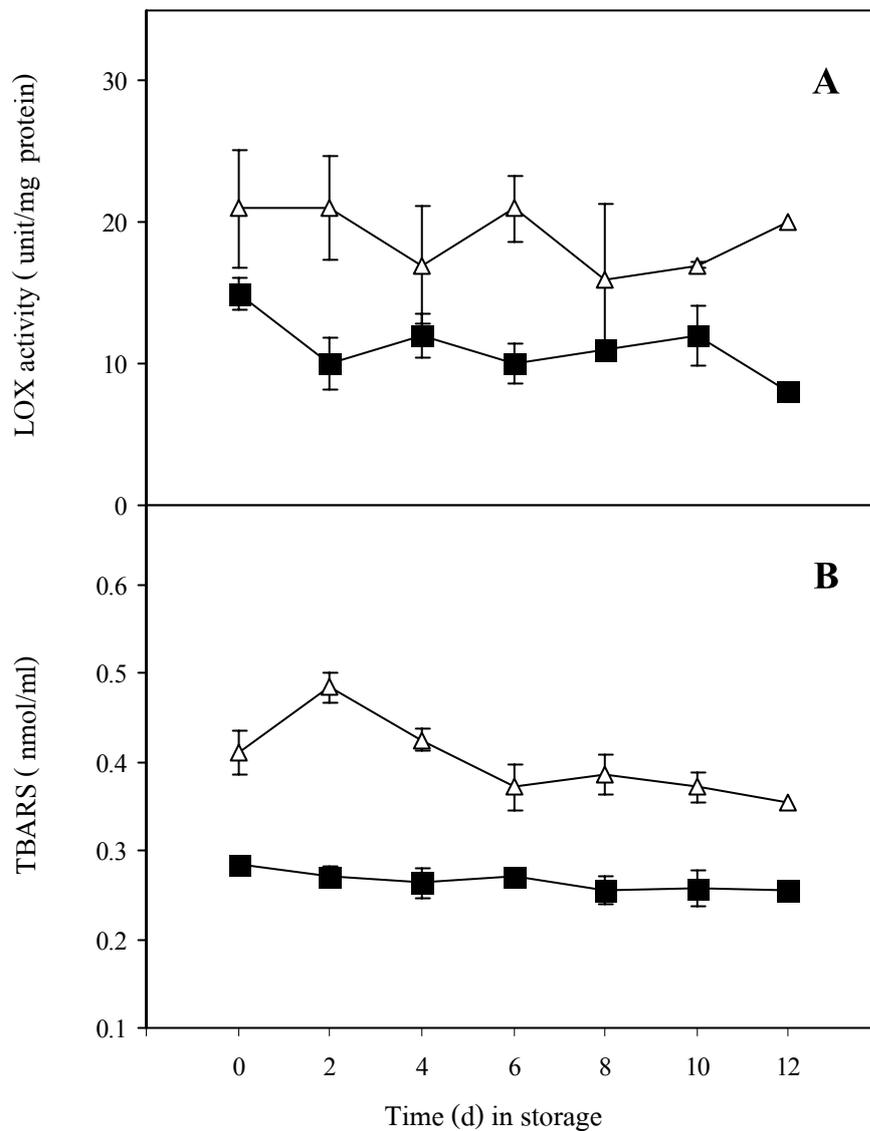
3.4 ปริมาณกรดไขมัน

กรดไขมัน linoleic และ palmitic มีปริมาณมากในเมล็ดอายุ 15 และ 25 วันหลังดอกบาน ในเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบาน มีปริมาณกรด palmitic, stearic, elaidic และ alpha linolenic สูงกว่าในเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบาน ขณะที่ปริมาณกรด linoleic ในเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบานมีสูงกว่าในเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบาน และกรด palmitoleic และ oleic พบเฉพาะในเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบานเท่านั้น (ตารางที่ 1)

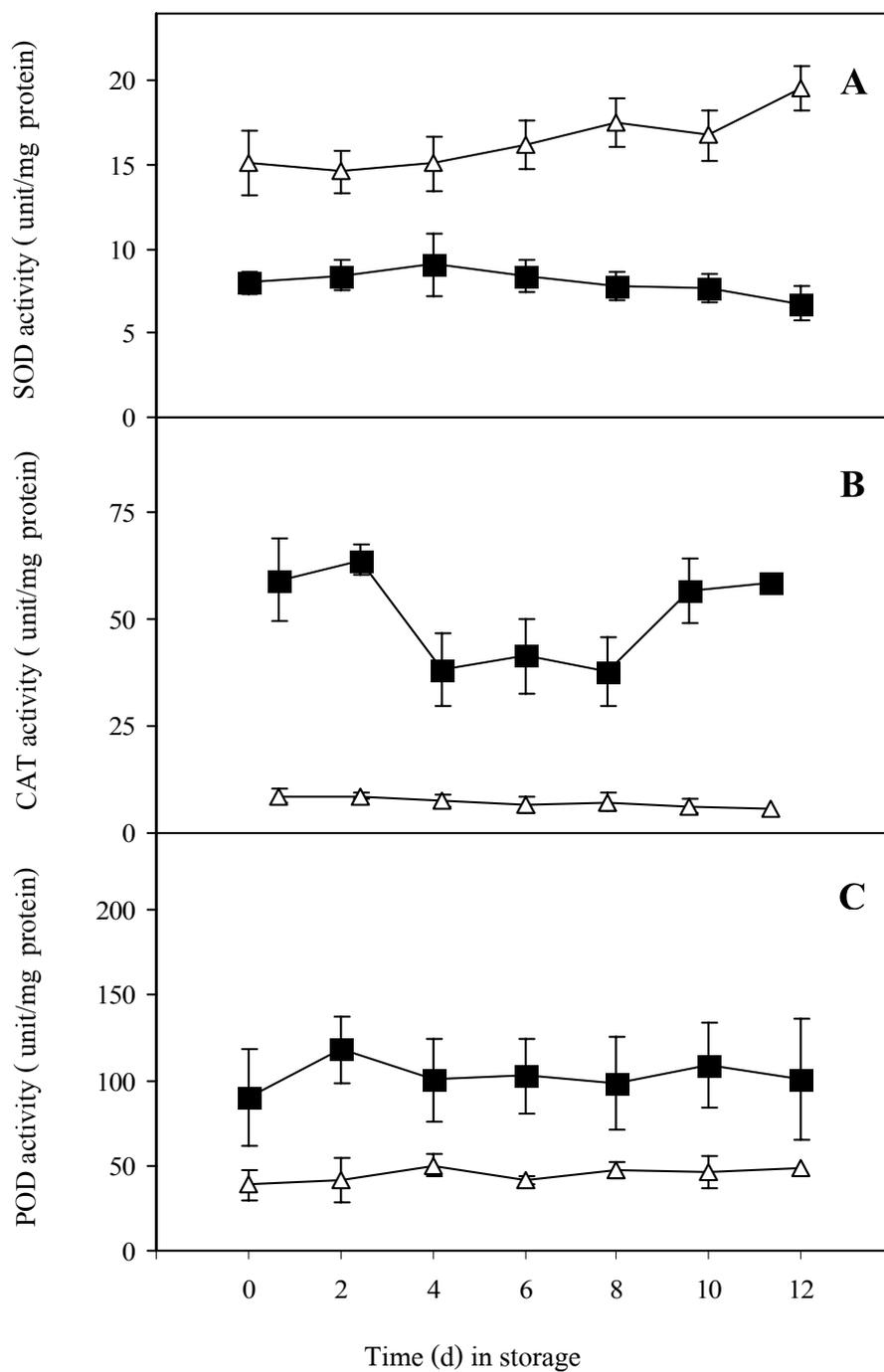
เมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบานมีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อยกว่าและมีกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าในเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบาน จึงทำให้เมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบานมีอัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่อกรดไขมันอิ่มตัวเป็นสองเท่าของเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบาน นอกจากนั้นพบว่าเมล็ดที่อายุ 15 วันหลังดอกบานเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน ปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวลดลง ขณะที่เมล็ดอายุ 25 วัน ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวและอิ่มตัว ไม่เปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 28 ปริมาณฟีนอลิก (A) กิจกรรมของเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL)(B) และ เอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) (C) ในเมล็ดพริกขี้หนูจากผลอายุ 15 (△) และ 25 (■) วันหลังดอกบาน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C



