# บทที่ 4
# ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

## 4.1 การใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระร่วมในกระบวนการผลิตพลับกึ่งแห้ง

ในกระบวนการผลิตพลับกึ่งแห้งนั้น ในระหว่างขั้นตอนของการผลิตจะมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เช่น ในขั้นตอนของการปอกเปลือก การทำแห้ง การบีบคลึง เป็นต้น ประกอบกับจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติเองปนเปื้อนร่วมด้วย ดังนั้นจึงทำการศึกษาการใช้สารซัลเฟอร์-ไดออกไซด์ร่วมในการผลิตพลับกึ่งแห้ง เพื่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดีและส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น ทั้งนี้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระนี้จะมีผลในการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ โดยไปทำลายกระบวนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วยการสามารถเข้าไปจับกับสารคาร์โบไฮเดรต ทำให้จุลินทรีย์นำไปเป็นอาหารไม่ได้ และไปมีผลต่อพันธะไดซัลไฟด์ของเอนไซม์ในจุลินทรีย์ ทำให้การเมตาบอลิสมม์เกิดขึ้นไม่ได้ และปฏิกิริยาระหว่างซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ กับ หมู่คีโตน ทำให้ได้ Hydrosysulfonates ที่เป็นผลต่อการหายใจของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับ Nicotinamide dinucleotide (Tanner and Chiechester,1983) และซัลเฟอร์-ไดออกไซด์อิสระนี้ยังเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล โดยจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวส์ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในอาหารนั้นๆ ทำให้การเข้าทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวส์กับกรดอะมิโนที่เป็นผลให้เกิดสารเมลานอลดินไม่สามารถฟอร์มขึ้นมาได้ (ไพโรจน์, 2539) แต่ทั้งนี้ปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารอบแห้งนั้นจำกัดไว้ตามกฎหมายอาหารที่มีได้ในปริมาณไม่เกิน 2,000 ส่วนในล้านส่วน (ศิวาพร, 2529) การนำสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระเข้ามาร่วมในกระบวนการผลิตนั้นสามารถกระทำได้ใน 2 วิธีการ คือ อาจเป็นวิธีการรมควันกำมะถัน (Sulfuring) และ การแช่ในสารละลายกำมะถัน(Sulfiting) สารประกอบกำมะถันเป็นสารช่วยในการถนอมรักษาอาหาร โดยเกี่ยวข้องกับการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ และป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นจึงนำสารประกอบกำมะถันนั้นมาใช้ถนอมรักษาพลับในระหว่างกระบวนการผลิตได้ แต่จะต้องมีปริมาณและความเข้มข้นตลอดจนความสะดวกสบายต่อการนำไปปฏิบัติการจริงได้อย่างเหมาะสม

### 4.1.1 การศึกษาการนำวิธีรมควันกำมะถันมาใช้ร่วมในกระบวนการผลิตพลับกึ่งแห้ง

พลับที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นพลับพันธุ์อั้งใส (Ang Sai ; P3) และ นูซิน (Niu Scin ; P4) นำพลับสดที่มีความสุกประมาณร้อยละ 70 ทำการคัดเลือกผลที่ไม่สมบูรณ์หรือผลดิบเกินไปออกเสียตลอดจนผลที่เป็นโรคและมีการเน่าเสียออกก่อน จากนั้นทำการลดความฝาด

ของพลับโดยวิธีบรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนขนาด 49x30 นิ้ว ที่อัดด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน แล้วจากนั้นนำมาเก็บรักษาในสภาวะอากาศปกติที่อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส นาน 2-3 วัน จนกระทั่งพลับมีความสุกเป็นร้อยละ 80 ทำการปอกเปลือกพลับที่คัดเลือกและลดความฝาดเรียบร้อยแล้ว พลับทั้งสองพันธุ์ที่เตรียมได้นำไปผ่านการรมควันกำมะถันที่ปริมาณ 10 20 และ 30 กรัม ต่อตู้อบที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 20 นาที โดยกระทำในขั้นตอนก่อนการและหลังการทำแห้ง ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่พลับดูดซับไว้ได้ และผลของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่มีผลต่อค่าของสี L a* และ b* ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 แสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 และสมการเชิงเส้นตรงของค่าทางเคมีดังกล่าวแสดงในตารางที่4.3 และ 4.4 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 จะพบว่าพลับกึ่งแห้งสายพันธุ์ P3 และ P4 เมื่อมีการใช้ปริมาณกำมะถัน 10 กรัม จะมีปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระเท่ากับ 835$\pm$2 และ 621$\pm$4 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ส่วนที่ปริมาณกำมะถัน 20 กรัม จะมีปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระเท่ากับ 1249$\pm$4 และ 1041$\pm$4 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ และที่ปริมาณกำมะถัน 30 กรัม จะมีปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระเท่ากับ 2202$\pm$2 และ 1254$\pm$1 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการใช้ปริมาณกำมะถันในการรมควันมากขึ้นปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่พลับดูดซับจะมีมากขึ้นตามลำดับด้วย โดยที่ปริมาณกำมะถันในแต่ละระดับให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95($P \leq 0.05$) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าพลับสองพันธุ์ที่ใช้ปริมาณกำมะถันที่เท่ากันมีปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่แตกต่างกัน โดยที่พลับพันธุ์ P3 ให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดดออกไซด์ที่พลับดูดซับไว้ได้มากกว่า ทั้งนี้คงเกี่ยวข้องกับขนาดของพลับพันธุ์ P3 ที่มีขนาดที่เล็กกว่าพลับพันธุ์ P4 ทำให้มีปริมาณเนื้อที่ที่สามารถสัมผัสกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่มากกว่า ประกอบกับลักษณะตามธรรมชาติของพลับแต่ละพันธุ์เองด้วย ที่มีความสามารถในการดูดซับสารต่างๆ ได้แตกต่างกันออกไป เมื่อพิจารณาในค่าของสีจากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการใช้ปริมาณของกำมะถันมากขึ้นค่าของสี L a* และ b* จะมีค่าที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับเช่นกัน โดยพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ให้ค่าสี L อยู่ในช่วง 43.60-48.15 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 12.37-13.08 และค่าสี b* อยู่ในช่วง15.97-21.60 พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ให้ค่าสี L อยู่ในช่วง 47.99-50.94 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 14.06-13.52 และค่าสี b* อยู่ในช่วง 23.75-25.21 โดยค่าของสี L ที่มีมากขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการใช้สารกำมะถันที่ทำให้พลับกึ่งแห้งนั้นมีสีที่สว่างขึ้น ค่าสี a* ที่มีค่ามากขึ้นก็ทำให้มีสีออกแดงมากขึ้น และค่าสี b* มากขึ้นจะทำให้มีค่าสีเหลืองมากขึ้น โดยค่าสีทั้งสามดังกล่าวทำให้พลับกึ่งแห้งมีสีที่สว่างและมีสีออกเหลืองส้มมากขึ้น กล่าวคือไม่มีการหมองคล้ำจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ในพลับกึ่งแห้ง P3 ที่ระดับของกำมะถันที่ 10 และ 20 กรัม จะมีค่าสี L และ b* ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ($P > 0.05$) แต่ที่ระดับการใช้กำมะถัน 30 กรัม จะให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น

ตารางที่ 4.1 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ และค่าสี (L a* b*) ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่ผ่านกระบวนการรมควันกำมะถัน (Sulfuring)

| ปริมาณกำมะถัน(กรัม) | ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ (ส่วนในล้านส่วน) | L | a* | b* |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 835±2[a] | 43.60±0.87[a] | 12.37±1.11 | 15.97±0.14[a] |
| 20 | 1249±4[b] | 44.14±0.36[a] | 13.41±0.16 | 16.60±0.52[a] |
| 30 | 2202±2[c] | 48.15±1.79[b] | 13.08±0.55 | 21.60+0.64[b] |

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระและค่าสี (L a* b*) ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์P4ที่ผ่านกระบวนการรมควันกำมะถัน (Sulfuring)

| ปริมาณกำมะถัน (กรัม) | ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ (ส่วนในล้านส่วน) | L | a* | b* |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 621±4[a] | 47.99±0.31[a] | 14.06±0.02 | 23.75±1.90 |
| 20 | 1041±4[b] | 50.53±1.25[b] | 14.24±0.66 | 24.29±0.64 |
| 30 | 1254±1[c] | 50.94±0.26[c] | 13.52±0.08 | 25.21±0.41 |