ภาพที่ 29 กิจกรรมของเอนไซม์ lipoxygenase (LOX) (A) และปริมาณของ TBARS (B) ในเมล็ดพริกขี้หนูจากผลอายุ 15 (Δ) และ 25 (\blacksquare) วันหลังดอกบาน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C



ภาพที่ 30 กิจกรรมของเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) (A), catalase (CAT) (B) และ peroxidase (POD) (C) ในเมล็ดพริกชี้หนูจากผลอายุ 15 (Δ) และ 25 (\blacksquare) วัน หลังดอกบาน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C

ตารางที่ 1 ปริมาณกรดไขมันในเมล็ดพริกของผลที่อายุ 15 และ 25 วันหลังดอกบาน (DAF) และ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C

DAF	Days of storage	Saturated fatty acids ^{1,2} (g /100 g fatty acid)		Unsaturated fatty acids ^{1,2} (g /100 g fatty acid)				
		Palmitic acid 16:0	Stearic acid 18:0	Palmitoleic acid 16:1	Elaidic acid 18:1 trans	Oleic acid 18:1 cis	Linoleic acid 18:2	Alpha linolenic acid 18:3
15	0	22.58 a	5.32 a	-	9.17 a	-	57.99 c	4.94 b
15	2	21.36 b	5.49 a	-	8.21 b	-	59.50 bc	5.44 a
15	4	20.49 c	5.02 a	-	8.17 b	-	60.98 b	5.34 a
25	0	15.23 d	2.18 b	0.36	7.80 bc	1.05	72.71 a	0.67 c
25	2	14.24 e	2.10 b	0.33	7.47 c	1.08	74.06 a	0.72 c
25	4	14.28 e	2.12 b	0.36	7.44 c	1.07	74.01 a	0.72 c

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

² ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ตามการวิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 2 ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว (UFA) กรดไขมันอิ่มตัว (SFA) และอัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่อกรดไขมันอิ่มตัวในเมล็ดพริกชี้หนูของผลอายุ 15 และ 25 วันหลังดอกบาน (DAF) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ

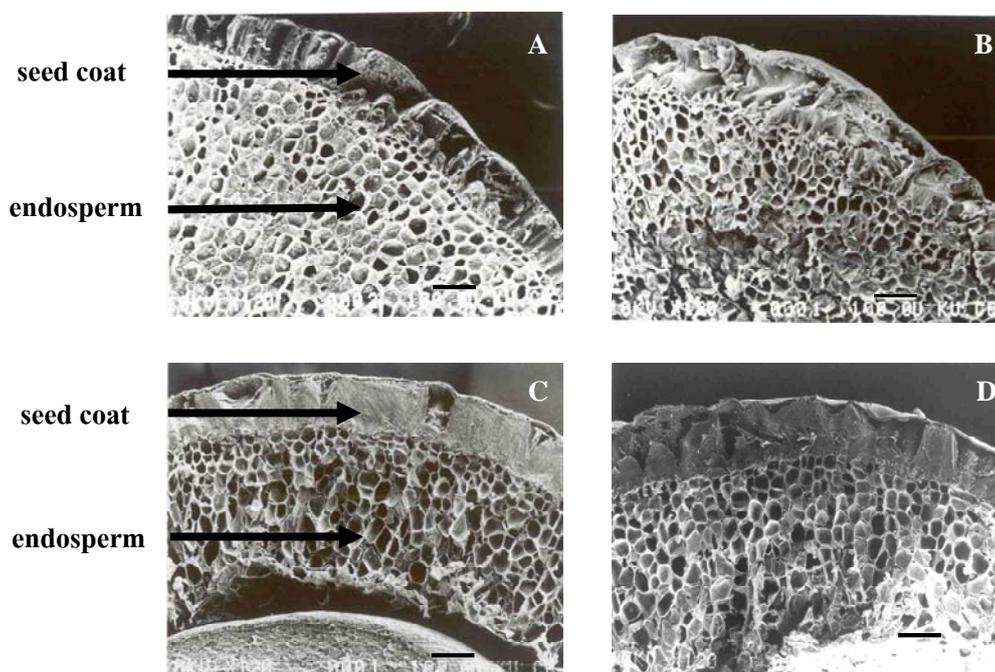
DAF	Days of storage	UFA ^{1,2} (g /100 g fatty acid)	SFA ^{1,2} (g /100 g fatty acid)	UFA/SFA ^{1,2}
15	0	72.10 c	27.90 a	2.58 d
15	2	73.15 c	26.85 a	2.72 d
15	4	74.50 b	25.50 b	2.92 c
25	0	82.59 a	17.41 c	4.74 b
25	2	83.66 a	16.34 c	5.12 a
25	4	83.59 a	16.40 c	5.09 a