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) และค่าสี a* ให้ค่าของสีที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ($P > 0.05$) ในทุกๆระดับของปริมาณกำมะถันที่ใช้ในการรมควัน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าทางเคมีโดยใช้สมการเชิงเส้นตรงในตารางที่ 4.3 พบว่า การใช้ปริมาณของกำมะถันในการรมควันพลับกึ่งแห้งที่มากขึ้นนั้น จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L a* และ b* ที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ต้องการให้เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ แต่ต้องพิจารณาถึงปริมาณของสารประกอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระร่วมด้วย โดยที่ให้มีปริมาณที่ไม่มากเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดที่ 2,000 ส่วนในล้านส่วน ดังนั้นพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 จึงควรใช้ปริมาณ

**ตารางที่ 4.3 สมการเชิงเส้นตรงและค่า $R^2$ ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่ผ่านการรมควันกำมะถัน (Sulfuring)**

| สมการเชิงเส้นตรง | $R^2$ (ร้อยละ) |
|---|---|
| $SO_2$ (ppm) = 62.2567+68.3330 (S) | 95.07 |
| L = 40.7467+0.2275 (S) | 83.76 |
| a* = 12.2433+0.0355 (S) | 44.62 |
| b* = 12.4267+0.2815 (S) | 83.28 |

S หมายถึง ปริมาณกำมะถัน (กรัม)

**ตารางที่ 4.4 สมการเชิงเส้นตรงและค่า $R^2$ ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ที่ผ่านการรมควันกำมะถัน (Sulfuring)**

| สมการเชิงเส้นตรง | $R^2$ (ร้อยละ) |
|---|---|
| $SO_2$ (ppm) = 339.53+31.6375 (S) | 96.56 |
| L = 46.87+0.1475 (S) | 85.20 |
| a* = 14.48+0.0270 (S) | 51.92 |
| b* = 22.9633+0.0725 (S) | 97.88 |

S หมายถึง ปริมาณกำมะถัน (กรัม)

กำมะถันที่ 10 กรัม ต่อตู้อบที่มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 20 นาที โดยกระทำการรมควันกำมะถัน 2 ครั้งในช่วงหลังจากปอกเปลือกและหลังจากทำแห้งแล้ว โดยจะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่ 835$\pm$2 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L ที่ 43.60$\pm$0.87 ค่าสี a* ที่ 12.37$\pm$1.11 และค่าสี b* ที่ 15.97$\pm$0.14 และถ้านำสมการเชิงเส้นตรงจากตารางที่ 4.3 เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าทางเคมีดังกล่าวเมื่อมีการใช้ปริมาณกำมะถันที่ 10 กรัมต่อตู้อบที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร จากการคำนวนจะได้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระเท่ากับ 740 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 43.02 ค่าสี a* เท่ากับ 12.60 และค่าสี b* เท่ากับ 15.24 จากตารางที่ 4.2 พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 จะมีค่าสี L ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แต่ค่าสี a* และ b* ให้ค่าของสีที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P > 0.05$) ในทุกๆระดับของปริมาณกำมะถันที่ใช้ในการรมควัน การใช้ปริมาณของกำมะถันในการรมควันพลับกึ่งแห้งที่มากขึ้นนั้นจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L a* และ b* ที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่

ต้องการให้เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับพลับพันธุ์ P3 แต่ต้องพิจารณาถึงปริมาณของสารประกอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระร่วมด้วย โดยที่ให้มีปริมาณที่ไม่มากเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดและเหตุผลร่วมดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 จึงควรใช้ปริมาณกำมะถันที่ 10 กรัม ต่อตู้อบที่มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 20 นาที โดยกระทำการรมควันกำมะถัน 2 ครั้ง ในช่วงหลังจากปอกเปลือกและหลังจากทำแห้งแล้ว โดยจะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่ 621±4 ส่วนในล้านส่วนค่าสี L ที่ 47.99±0.31 ค่าสี a* ที่ 14.06±0.02 และค่าสี b*ที่ 23.75±1.90 และถ้านำสมการเชิงเส้นตรงจากตารางที่ 4.4 เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าทางเคมีและกายภาพดังกล่าว เมื่อมีการใช้ปริมาณกำมะถันที่ 10 กรัม ต่อตู้อบที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร จากการคำนวณจะได้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 655 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 48.35 ค่าสี a* เท่ากับ 14.75 และค่าสี b* เท่ากับ 23.69 ค่าสี L a* และ b*มีค่าที่สูงขึ้นนั่นคือทำให้พลับมีสีที่สวยใกล้เคียงกับธรรมชาติ หรือกล่าวได้ว่าไปมีผลต่อการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ดี แต่ทั้งนี้ปริมาณกำมะถันที่คัดเลือกในการนำไปใช้ในพลับทั้งสองพันธุ์ คือที่กำมะถัน 10 กรัม ถึงแม้ยังเป็นปริมาณที่น้อยกว่ากฎหมายกำหนดที่มีได้ไม่เกิน 2,000 ส่วนในล้านส่วน แต่จะใช้สารโปแตสเซียมซอร์เบทมาช่วยในการถนอมรักษาด้วย ประกอบกับการใช้ปริมาณกำมะถันที่มากเกินอาจทำให้มีกลิ่นตกค้างได้ และทำให้มีผลต่อกรดอะมิโนบางชนิดที่ทำให้สูญเสียคุณค่าทางอาหารได้ (ศิวาพร, 2529)

### 4.1.2 การศึกษาการนำวิธีการแช่สารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มาใช้ร่วมในกระบวนการผลิตพลับกึ่งแห้ง

พลับพันธุ์ P3 และ P4 ที่เตรียมเรียบร้อยแล้วเช่นเดียวกับในข้อ 4.1.1 นำมาศึกษาการแช่ในสารละลายซัลไฟต์ (Sulfiting) ต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่พลับดูดซับไว้ได้ โดยปัจจัยในการทดลอง คือ ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายซัลไฟต์ สารละลายที่ทำการศึกษามีสองชนิดคือ สารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์ และ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ที่แปรระดับความเข้มข้นในระดับต่ำเป็นร้อยละ 0.1 ระดับสูงเป็นร้อยละ 1.0 และ จุดกึ่งกลางเป็นร้อยละ 0.55 โดยมีระยะเวลาในการแช่สารละลายซัลไฟต์นาน 20 นาที จากนั้นนำไปผ่านการอบกึ่งแห้งและแช่สารละลายซัลไฟต์เป็นครั้งที่สอง เช่นเดียวกับการปฏิบัติในตอนการศึกษาการรมควันกำมะถัน ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่พลับดูดซับไว้ได้และผลของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่มีผลต่อค่าของสี L a* และ b* ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 แสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6 และสมการเชิงเส้นตรงของค่าทางเคมีและกายภาพดังกล่าวแสดงในตารางที่ 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 จะพบว่าพลับกึ่งแห้งทั้งพันธุ์ P3 และ P4 เมื่อมีการใช้ปริมาณกำมะถันมากขึ้นปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระจะสูงมากขึ้นตามลำดับ โดยพลับพันธุ์ P3 และ P4 มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระอยู่ในช่วง 210-1890

ตารางที่ 4.5 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระและค่าสี (L a* b*) ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3ที่ผ่านการแช่ในสารละลายกำมะถัน (ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1-1.0 )(Sulfiting)

| | สิ่งทดลอง | | ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ (ส่วนในล้านส่วน) | L | a* | b* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $NaHSO_3$ | $Na_2S_2O_5$ | | | | |
| 1. | 0.1 | 0.1 | 210±5$^{a}$ | 39.85±0.81$^{a}$ | 9.12±0.87$^{a}$ | 18.88±0.92$^{a}$ |
| 2. | 1.0 | 0.1 | 843±7$^{b}$ | 48.96±0.21$^{b}$ | 11.89±0.27$^{bc}$ | 28.62±0.39$^{b}$ |
| 3. | 0.1 | 1.0 | 1052±8$^{c}$ | 51.94±0.17$^{c}$ | 12.61±0.02$^{b}$ | 31.11±0.27$^{c}$ |
| 4. | 1.0 | 1.0 | 1890±2$^{d}$ | 55.52±0.14$^{d}$ | 12.51±0.13$^{b}$ | 34.07±0.27$^{d}$ |
| 5. | 0.55 | 0.55 | 945±4$^{e}$ | 48.08±0.32$^{e}$ | 11.92±0.42$^{bc}$ | 26.42±0.44$^{e}$ |
| 6. | 0.55 | 0.55 | 950±12$^{e}$ | 47.17±0.40$^{f}$ | 11.60±0.18$^{c}$ | 24.79±0.12$^{f}$ |

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ และค่าสี (L a* b*) ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ที่ผ่านการแช่ในสารละลายกำมะถัน (ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1-1.0) (Sulfiting)

| | สิ่งทดลอง | | ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ (ส่วนในล้านส่วน) | L | a* | b* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $NaHSO_2$ | $Na_2S_2O_5$ | | | | |
| 1. | 0.1 | 0.1 | 204±7$^{a}$ | 44.61±0.07$^{a}$ | 13.79±0.60$^{a}$ | 18.21±0.32$^{a}$ |
| 2. | 1.0 | 0.1 | 617±3$^{b}$ | 45.68±0.11$^{b}$ | 14.60±0.24$^{b}$ | 23.78±0.15$^{b}$ |
| 3. | 0.1 | 1.0 | 1045±3$^{c}$ | 47.40±0.11$^{c}$ | 17.05±0.35$^{cd}$ | 24.63±0.13$^{b}$ |
| 4. | 1.0 | 1.0 | 1465±1$^{d}$ | 50.60±1.07$^{d}$ | 17.36±0.02$^{c}$ | 30.14±0.28$^{c}$ |
| 5. | 0.55 | 0.55 | 836±3$^{e}$ | 48.14±0.48$^{c}$ | 15.32±0.10$^{e}$ | 19.87±1.54$^{d}$ |
| 6 | 0.55 | 0.55 | 836±2$^{e}$ | 49.80±0.20$^{d}$ | 16.63±0.30$^{d}$ | 20.46±1.48$^{d}$ |

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ส่วนในล้านส่วน และ 204-1465 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าพลับสองพันธุ์ที่ใช้ปริมาณความเข้มข้นของสารละลายกำมะถันที่เหมือนกัน มีปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์

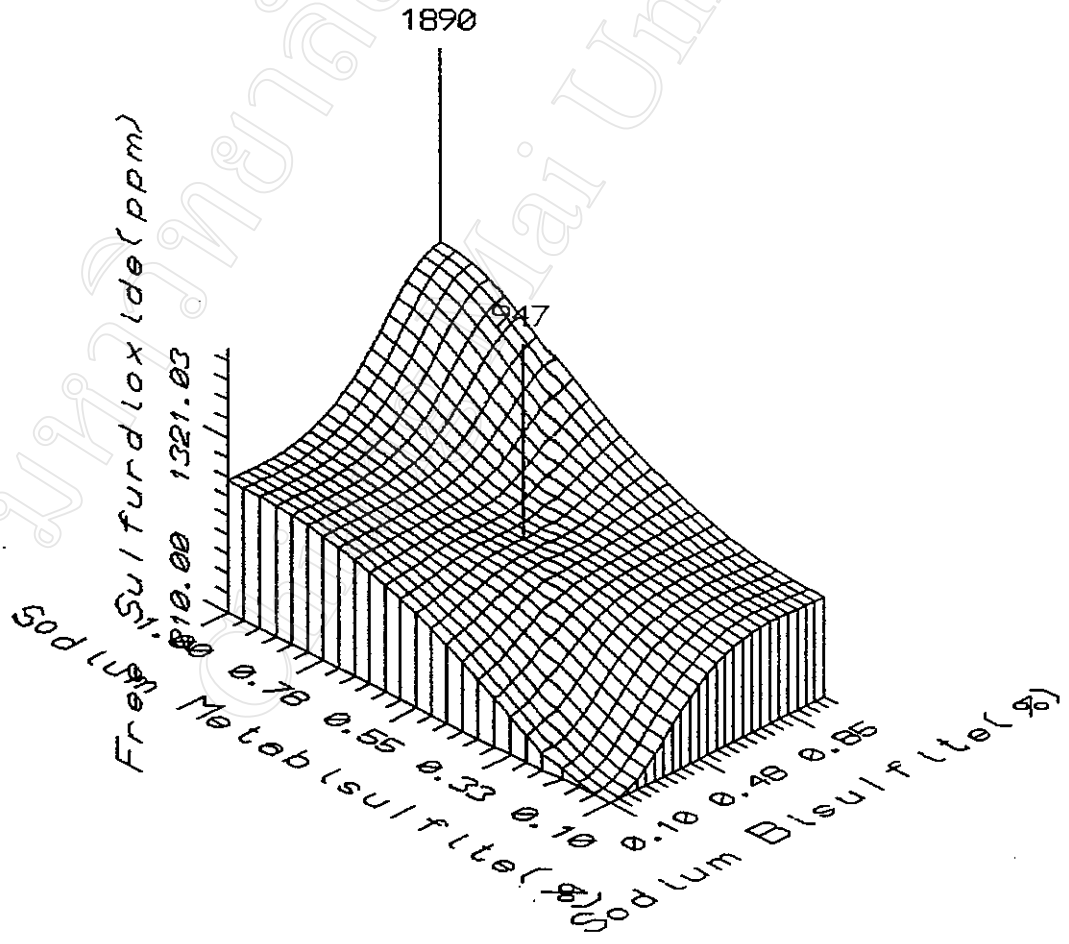
อิสระที่แตกต่างกัน โดยที่พลับพันธุ์ P3 ให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่พลับดูดซับไว้ได้มากกว่าดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว และเป็นข้อสังเกตได้ว่าในปัจจัยการทดลองที่มีความเข้มข้นรวมของสารละลายกำมะถันที่เท่ากันนั้น ปัจจัยการทดลองที่มีความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่พลับดูดซับไว้ได้สูงกว่า โดยพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ให้ค่าที่สูงจาก 843±7 ส่วนในล้านส่วน ไปเป็น 1052±8 ส่วนในล้านส่วน และพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ให้ค่าที่สูงจาก 617±3 ส่วนในล้านส่วน ไปเป็น1045±3 ส่วนในล้านส่วนเนื่องจากร้อยละการแตกตัวของสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีค่าที่สูงกว่าสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์ (ไพบูลย์, 2532) ทั้งนี้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ดังกล่าว ให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ ค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) ในทุกสิ่งการทดลอง เมื่อพิจารณาในค่าของสีจากตารางที่ 4.5 และ 4.6 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการใช้ปริมาณของกำมะถันมากขึ้นค่าของสี L a* และ b* จะมีค่าที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ โดยพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ให้ค่าสี L อยู่ในช่วง 39.85-55.52 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 9.12-12.61 และค่าสี b* อยู่ในช่วง 18.88-34.07 พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ให้ค่าสี L อยู่ในช่วง 44.61-50.60 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 13.79-17.36 และค่าสี b* อยู่ในช่วง 18.21-30.14 โดยค่าของสี L ที่มีมากขึ้นนั้นเป็นผลให้คุณภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งที่ดีขึ้น จากตารางที่ 4.5 ค่าสี L ของพลับ P3 นั้นจะให้ค่าของสี L ที่มากขึ้น โดยการใช้ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าทางเคมีโดยใช้สมการเชิงเส้นตรงของค่าทางเคมีและกายภาพของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ในตารางที่ 4.7 พบว่า การใช้ปริมาณสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในการแช่พลับกึ่งแห้งที่มากขึ้นนั้น จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มากขึ้น โดยเป็นผลมาจากปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสารละลายโซเดียมไปซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ จากสมการเชิงเส้นตรงของค่าสี L จะเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของความสว่างในผลิตภัณฑ์ เป็นผลมาจากความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ และการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ของสารละลายกำมะถันทั้งสอง การเพิ่มขึ้นของค่าสี b* เป็นผลมาจากการใช้สารละลายซัลไฟต์ทั้งสอง และในค่าสี a* พบว่าการเพิ่มขึ้นของสีเฉดแดงจะเกิดขึ้นจากการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เท่านั้น ดังนั้นจึงสามารถนำสมการเชิงเส้นตรงมาทำนายค่าทางเคมีและกายภาพดังกล่าวได้เพื่อหาความเข้มข้นของสารละลายซัลไฟต์ทั้งสองชนิดในระดับใด ที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งมีคุณภาพที่เหมาะสม แต่ต้องพิจารณาถึงปริมาณของสารประกอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระร่วมด้วย โดยที่ให้มีปริมาณที่ไม่มากเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด ด้วยเหตุผลในเรื่องกลิ่นรส และการสูญเสียคุณค่าสารอาหารบางชนิดไป ดังนั้นพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 จึงควรใช้ที่ความเข้มข้นระดับจุดกึ่งกลางน่าที่จะเหมาะสมกว่าคือที่ความเข้มข้นของสารละลายกำมะถันที่ร้อยละ 0.55 โดยจะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ 948±8 ส่วนในล้านส่วนค่าสี L ที่ 47.63±0.59 ค่า