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

² ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ตามการวิเคราะห์แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

การทดลองที่ 4 ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของเมล็ดพริกขี้หนู

โครงสร้างเซลล์ภายในเมล็ดอายุ 15 วันหลังดอกบาน ก่อนเก็บรักษามีโครงสร้างที่ปกติ และไม่พบการพัฒนาของเอ็มบริโอ (ภาพที่ 31A) ขณะที่เมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบานมี พัฒนาการของเอ็มบริโอ เมล็ดพริกของผลอายุ 15 วันหลังดอกบานหลังจากเก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสนาน 4 วันพบว่า เซลล์ของเปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) ยุบตัว และ เซลล์ของ เอนโดสเปิร์มมีโครงสร้างที่ผิดปกติ (ภาพที่ 31B) ขณะที่ไม่พบความผิดปกติที่โครงสร้างใน เซลล์ของเมล็ดอายุ 25 วัน (ภาพที่ 31C และ D)

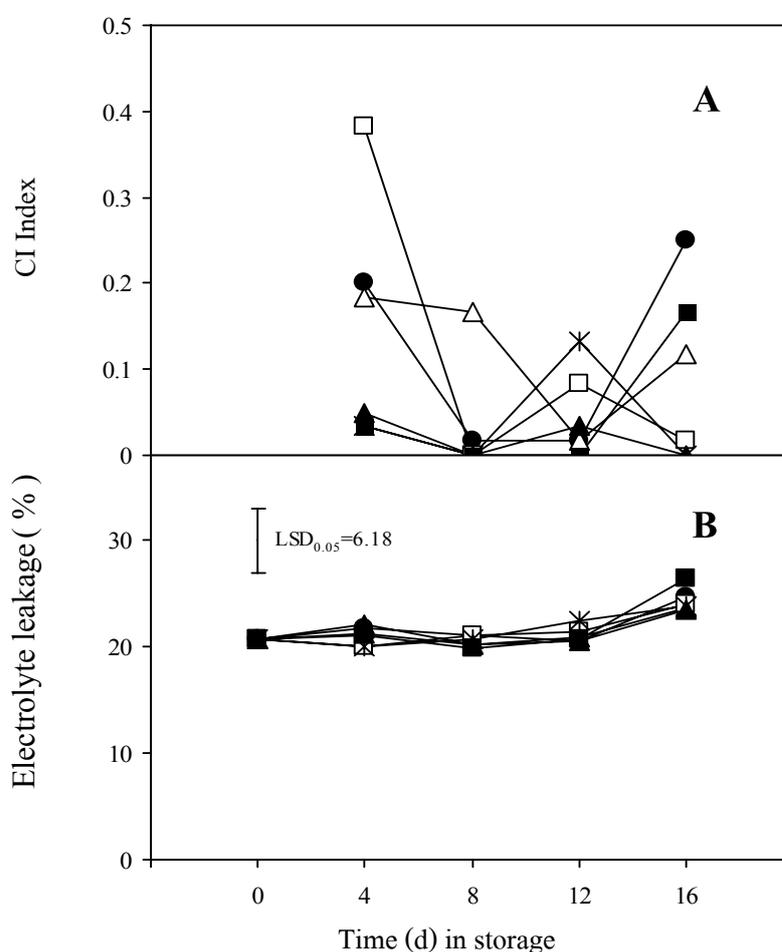


ภาพที่ 31 โครงสร้างของเซลล์ในเมล็ดพริกขี้หนูอายุ 15 (A และ B) และ 25 วันหลังดอกบาน (C และ D) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ นาน 0 (A และ C) และ 4 (B และ D) วัน
Bar = 100 μ m

การทดลองที่ 5 การลดความเสียหายจากอาการสะท้อนหนาว

การทดลองที่ 5.1 ศึกษาผลของอากาศร้อนที่มีต่ออาการสะท้อนหนาว (hot air)

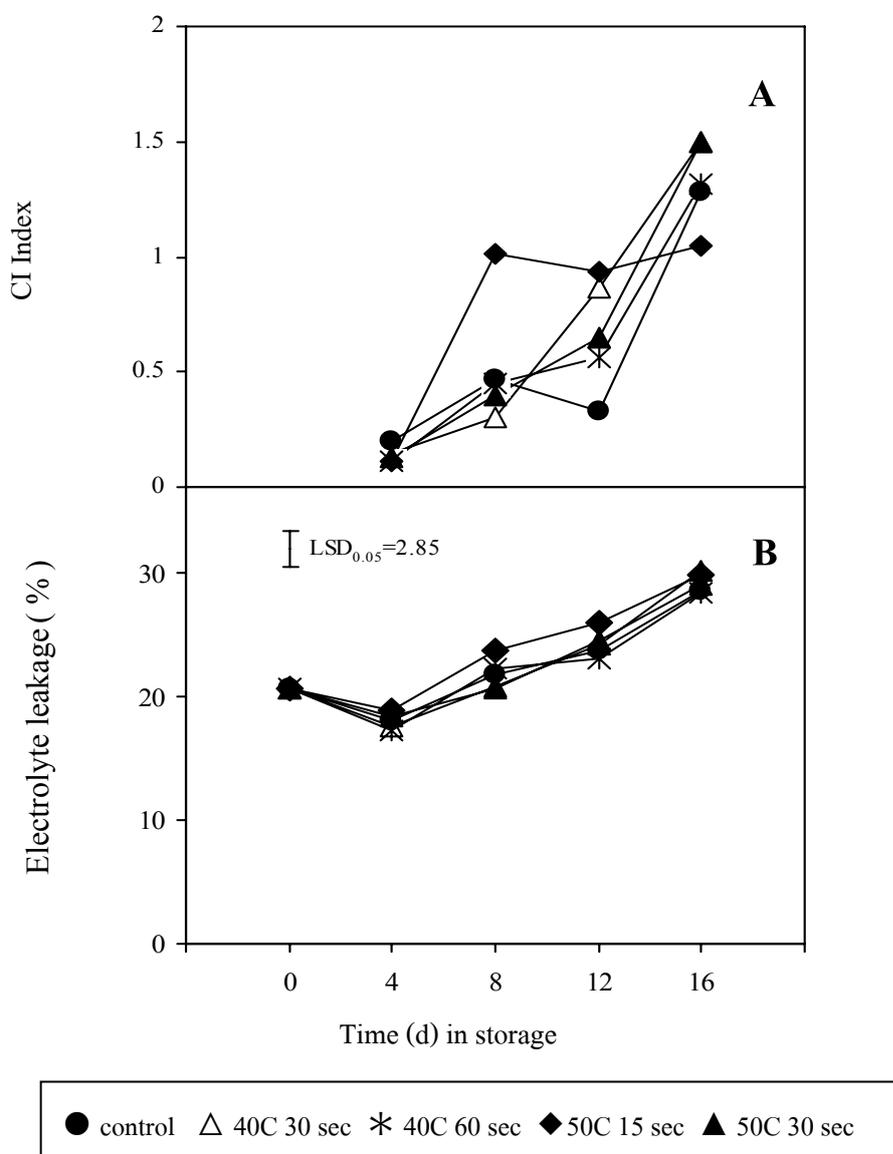
การให้อุณหภูมิสูง 40 และ 50 องศาเซลเซียสกับผลพริกเป็นระยะเวลา 20 40 และ 60 นาทีพบว่าไม่สามารถลดอาการสะท้อนหนาวในผลพริกได้ โดยมีค่าดัชนีสะท้อนหนาวและการรั่วของประจุในวันที่ 4 8 12 16 ของการเก็บรักษาไม่แตกต่างจากผลที่ไม่ได้รับอุณหภูมิสูง (ภาพที่ 32A และ B)



ภาพที่ 32 ดัชนีสะท้อนหนาว (A) และค่าการรั่วไหลของประจุ (B) ในเมล็ดพริกชี้หนู จากผลที่ได้รับอุณหภูมิ 40°ซ นาน 20 40 60 นาที และ 50°ซ นาน 20 และ 40 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ

การทดลองที่ 5.2 ศึกษาผลของน้ำร้อนที่มีต่ออาการสะท้อนหนาว

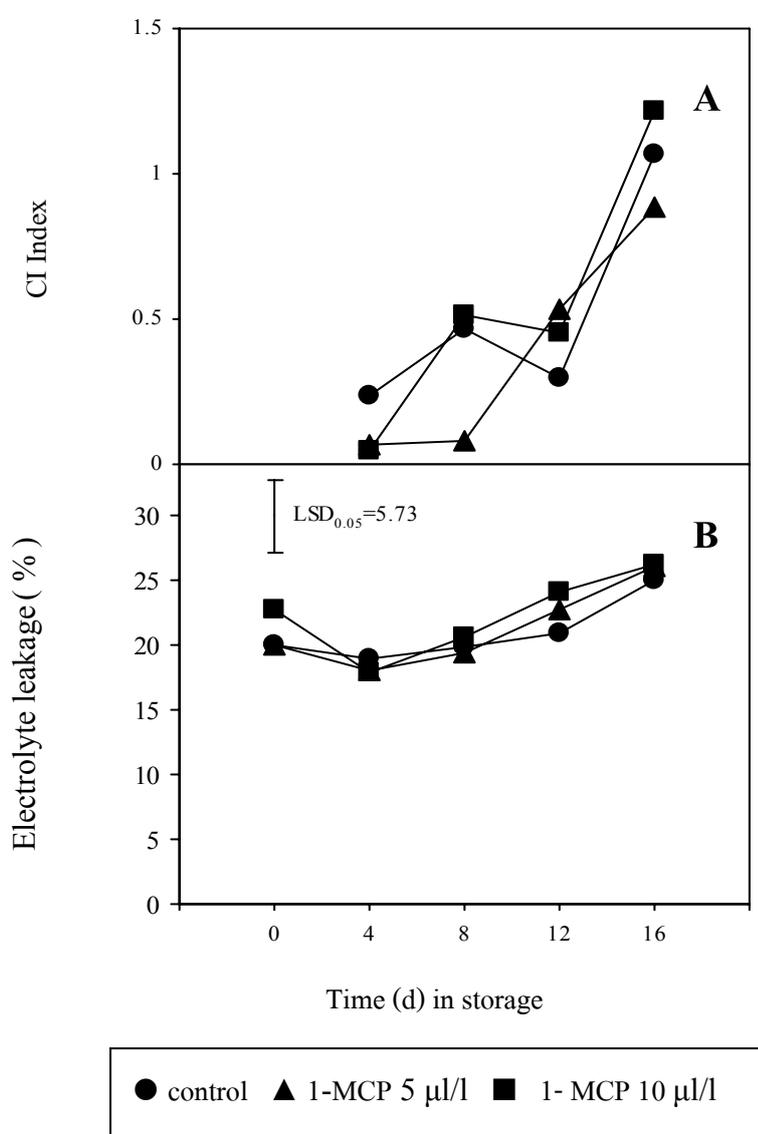
การแช่ผลพริกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 30 และ 60 วินาที พบว่าไม่สามารถลดอาการสะท้อนหนาวในผลพริกได้ โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีสะท้อนหนาวและค่าการรั่วของประจุตลอดการเก็บรักษาไม่แตกต่างจากผลพริกที่ไม่ได้แช่น้ำร้อน และมีแนวโน้มว่าอุณหภูมิสูงทำให้มีการรั่วของประจุเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 33A และ B)