**ตารางที่ 4.7 สมการเชิงเส้นตรงและค่า $R^2$ ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (Sulfiting)**

| สมการเชิงเส้นตรง | $R^2$ (ร้อยละ) |
|---|---|
| $SO_2$ (ppm) = 578.2332+1335.019 ($NaHSO3*Na_2S_2O_5$) | 80.53 |
| L = 36.9453+10.8049 ($NaHSO_3$)+14.1160 ($Na_2S_2O_5$) - 6.8272 ($NaHSO3*Na_2S_2O_5$) | 97.69 |
| a* = 10.3525+2.2833 ($Na_2S_2O_5$) | 51.60 |
| b* = 18.0322+7.0556 ($NaHSO_3$)+9.8222($Na_2S_2O_5$) | 84.58 |

$NaHSO_3$ หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์ (ร้อยละ)

$Na_2S_2O_5$ หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ร้อยละ)



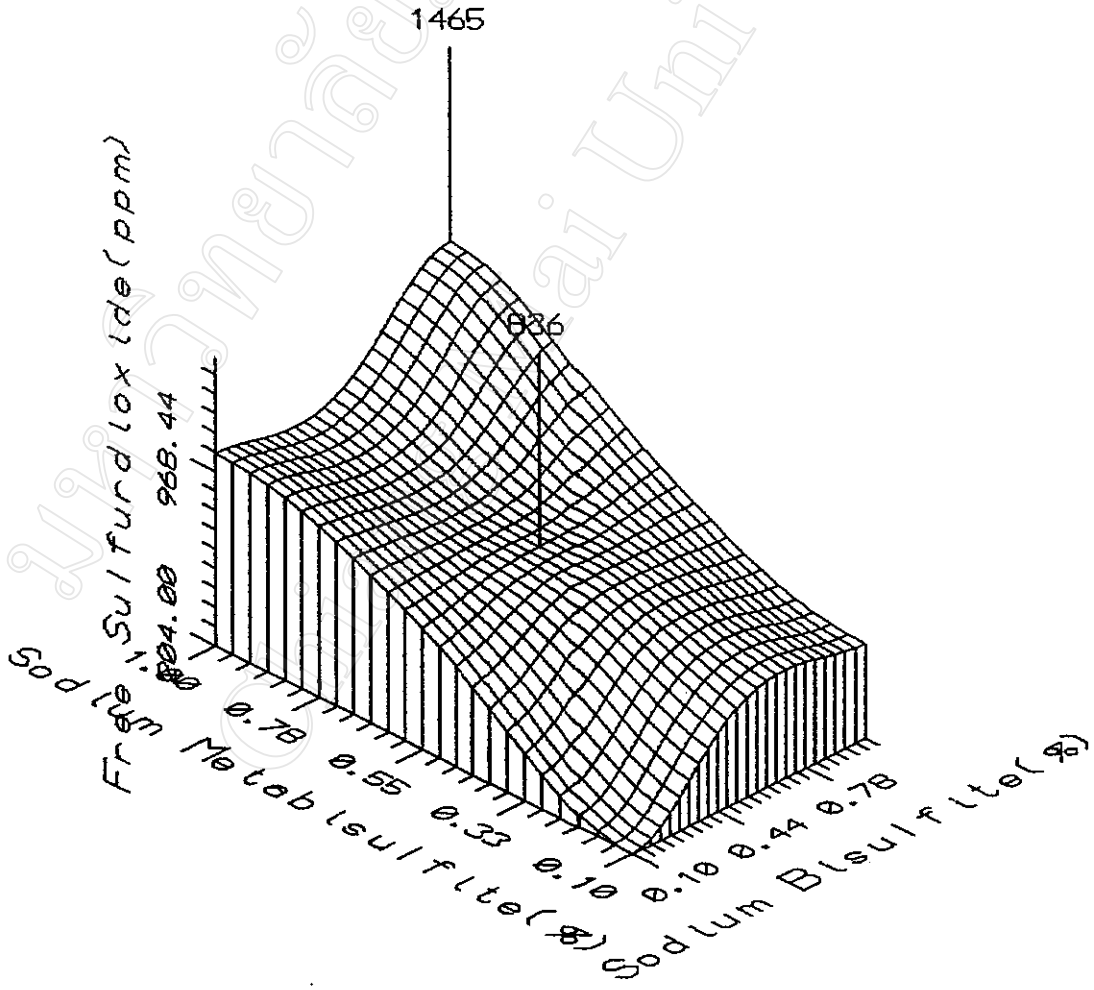

**รูปที่ 4.1 กราฟสามมิติของพลับกึ่งแห้งพันธุ์P3 ที่ผ่านการแช่ในสารละลายซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่พลับดูดซับไว้ได้**

**ตารางที่ 4.8 สมการเชิงเส้นตรงและค่า $R^2$ ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (Sulfiting)**

| สมการเชิงเส้นตรง | $R^2$ (ร้อยละ) |
|---|---|
| $SO_2$(ppm) = 63.3139+463.0056 ($NaHSO_3$)+938.4722 ($Na_2S_2O_5$) | 99.90 |
| L = 46.1342+5.1926 (Na $HSO_3$ *$Na_2S_2O_5$) | 65.97 |
| a* = 13.9522+3.3444 ($Na_2S_2O_5$) | 87.16 |
| b* = 20.1211+9.0100 (Na $HSO_3$ *$Na_2S_2O_5$) | 56.87 |

$NaHSO_3$ หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์ (ร้อยละ)

$Na_2S_2O_5$ หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ร้อยละ)




**รูปที่ 4.2 กราฟสามมิติของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4ที่ผ่านการแช่ในสารละลายซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่พลับดูดซับไว้ได้**