ภาพที่ 33 ดัชนีอาการสะท้อนหนาว (A) และค่าการรั่วไหลของประจุ (B) ของเมล็ดพริกชี้หนู ในผลที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 40°ซ นาน 30 และ 60 วินาที และ 50°ซ นาน 15 และ 30 วินาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ

การทดลองที่ 5.3 ศึกษาผลของ 1-MCP ต่ออาการสะท้อนหนาว

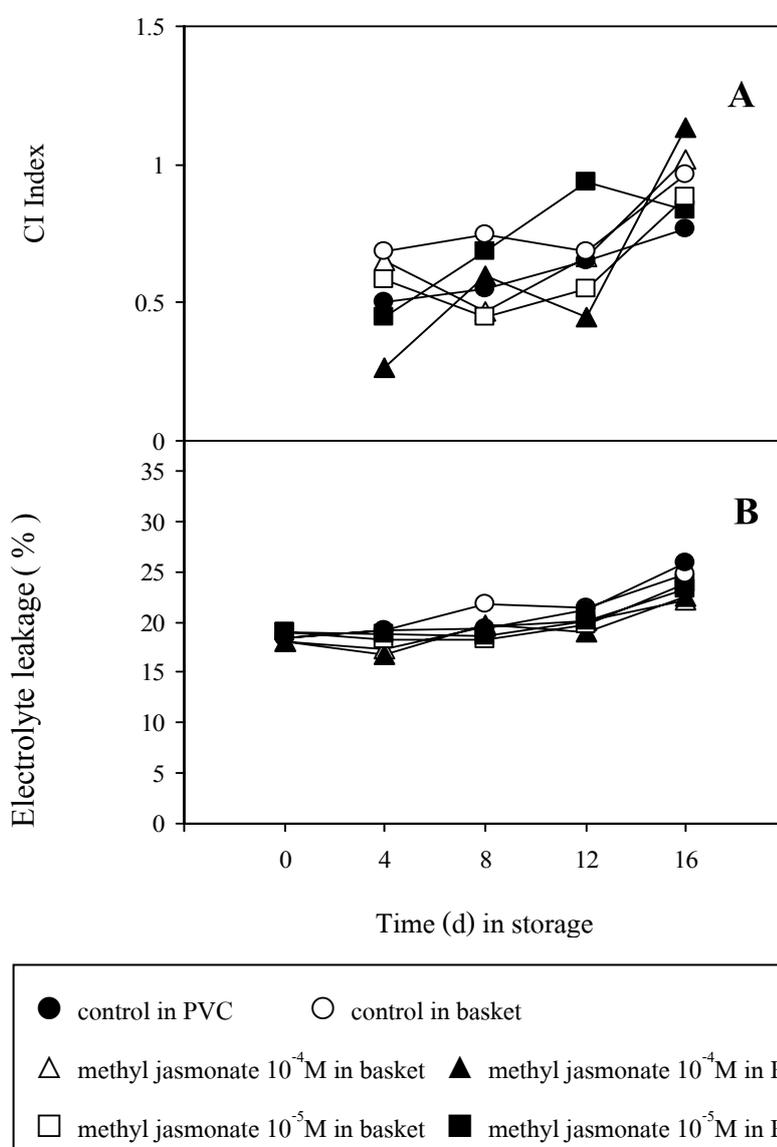
การรมผลพริกด้วยสาร 1-MCP ในความเข้มข้น 2 ระดับคือ 5 และ 10 ไมโครลิตร/ลิตร พบว่าไม่สามารถลดอาการสะท้อนหนาวได้ โดยมีดัชนีอาการสะท้อนหนาวและการร่วงของประจูสูงกว่าเมล็ดจากผลที่ไม่ได้รับ 1-MCP และมีแนวโน้มว่า 1-MCP ในความเข้มข้นสูง 10 ไมโครลิตร/ลิตร มีค่าการร่วงของประจูสูงกว่า 1-MCP ที่ 5 ไมโครลิตร/ลิตร และ ชุดควบคุม (ภาพที่ 34A และ B)



ภาพที่ 34 ดัชนีอาการสะท้อนหนาว (A) และ ค่าการร่วงไหลของประจู (B) ของเมล็ดพริกชี้หนูที่รมผลด้วย 1-MCP แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ

การทดลองที่ 5.4 ศึกษาผลของ methyl jasmonate ต่ออาการสะท้านหนาว

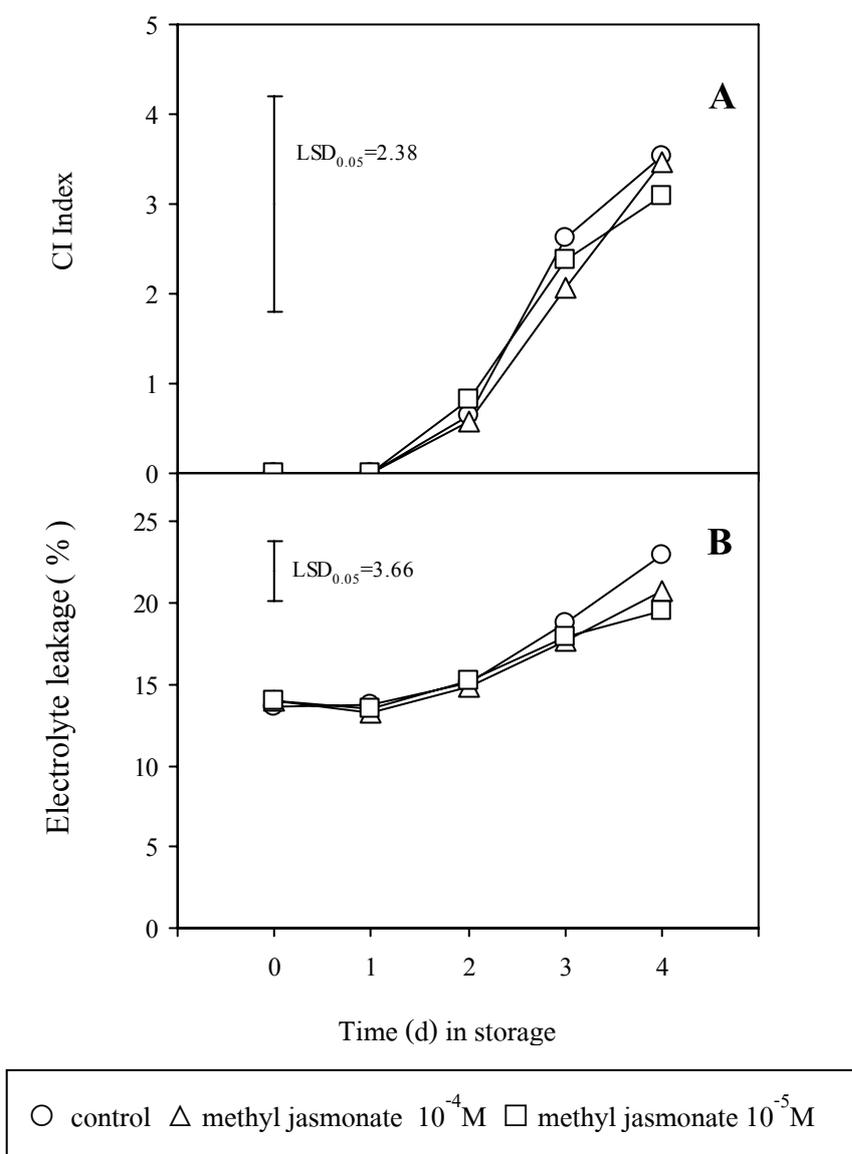
การรวมผลพริกด้วยสาร methyl jasmonate มีแนวโน้มที่จะลดอาการสะท้านหนาวได้ใน 4 วันแรกของการทดลอง โดยมีค่าการรั่วของประจุต่ำกว่าชุดควบคุม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ค่าการรั่วของประจุในผลที่ได้รับ methyl jasmonate ทั้งสองความเข้มข้นเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับชุดควบคุมตั้งแต่วันที่ 8 ของการทดลอง จนถึงสิ้นสุดการทดลอง ระดับความเข้มข้นของ methyl jasmonate และ ชนิดภาชนะบรรจุไม่มีผลในการลดอาการสะท้านหนาวในผลพริก (ภาพที่ 35A และ B)



ภาพที่ 35 ดัชนีอาการสะท้านหนาว (A) และค่าการรั่วไหลของประจุ (B) ของเมล็ดพริกชี้หนูที่รวมผลด้วย methyl jasmonate แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ

การทดลองที่ 5.4.1 ผลของ methyl jasmonate ต่ออาการสะท้อนหนาวในผลพริก อายุ 15 วันหลังดอกบาน

ผลพริกอายุ 15 วันหลังดอกบานที่ได้รับ methyl jasmonate ในสองความเข้มข้นมีค่าดัชนีอาการสะท้อนหนาวไม่แตกต่างกันตลอดการทดลอง ส่วนการรั่วของประจุใกล้เคียงกับชุดควบคุมตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงวันที่ 3 ของการเก็บรักษา และมีค่าต่ำกว่าชุดควบคุม ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 36A และ B)



ภาพที่ 36 ดัชนีอาการสะท้อนหนาวและค่าการรั่วของประจุของเมล็ดพริกขี้หนูในผลอายุ 15 วัน หลังดอกบานที่ได้รับ methyl jasmonate

การทดลองที่ 6 ผลของอุณหภูมิต่อการแสดงออกของยีน

6.1 การแสดงออกของยีนที่สร้างเอนไซม์ lipoxygenase (LOX)

6.1.1 cDNA cloning ของ ยีน *Lox* จากเมล็ดพริก

ออกแบบ degenerated primer จำนวน 4 เส้น จากบริเวณอนุรักษ์ 3 ตำแหน่ง หลังจากทำ PCR แล้วได้ PCR product ขนาด 1500 คู่เบส ซึ่งหลังจากทราบลำดับเบส แล้วนำไปเข้าโปรแกรม Blastn พบว่าลำดับเบสมีความคล้ายคลึงกับลำดับเบสของยีน *Lox* ใน *Solanum tuberosum* (U24232.1) อยู่ 90% *Capsicum annuum* partial cds (DQ473540.1) อยู่ 100% *Corylus avellana* (AJ417975.1) อยู่ 87% และ *Betula pendula* (AY124318.1) อยู่ 92%

เมื่อเทียบลำดับเบสและกรดอะมิโนของ *Lox* พริก กับ Hazel nut (*Corylus avellana*) พบว่ามีตำแหน่งของ exon 5 ตำแหน่ง และ intron 4 ตำแหน่ง ดังภาพที่ 37 โดยมีลำดับเบสและกรดอะมิโน ดังภาพที่ 38



ภาพที่ 37 โครงสร้าง (genome organization) ของยีน *CaLox* ประกอบด้วย 5 exon (สี่เหลี่ยม) และ 4 intron ขนาดของ exon และ intron แสดงด้วยตัวเลข (คู่เบส)