สี a* ที่ 11.76±0.34 และค่าสี b* ที่ 25.61±0.94ตามลำดับ และเมื่อใช้สมการเชิงเส้นตรงในตารางที่ 4.7 มาคำนวณค่าทางเคมีและกายภาพของพลับพันธุ์ P3 เมื่อทำการแช่ในสารละลายโซเดียม-ไบซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.55 จากการคำนวณจะได้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระเท่ากับ 982 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 50.45 ค่าสี a*เท่ากับ11.61และค่าสีb*เท่ากับ27.32และกราฟสามมิติแสดงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่พลับพันธุ์ P3 ดูดซับไว้ได้ ที่ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.1 จากกราฟจะเห็นได้ว่าถ้าใช้ความเข้มข้นของสารละลายกำมะถันทั้งสองที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.55 จะให้ค่าปริมาณซัล-เฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่ 955 ส่วนในล้านส่วน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าทางเคมีโดยใช้สมการเชิงเส้นตรงของค่าทางเคมีและกายภาพของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ในตารางที่4.8 พบว่า การใช้ปริมาณสารละลายกำมะถันในการแช่พลับกึ่งแห้งที่มากขึ้นนั้น จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่มากขึ้น โดยเป็นผลมาจากความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ จากสมการเชิงเส้นตรงของค่าสี L และ b* จะเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของความสว่างในผลิตภัณฑ์เป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ของสารละลายกำมะถันทั้งสอง ในค่าสี a* พบว่าการเพิ่มขึ้นของสีแฉดแดงจะเกิดขึ้นจากการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่มีความเข้มข้นมากขึ้น โดยที่ไม่มีเกี่ยวข้องต่อสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์เลย ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมาแล้วพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 จึงควรใช้ที่ความเข้มข้นระดับจุดกึ่งกลางน่าที่จะเหมาะสมกว่า คือ ที่ความเข้มข้นของสารละลายกำมะถันที่ร้อยละ 0.55 โดยจะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่ 836±2 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L ที่ 48.97±0.97 ค่าสี a* ที่ 15.98±0.75 และค่าสี b* ที่ 20.16±1.39 ตามลำดับ และเมื่อใช้สมการเชิงเส้นตรงในตารางที่ 4.8 มาคำนวณค่าทางเคมีและกายภาพของพลับพันธุ์ P4 เมื่อทำการแช่ในสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.55 จากการคำนวณจะได้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระเท่ากับ 834 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 47.71 ค่าสี a* เท่ากับ 15.79 และค่าสี b* เท่ากับ 22.85 และกราฟสามมิติแสดงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่พลับพันธุ์ P4 ดูดซับไว้ได้ ที่ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.2 จากกราฟจะเห็นได้ว่า ถ้าใช้ความเข้มข้นของสารละลายกำมะถันทั้งสองที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.55 จะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่ 836 ส่วนในล้านส่วน แต่ทั้งนี้จะเห็นว่าพลับสองพันธุ์ให้ค่าทางเคมีและกายภาพจากสมการเชิงเส้นตรงที่เป็นผลจากสารละลายกำมะถันสองชนิดที่แตกต่างกันออกไปบ้างเพราะคุณลักษณะโดยธรรมชาติของพลับแต่ละพันธุ์นั่นเอง เมื่อเปรียบเทียบในแง่ของความสะดวกในการนำไปปฏิบัติจริงจะพบว่าการรมควันกำมะถันจะสะดวกกว่า เนื่องจากการแช่พลับในสารละลายนั้นจะทำให้ได้พลับที่มีเนื้อที่เละมากขึ้น ความชื้นก็เพิ่มขึ้นมาบ้างเล็กน้อย ตลอดจนการวางเรียงในตู้อบจะกระทำได้ลำบาก เพราะฉะนั้นการรมควันกำมะถันจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมมากกว่า โดยใช้ที่ปริมาณกำมะถัน 10 กรัม

ต่อตู้อบที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 โดยจะให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ 835±2 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L ที่ 43.60±0.87 ค่าสี a* ที่ 12.37±1.11 และค่าสี b* ที่ 15.97±0.14 และพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่ 621±4 ส่วนในล้านส่วนค่าสี L ที่ 47.99±0.31 ค่าสี a* ที่ 14.06±0.02 และค่าสี b* ที่ 23.75±1.90 แต่ทั้งนี้ถ้าจะนำวิธีการแช่สารละลายซัลไฟต์มาใช้ในการผลิตพลับกึ่งแห้งก็สามารถทำได้ โดยทำการแช่ในสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.55 จะเหมาะสมที่สุด โดยพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระเท่ากับ 982 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 50.45 ค่าสี a* เท่ากับ 11.61 และค่าสี b* เท่ากับ 27.32 และพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระเท่ากับ 834 ส่วนในล้านส่วน ค่าสี L เท่ากับ 47.71 ค่าสี a* เท่ากับ 15.79 และค่าสี b* เท่ากับ 22.85 ตามลำดับ

**4.3 การหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำพลับกึ่งแห้ง**

พลับที่นำมาทำการผลิตเป็นพลับกึ่งแห้ง โดยใช้หลักการการระเหยน้ำออกไปจากผลพลับ เพื่อให้เหลือปริมาณน้ำประมาณร้อยละ 30 นั้น ปกติในพลับมีปริมาณน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 80 ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ระยะเวลานานพอสมควรในการทำแห้ง ประกอบกับอุณหภูมิที่ใช้นั้นจะอยู่ในช่วงต่ำ คือ ในช่วงอุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสที่ไม่ดีดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ประกอบกับขนาดของผลพลับที่มีขนาดเล็ก-ใหญ่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นเวลาในการทำแห้งเพื่อให้ได้ลักษณะกึ่งแห้งก็ย่อมแตกต่างกันบ้าง จากการศึกษาหาเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสมในการผลิต เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตพลับกึ่งแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการทดลองเกี่ยวกับปริมาณความชื้นและน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการทำแห้งที่เวลาต่างๆ ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ได้แสดงในตารางที่ 4.9

จากตารางที่4.9 และกราฟรูปที่ 4.3 และ 4.4 พบว่า พลับพันธุ์ P3 มีการระเหยของน้ำไปอย่างต่อเนื่องโดยมีอัตราการระเหยของน้ำในช่วงแรกมาก โดยสังเกตได้จากความชันของเส้นกราฟที่มีอยู่มาก ทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่เป็นองค์ประกอบยังมีอยู่สูง การแพร่ซึมผ่านของน้ำมีได้อย่างต่อเนื่อง ดังกราฟรูปที่ 4.3 น้ำหนักของพลับมีการลดลงไปมากในช่วง 30 ชั่วโมงแรก จากน้ำหนัก 806 กรัม ไปเป็น 334 กรัม เนื่องจากปริมาณน้ำที่มีอยู่มาก และการใช้อุณหภูมิในการทำแห้งสูงที่ 45 องศาเซลเซียส ในกราฟรูปที่ 4.2 แสดงผลที่สอดคล้องกันกล่าวคือ น้ำหนักของพลับมีการลดลงไปมาก แสดงว่าการระเหยไปของน้ำจึงมีอยู่สูง ความชื้นของพลับจึงมีการลดลงอย่างมากโดยใน 30 ชั่วโมงแรกมีการลดลงของปริมาณน้ำจาก 4.30 กรัมน้ำต่อกรัมของแข็งไปเป็น 1.32 กรัมน้ำต่อกรัมของแข็ง จากกราฟทั้งสองรูปจะสังเกตได้ว่า พลับมีการระเหยน้ำออกไปอย่างต่อเนื่องและเป็นไปได้โดยง่าย เพราะรูพรุนของเนื้อพลับมีขนาดที่ใหญ่ การเคลื่อนที่ของน้ำและการสัมผัสกับอากาศร้อนจึงเกิดได้โดยตรง ทำให้เส้น

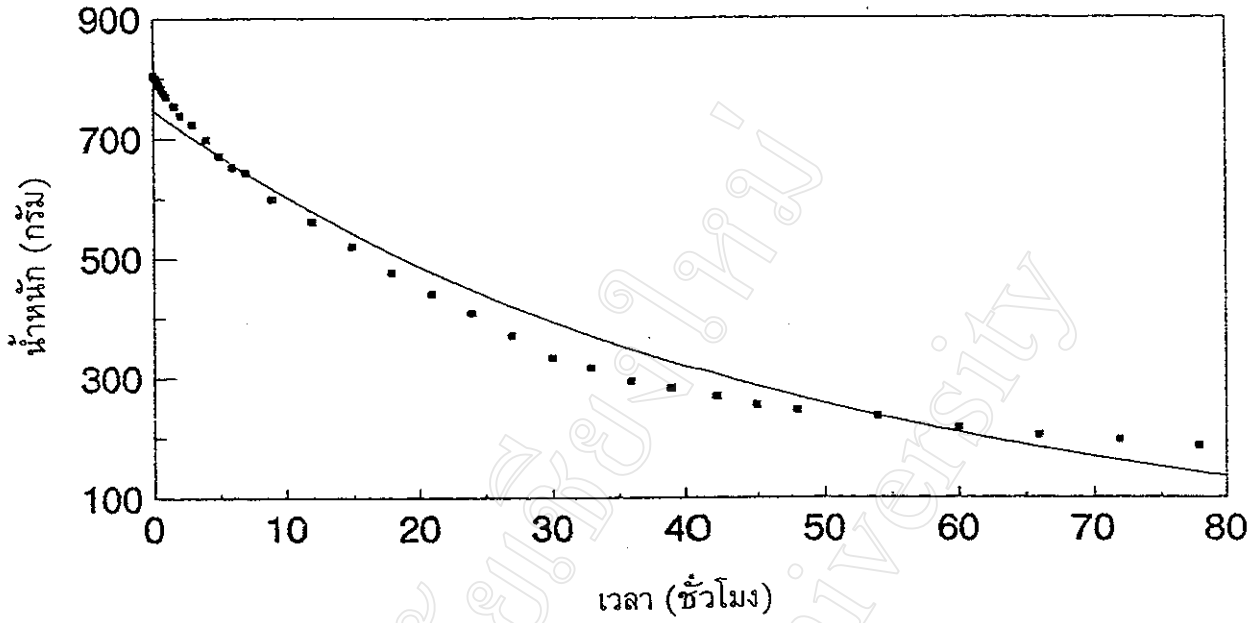
**ตารางที่ 4.9 ปริมาณความชื้นและน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป ในระหว่างการทำแห้งที่เวลาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**