901 CTTCCGTGATACCATGTATATAAATGCTTTGGCTCGGCAGATACTCATTAATGCAGGTGG
F R D T M Y I N A L A R Q I L I N A G G

961 AATACTTGAGCGGACAGTATTTCCAGCGAAATATGCCATGGAAATGTCATCTATTGTTTA
I L E R T V F P A K Y A M E M S S I V Y

1021 TAAGAACTGGGCCTTCACCGAGCAAGGACTTCCTGCTGATCTGCTTAAGAGGTGTGTCCA
K N W A F T E Q G L P A D L L K R

1081 AAATTTTCGATTTATCTCAGTATCAATCTTGACCAAAATCTAACACTCGCACTTTCTTTG

1141 TCACAGGGGAGTAGCAGTGCCGACTCAAGCCAGCCCTATGGCCTTAAACTTCTAATTGA
G V A V P D S S Q P Y G L K L L I E

1201 AGGTTACCCTTATGCTGTAGATGGGCTTGAGATCTGGGAAGCAATCGAAGCTTGGGTTGA
G Y P Y A V D G L E I W E A I E A W V D

1261 CGACTACTGTTTATTCTATTACTCAACAGATGACATGATCCGAGGTGACTCTGAACTCCA
D Y C S F Y Y S T D D M I R G D S E L Q

1321 GTCATGGTGGAGGGAAGTTCGCGATGAAGGTCATGGTGACTTGAAAGATGAACCATGGTG
S W W R E V R D E G H G D L K D E P W W

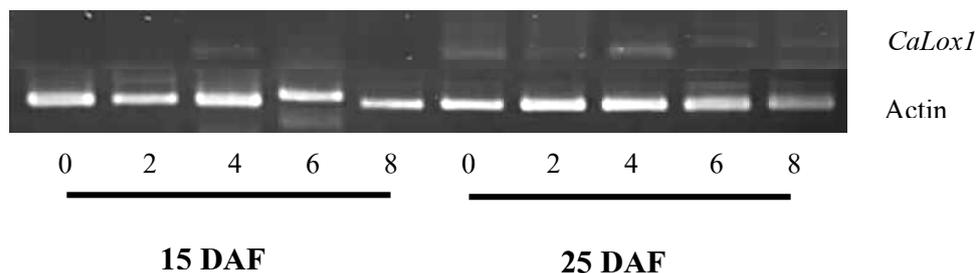
1381 GCCTCAAATGCAGACACGAGCTGAACTCGTCCAAGCATGCATAATTATCATATGGACAGA
P Q M Q T R A E L V Q A C I I I I W

1441 TTACAGCCCTTCATGCAGCCG 1461

ภาพที่ 38 ลำดับเบสและกรดอะมิโนของยีน *Lox* ที่แยกมาได้จากเมล็ดพริกความยาว 1461 คู่เบส (ต่อ)

6.1.2 การตรวจสอบการแสดงออกของยีน *Lox* โดยเทคนิค RT-PCR

จากการตรวจสอบการแสดงออกของยีน *Lox* ในระดับ mRNA ด้วยวิธี RT-PCR ในเมล็ดพริกจากผลที่อายุ 15 และ 25 วันหลังดอกบาน ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบการแสดงออกของยีน *Lox* ในเมล็ดพริกของผลที่อายุ 15 วันหลังดอกบานน้อยกว่าในเมล็ดของผลที่อายุ 25 วันหลังดอกบาน และพบการแสดงออกของยีน *Lox* ในเมล็ดที่อายุ 15 วันหลังดอกบานในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ส่วนเมล็ดอายุ 25 วันหลังดอกบานมีการแสดงของยีน *Lox* เมื่อเริ่มต้นการเก็บรักษาจนถึงวันที่ 4 ของการเก็บรักษาและไม่พบการแสดงออกในวันที่ 6 และ 8 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 39)



ภาพที่ 39 ผลการวิเคราะห์การแสดงออกของยีน *CaLox 1* โดยเทคนิค RT-PCR ในเมล็ดพริกขี้หนู จากผลอายุ 15 วันหลังดอกบาน เมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสนาน 0 2 4 6 และ 8 วัน (lane 1-5) และจากผลอายุ 25 วันหลังดอกบานเมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสนาน 0 2 4 6 และ 8 วัน (lane 6-10)

6.2 การแสดงออกของยีนที่สร้างเอนไซม์ catalase (CAT)

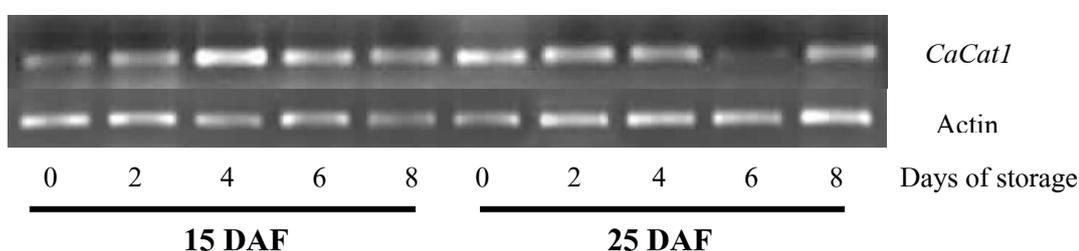
cDNA cloning ของยีน *Cat* หลังจากทำ PCR แล้วได้ PCR product ขนาด 680 คู่เบส ซึ่งหลังจากทราบลำดับเบสแล้ว นำไปเข้าโปรแกรม Blast พบว่าลำดับเบสมีความคล้ายคลึงกับ ลำดับเบสของยีน *CaCat1* ใน *Capsicum annuum* (AF 227952.1) อยู่ 100% *Solanum melongena* (X71653.1) อยู่ 100% โดยมีลำดับของเบสและกรดอะมิโน ดังภาพที่ 40

1 AGTGCCAAGGGCTTCTTTGAAGTCACTCATGATATTTCTCATCTTACCTGTGCTGATTTT
 S A K G F F E V T H D I S H L T C A D F
 61 CTCCGAGCTCCTGGTGTTCAAACACCTGTTATTTGTCGCTTCTCTGCTGTCGTCCATGAG
 L R A P G V Q T P V I C R F S A V V H E
 121 CGTGGAAGCCCCGAATCCATCAGGGATATTCGCGGTTTTGCTGTCAAATTTTACACCAGA
 R G S P E S I R D I R G F A V K F Y T R
 181 GAGGGTAACTTTGATCTTGTGAAACAATGTCCCCGCTTCTTTAATCGTGATGCAAAG
 E G N F D L V G N N V P V F F N R D A K
 241 TCATCCCTGACACGATTTCGTGCATTGAAACCAAATCCAAAGTCACACATTCAGGAAAAAC
 S F P D T I R A L K P N P K S H I Q E N
 301 TGGAGGATCCTTGATTTCTTCTCTTTCCCTCCCGGAGAGTTTGCATACGTTTGCTTTCTTC
 W R I L D F F S F L P E S L H T F A F F
 361 TACGATGATGTTTGTCTACCGACAGATTACAGACACATGGAAGGTTTTGGTGTTCACGCT
 Y D D V C L P T D Y R H M E G F G V H A
 421 TATCAATTGATCAACAAAGCTGGGAAAGCACATTATGTGAAGTCCACTGGAAGCCAACT
 Y Q L I N K A G K A H Y V K F H W K P T
 481 TGCGGTGTCAAGTCCACGACGGAGGAAGAAGCTATTAGGGTCGGAGGTACTAATCATAGC
 C G V K S T T E E E A I R V G G T N H S
 541 CACGCCACCAAGGATCTCTACGATTCAATTGCTGCTGGAAACTACCCCGAGTGGAAACTT
 H A T K D L Y D S I A A G N Y P E W K L
 601 TTTATCCAAATTATGAACCCTGAGGATGTTGACAAATTCGACTTTGACCCTCTTGACGTA
 F I Q I M N P E D V D K F D F D P L D V
 661 ACCAAGATCCTGGCCTGAGGAT 682
 T K I L A * G