| เวลา (ชม.) | น้ำหนัก (กรัม) | ปริมาณความชื้น (กรัม น้ำ/กรัม ของแข็ง) | | $W_t \times 100 / W_0$ |
|---|---|---|---|---|
| | | | ค่าเฉลี่ย | |
| 0 | 806 | 4.31 | - | - |
| 0.083 | 803 | 4.29 | 4.30 | 99.77 |
| 0.17 | 800 | 4.27 | 4.28 | 99.30 |
| 0.25 | 796 | 4.25 | 4.26 | 98.84 |
| 0.33 | 793 | 4.23 | 4.24 | 98.38 |
| 0.42 | 790 | 4.21 | 4.22 | 97.91 |
| 0.50 | 788 | 4.19 | 4.20 | 97.45 |
| 0.67 | 782 | 4.15 | 4.17 | 96.75 |
| 0.83 | 776 | 4.11 | 4.13 | 95.82 |
| 1 | 770 | 4.07 | 4.09 | 94.90 |
| 1.5 | 755 | 3.98 | 4.03 | 93.50 |
| 2 | 739 | 3.87 | 3.93 | 91.18 |
| 3 | 724 | 3.77 | 3.82 | 88.63 |
| 4 | 698 | 3.60 | 3.69 | 85.61 |
| 5 | 671 | 3.42 | 3.51 | 81.44 |
| 6 | 652 | 3.30 | 3.36 | 77.96 |
| 7 | 643 | 3.24 | 3.27 | 75.87 |
| 8 | 623 | 3.11 | 3.18 | 73.78 |
| 9 | 599 | 2.95 | 3.03 | 70.30 |
| 12 | 561 | 2.7 | 2.83 | 65.66 |
| 15 | 520 | 2.43 | 2.57 | 59.63 |
| 16 | 503 | 2.31 | 2.37 | 54.99 |
| 18 | 477 | 2.14 | 2.23 | 51.74 |
| 21 | 441 | 1.91 | 2.03 | 47.10 |
| 24 | 409 | 1.70 | 1.81 | 42.00 |
| 27 | 370 | 1.44 | 1.57 | 36.43 |
| 30 | 334 | 1.20 | 1.32 | 30.63 |
| 32 | 324 | 1.14 | 1.17 | 27.15 |
| 33 | 317 | 1.09 | 1.12 | 25.99 |
| 36 | 294 | 0.94 | 1.02 | 23.67 |
| 39 | 283 | 0.87 | 0.91 | 21.11 |
| 40 | 277 | 0.83 | 0.85 | 19.72 |
| 42 | 268 | 0.77 | 0.80 | 18.56 |
| 45 | 255 | 0.68 | 0.73 | 16.94 |
| 48 | 246 | 0.62 | 0.65 | 15.08 |
| 54 | 235 | 0.55 | 0.59 | 13.69 |
| 56 | 229 | 0.51 | 0.53 | 12.30 |
| 60 | 217 | 0.43 | 0.47 | 10.91 |
| 64 | 208 | 0.37 | 0.40 | 9.28 |
| 66 | 204 | 0.34 | 0.36 | 8.35 |
| 72 | 196 | 0.29 | 0.32 | 7.42 |
| 78 | 186 | 0.23 | 0.26 | 6.03 |

หมายเหตุ : เริ่มอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นลดอุณหภูมิในการอบมาเป็น 40 องศาเซลเซียส ทำการอบจนกระทั่งจบการทดลอง โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ของอุณหภูมิห้องเป็นร้อยละ 70 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า(45°c) เป็นร้อยละ 34 ; (40°c) เป็นร้อยละ 40 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาออก(45°c)เป็นร้อยละ 34 ; (40°c) เป็นร้อยละ 40 อัตราเร็วลมเท่ากับ 1.4 เมตรต่อวินาที และทำน้ำสมดุลทุกชั่วโมงที่ 8 เป็นเวลาครั้งละ 2 ชั่วโมง

การคำนวณ : ปริมาณความชื้น = น้ำหนักของพลับ ณ เวลาใดๆ - น้ำหนักของพลับที่แห้งสนิท / น้ำหนักของพลับที่แห้งสนิท

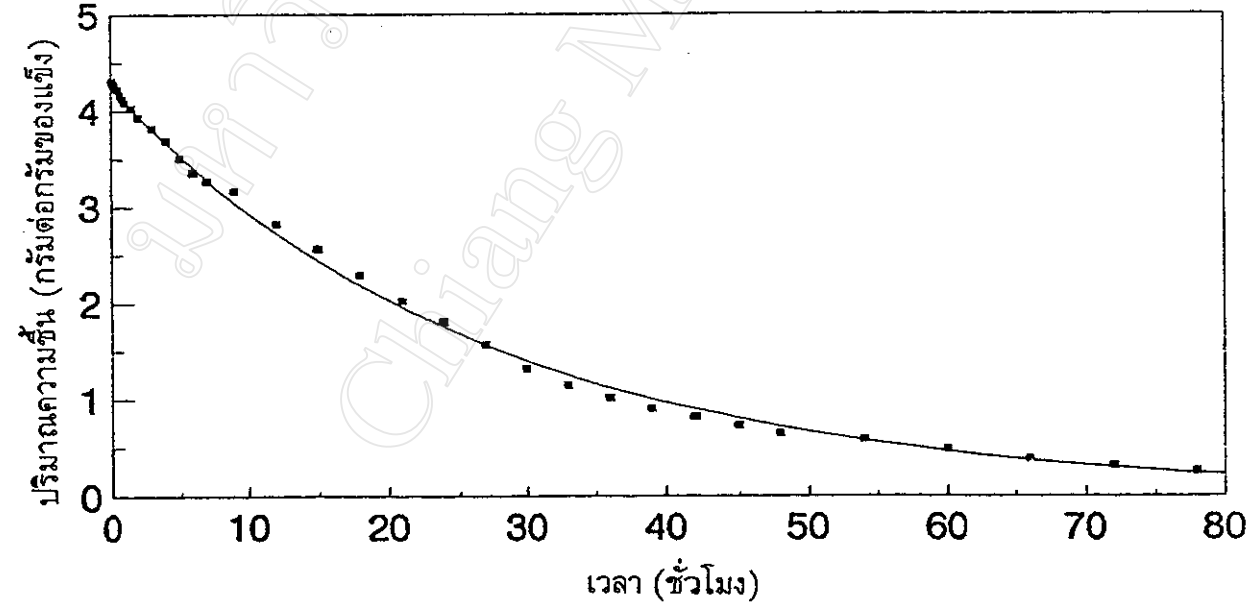
$w_t$ หมายถึง ความชื้นของพลับ ณ เวลาใดๆ ; $w_0$ หมายถึง ความชื้นของพลับเริ่มต้น




**รูปที่ 4.3 กราฟการแห้งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเวลาในการทำแห้งของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**

หมายเหตุ : เริ่มอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นลดอุณหภูมิในการอบมาเป็น 40 องศาเซลเซียส ทำการอบจนกระทั่งจบการทดลอง โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ของอุณหภูมิห้องเป็นร้อยละ 70 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า(45°c) เป็นร้อยละ 34 ; (40°c) เป็นร้อยละ 40 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาออก(45°c) เป็นร้อยละ 34 ; (40°c) เป็นร้อยละ 40 อัตราเร็วลมเท่ากับ 1.4 เมตรต่อวินาที และทำน้ำหนักทุกชั่วโมงที่ 8 เป็นเวลาครั้งละ 2 ชั่วโมง

การคำนวณ : ปริมาณความชื้น = น้ำหนักของพลับ ณ เวลาใดๆ − น้ำหนักของพลับที่แห้งสนิท ; $w_t$ หมายถึง ความชื้นของพลับ ณ เวลาใดๆ;$w_0$ หมายถึงความชื้นของพลับเริ่มต้น
น้ำหนักของพลับที่แห้งสนิท




**รูปที่ 4.4 กราฟการแห้งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาในการทำแห้งของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**

หมายเหตุ : เริ่มอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นลดอุณหภูมิในการอบมาเป็น 40 องศาเซลเซียส ทำการอบจนกระทั่งจบการทดลอง โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ของอุณหภูมิห้องเป็นร้อยละ 70 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า(45°c) เป็นร้อยละ 34 ; (40°c) เป็นร้อยละ 40 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาออก(45°c) เป็นร้อยละ 34 ; (40°c) เป็นร้อยละ 40 อัตราเร็วลมเท่ากับ 1.4 เมตรต่อวินาที และทำน้ำหนักทุกชั่วโมงที่ 8 เป็นเวลาครั้งละ 2 ชั่วโมง

การคำนวณ : ปริมาณความชื้น = น้ำหนักของพลับ ณ เวลาใดๆ − น้ำหนักของพลับที่แห้งสนิท ;$w_t$ หมายถึง ความชื้นของพลับ ณ เวลาใดๆ;$w_0$ หมายถึง ความชื้นของพลับเริ่มต้น
น้ำหนักของพลับที่แห้งสนิท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

กราฟไม่มีลักษณะของ Constant rate period โดยที่เส้นกราฟแสดงในลักษณะ Falling rate period ได้เลย และเมื่อเวลาในการอบแห้งนานขึ้นการระเหยไปของน้ำในพลับจะลดน้อยลง สังเกตได้จากเส้นกราฟมีความชันน้อย ทั้งนี้เนื่องจากน้ำในพลับเริ่มลดน้อยลงและมีการซึมผ่านได้ยาก ประกอบกับการลดอุณหภูมิของการทำแห้งมาที่ 40 องศาเซลเซียสเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช่ผลอันเกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ ทั้งนี้เทคนิคในการทำน้ำสมดุลที่ทุกๆ 8 ชั่วโมง (นานครั้งละ 2 ชั่วโมง) จะช่วยลดความแข็งกระด้างของเนื้อพลับได้ และทำให้การระเหยน้ำเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยที่เมื่อเวลานานขึ้นน้ำหนักของพลับจะลดน้อยลง และน้ำหนักของพลับก็จะยิ่งลดน้อยลงจนเกือบคงที่ในที่สุด อนึ่งเนื่องจากความชื้นของตัวอย่างพลับแต่ละผลมีปริมาณที่แตกต่างกัน อัตราการระเหยของน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นที่มีในพลับจึงแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้จึงเทียบกับร้อยละของปริมาณความชื้นที่คงเหลือในสารตัวอย่าง นั่นคือ

$$\frac{W_t \times 100}{W_o}$$

($W_t$ หมายถึง ความชื้นของพลับ ณ เวลาใดๆ ; $W_o$ หมายถึง ความชื้นของพลับเริ่มต้น)

จะได้ว่าค่าร้อยละของการลดลงไปของน้ำในพลับ P3 เริ่มจากร้อยละ 99.77 ไปเป็น 30.63 (ใน 30 ชั่วโมงแรก) (พลับ P3 มีปริมาณน้ำเฉลี่ยที่เป็นองค์ประกอบเริ่มแรกเท่ากับร้อยละ 81.17)

เมื่อนำค่าของปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป ณ เวลาต่างๆมาหาสมการเชิงเส้นตรงเพื่อหาความสัมพันธ์ของการทำแห้งได้ดังนี้คือ

**log (ความชื้น ; กรัมต่อกรัมของแข็ง) = 1.4438-0.0373 (เวลา ; ชั่วโมง)**

**$R^2$ (ร้อยละ)= 99.65**

จากสมการดังกล่าวสามารถนำมาทำนายเวลาที่เหมาะสมต่อการทำแห้งของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ได้ คือ

ปริมาณน้ำที่ต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งคือที่ปริมาณน้ำร้อยละ 30 เมื่อคิดในค่าของน้ำที่มีหน่วยเป็น กรัมน้ำต่อกรัมของแข็ง (Dry basis)ได้จาก

ความชื้น (กรัมต่อกรัมของแข็ง)= 30/(100-30) = 0.42857

ดังนั้นเมื่อแทนค่าในสมการเพื่อหาเวลาในการทำแห้งได้คือ

log(0.42857) = 1.4438-0.0373(เวลา ; ชั่วโมง)

เพราะฉะนั้นเวลาในการทำแห้งของพลับพันธุ์ P3 คือ 48.57 ชั่วโมง แต่ในทุก 8 ชั่วโมงจะทำน้ำสมดุล 1 ครั้ง โดยทำเป็นระยะเวลาครั้งละ 2 ชั่วโมง ดังนั้นการทำให้แห้งของพลับ P3 ที่ใช้เวลา 48.57 ชั่วโมง จึงต้องทำน้ำสมดุลถึง 6 ครั้งโดยประมาณ ซึ่งคิดเป็นเวลาในการทำน้ำสมดุลทั้งหมด 6 x 2 ซึ่งเท่ากับ 12 ชั่วโมง เวลาในการทำแห้งทั้งหมดจึงเป็น 60.57 ชั่วโมง หรือ 60 ชั่วโมง 34 นาที จึงได้ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งที่มีปริมาณน้ำร้อยละ 30

ทั้งนี้เมื่อนำค่าของน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป ณ เวลาต่างๆมาหาสมการเชิงเส้นตรงเพื่อหาความสัมพันธ์ของการทำแห้งได้ดังนี้คือ

$$1/(\text{น้ำหนัก ; กรัม}) = 0.0012+5.6165\times10^{-5}(\text{เวลา ; ชั่วโมง})$$
$$R^2(\text{ร้อยละ})= 99.52$$

จากสมการดังกล่าวจะสามารถนำมาทำนายเวลาที่เหมาะสมต่อการทำแห้งของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ได้ คือ จากการคำนวณจากสมการเชิงเส้นตรงของความชื้นกับเวลาต่างๆที่เปลี่ยนแปลงไปในการอบพลับข้างต้น ทำให้ทราบว่าเวลาที่ใช้ในการทำแห้งจนมีปริมาณน้ำเป็นร้อยละ 30 คือใช้เวลาในการทำแห้งนาน 48.57 ชั่วโมง

ดังนั้นเมื่อแทนค่าในสมการเพื่อหาน้ำหนักสุดท้ายในการทำแห้งได้คือ

$$1/(\text{น้ำหนัก ; กรัม}) = 0.0012+5.6165\times10^{-5}(48.57)$$

เพราะฉะนั้นน้ำหนักสุดท้ายในการทำแห้งพลับพันธุ์ P3 เพื่อให้มีปริมาณน้ำร้อยละ 30 คือ 254.59 กรัม ในการทดลองได้ใช้พลับในการทำแห้ง 8 ผล ดังนั้นน้ำหนักเฉลี่ยของพลับต่อ 1 ผลคือ 806/8 = 100.75 กรัม ดังนั้นการทำแห้งพลับพันธุ์ P3 ให้มีความชื้นเป็นร้อยละ 30 ต่อ 1 ผลนั้นต้องทำการทำแห้งจนกระทั่งมีน้ำหนัก เป็น 31.83 กรัม

จากตารางที่ 4.10 และกราฟรูปที่ 4.5 และ 4.6 เป็นข้อมูลและกราฟแสดงการทำแห้งของพลับพันธุ์ P4 โดยมีน้ำหนักและความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปในลักษณะเดียวกันกับพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่จะมีเวลาในการอบที่นานกว่า เพราะพันธุ์นี้จะมีขนาดของพลับที่ใหญ่กว่าพันธุ์ P3 ทำให้มีพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศร้อนได้น้อยกว่า(พลับ P4 มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 81.95)