ภาพที่ 40 ลำดับเบสและกรดอะมิโนของยีน *CaCat1* ที่แยกมาได้จากเมล็ดพริกความยาว 682 คู่เบส

6.2.1 การตรวจสอบการแสดงออกของยีน *CaCat1* โดยเทคนิค RT-PCR

จากการตรวจสอบการแสดงออกของยีน *CaCat1* ในระดับ mRNA ด้วยเทคนิค RT-PCR ในเมล็ดพริกจากผลที่อายุ 15 และ 25 วันหลังดอกบาน ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าการแสดงออกของยีน *CaCat1* ในเมล็ดพริกของผลที่อายุ 15 วันหลังดอกบานน้อยกว่าเมล็ดของผลที่อายุ 25 วันหลังดอกบาน แต่มีการแสดงออกเพิ่มขึ้นในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ในขณะที่การแสดงออกของยีน *CaCat1* ในเมล็ดพริกของผลที่อายุ 25 วันหลังดอกบานลดลงอย่างมากในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 40)



ภาพที่ 41 ผลการวิเคราะห์การแสดงออกของยีน *CaCat1* โดยเทคนิค RT-PCR ในเมล็ดพริกที่หั่นจากผลอายุ 15 วันหลังดอกบาน เมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสนาน 0 2 4 6 และ 8 วัน (lane 1-5) และจากผลอายุ 25 วันหลังดอกบานเมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสนาน 0 2 4 6 และ 8 วัน (lane 6-10)

6.3 การแสดงออกของยีน aquaporin

ลำดับของเบสและกรดอะมิโน (ภาพที่ 42) ของยีน aquaporin เมื่อนำไปเข้าโปรแกรม Blastn พบว่าลำดับเบสมีความคล้ายคลึงกับลำดับเบสของยีน *PIP1* ใน *Solanum tuberosum* (DQ999080.1) อยู่ 91% *Nicotiana tabacum* (AB002149.1) อยู่ 90% และ *Nicotiana glauca* aquaporin (U62280.1) อยู่ 91% และการตรวจสอบการแสดงออกของยีน *PIP1* ในระดับ mRNA ด้วยเทคนิค RT-PCR ในเมล็ดพริกจากผลที่อายุ 15 และ 25 วันหลังดอกบาน ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าการแสดงออกของยีน *PIP1* ในเมล็ดพริกของผลที่อายุ 15 วันหลังดอกบานน้อยกว่าเมล็ดของผลที่อายุ 25 วันหลังดอกบาน และการแสดงออกของ *PIP1* ในเมล็ดพริกอายุ 15 วันหลังดอกบานมีระดับต่ำและไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา

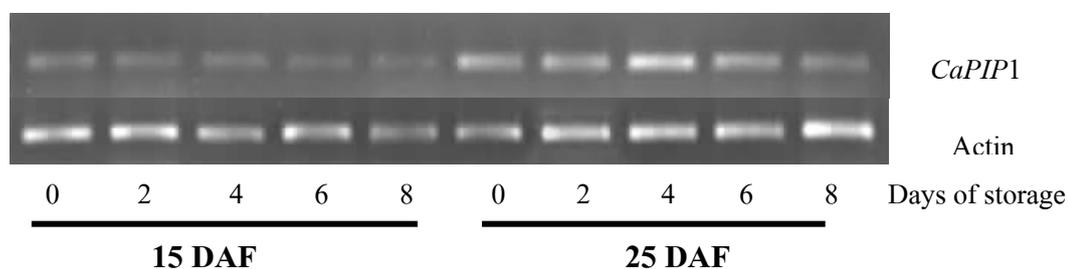
ส่วนการแสดงออกของ *PIP1* ในเมล็ดพริกอายุ 25 วันหลังดอกบานอยู่ในระดับที่สูงกว่าและเพิ่มขึ้นในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 43)

```

1  CTTGGTGGTGGAGCCAACGTGGTTAATCCTGGTTACACAAAAGGTGATGGACTTGGTGCT
   L G G G A N V V N P G Y T K G D G L G A
61  GAGATTATTGGTACTTTTGTCTTTGTCTACTGTTTTCTCTGCTACTGATGCCAAAAGA
   E I I G T F V F V Y T V F S A T D A K R
121 AATGCTAGAGATTCACATACTCCTATTTTGGCACCTCTCCAATTGGATTTGCGGTGTT
   N A R D S H T P I L A P L P I G F A V F
181 TTGGTTCATTTGGCCACCATCCCAATCACTGGAACCTGGTATCAACCCCGCCAGGAGTCTC
   L V H L A T I P I T G T G I N P A R S L
241 GGAGCTGCTATCATCTTCAACCAAGAC 267
   G A A I I F N Q D

```

ภาพที่ 42 ลำดับเบสและกรดอะมิโนของยีน *PIP1* ที่แยกมาได้จากเมล็ดพริกความยาว 267 คู่เบส



ภาพที่ 43 ผลการวิเคราะห์การแสดงออกของยีน *CaPIP1* โดยเทคนิค RT-PCR ในเมล็ดพริกชี้หนู จากผลอายุ 15 วันหลังดอกบาน เมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสนาน 0 2 4 6 และ 8 วัน (lane 1-5) และจากผลอายุ 25 วันหลังดอกบานเมื่อเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสนาน 0 2 4 6 และ 8 วัน (lane 6-10)