เมื่อนำค่าของความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไป ณ เวลาต่างๆมาหาสมการเชิงเส้นตรงเพื่อหาความสัมพันธ์ของการทำแห้งได้คือ

$$\log(\text{ความชื้น ; กรัมต่อกรัมของแข็ง}) = 1.4960-0.0293(\text{เวลา ; ชั่วโมง})$$
$$R^2(\text{ร้อยละ})= 99.59$$

จากสมการดังกล่าวสามารถนำมาทำนายเวลาที่เหมาะสมต่อการทำแห้งของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ได้ คือ

ความชื้นที่ต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งคือที่ความชื้นร้อยละ 30 เมื่อคิดในค่าของความชื้นที่มีหน่วยเป็น กรัมน้ำต่อกรัมของแข็ง (Dry basis)ได้จาก

ความชื้น (กรัมต่อกรัมของแข็ง)= 30/(100-30) = 0.42857

ดังนั้นเมื่อแทนค่าในสมการเพื่อหาเวลาในการทำแห้งได้คือ

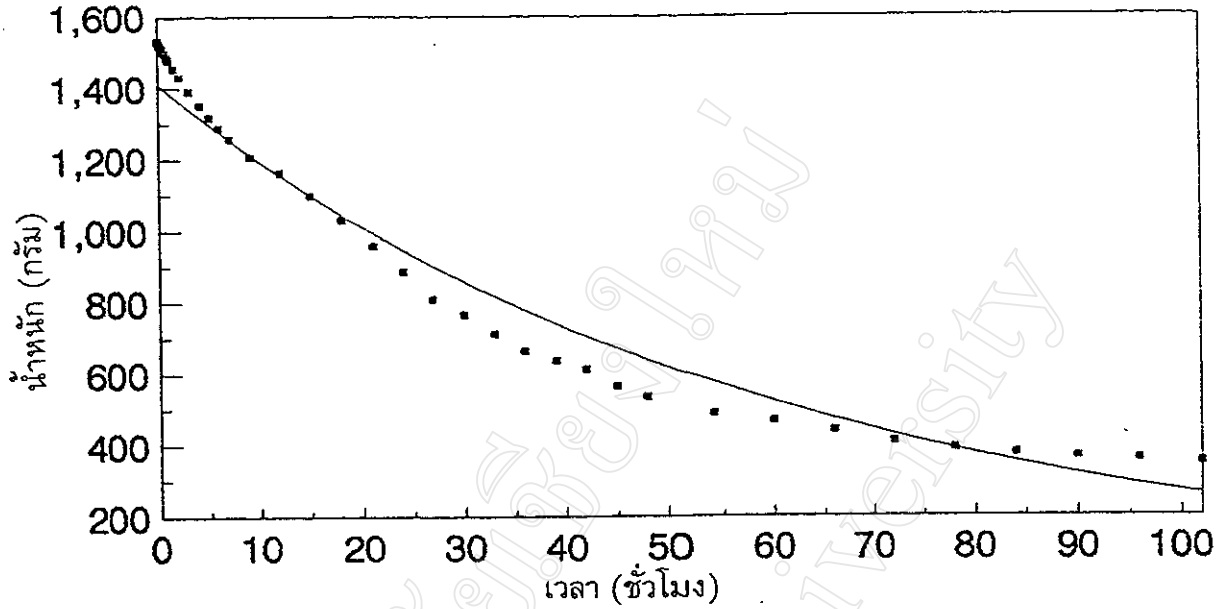
$$\log(0.42857) = 1.4960-0.0293(\text{เวลา ; ชั่วโมง})$$

## ตารางที่4.10 ปริมาณความชื้นและน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการทำแห้งที่เวลาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4

| เวลา (ชม.) | น้ำหนัก (กรัม) | ปริมาณความชื้น (กรัม น้ำ/กรัม ของแข็ง) | | $W_t \times 100$ / $W_o$ |
|---|---|---|---|---|
| | | | ค่าเฉลี่ย | |
| 0 | 1533 | 4.54 | - | - |
| 0.083 | 1527 | 4.52 | 4.53 | 99.78 |
| 0.17 | 1524 | 4.51 | 4.52 | 99.56 |
| 0.25 | 1519 | 4.49 | 4.50 | 99.12 |
| 0.33 | 1514 | 4.47 | 4.48 | 98.68 |
| 0.42 | 1510 | 4.46 | 4.47 | 98.46 |
| 0.50 | 1506 | 4.44 | 4.45 | 98.02 |
| 0.67 | 1498 | 4.41 | 4.43 | 97.58 |
| 0.83 | 1488 | 4.38 | 4.40 | 96.92 |
| 1 | 1481 | 4.35 | 4.37 | 96.26 |
| 1.5 | 1456 | 4.26 | 4.31 | 94.93 |
| 2 | 1433 | 4.18 | 4.22 | 92.95 |
| 3 | 1392 | 4.03 | 4.11 | 90.53 |
| 4 | 1353 | 3.89 | 3.96 | 87.22 |
| 5 | 1319 | 3.77 | 3.83 | 84.36 |
| 6 | 1290 | 3.66 | 3.72 | 81.94 |
| 7 | 1259 | 3.55 | 3.61 | 79.52 |
| 8 | 1238 | 3.47 | 3.51 | 77.31 |
| 9 | 1210 | 3.37 | 3.42 | 75.33 |
| 12 | 1165 | 3.21 | 3.29 | 72.47 |
| 15 | 1100 | 2.98 | 3.10 | 68.28 |
| 16 | 1080 | 2.90 | 2.94 | 64.76 |
| 18 | 1034 | 2.74 | 2.82 | 62.12 |
| 21 | 961 | 2.47 | 2.61 | 57.49 |
| 24 | 889 | 2.21 | 2.34 | 51.54 |
| 27 | 809 | 1.92 | 2.07 | 45.59 |
| 30 | 765 | 1.76 | 1.84 | 40.53 |
| 32 | 732 | 1.65 | 1.71 | 37.67 |
| 33 | 711 | 1.57 | 1.61 | 35.46 |
| 36 | 663 | 1.40 | 1.49 | 32.82 |
| 39 | 636 | 1.30 | 1.35 | 29.74 |
| 40 | 629 | 1.27 | 1.29 | 28.41 |
| 42 | 612 | 1.21 | 1.24 | 27.31 |
| 45 | 565 | 1.04 | 1.13 | 24.89 |
| 48 | 535 | 0.93 | 0.99 | 21.81 |
| 54 | 488 | 0.76 | 0.85 | 18.72 |
| 56 | 481 | 0.74 | 0.75 | 16.52 |
| 60 | 467 | 0.69 | 0.72 | 15.86 |
| 64 | 449 | 0.62 | 0.66 | 14.54 |
| 66 | 440 | 0.59 | 0.61 | 13.44 |
| 72 | 409 | 0.48 | 0.54 | 11.89 |
| 78 | 389 | 0.41 | 0.45 | 9.91 |
| 80 | 385 | 0.39 | 0.40 | 8.81 |
| 84 | 376 | 0.36 | 0.38 | 8.37 |
| 88 | 369 | 0.33 | 0.35 | 7.71 |
| 90 | 366 | 0.32 | 0.33 | 7.27 |
| 96 | 360 | 0.30 | 0.31 | 6.83 |
| 102 | 350 | 0.26 | 0.28 | 6.17 |

หมายเหตุ : เริ่มอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นลดอุณหภูมิในการอบมาเป็น 40 องศาเซลเซียส ทำการอบจนกระทั่งจบการทดลอง โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ของอุณหภูมิห้องเป็นร้อยละ 70 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า(45°C) เป็นร้อยละ 34 ; (40°C) เป็นร้อยละ 40 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาออก(45°C) เป็นร้อยละ 32 ; (40°C) เป็นร้อยละ 40 อัตราเร็วลมเท่ากับ 1.4 เมตรต่อวินาที และทำน้ำสมดุลทุกชั่วโมงที่ 8 เป็นเวลาครั้งละ 2 ชั่วโมง

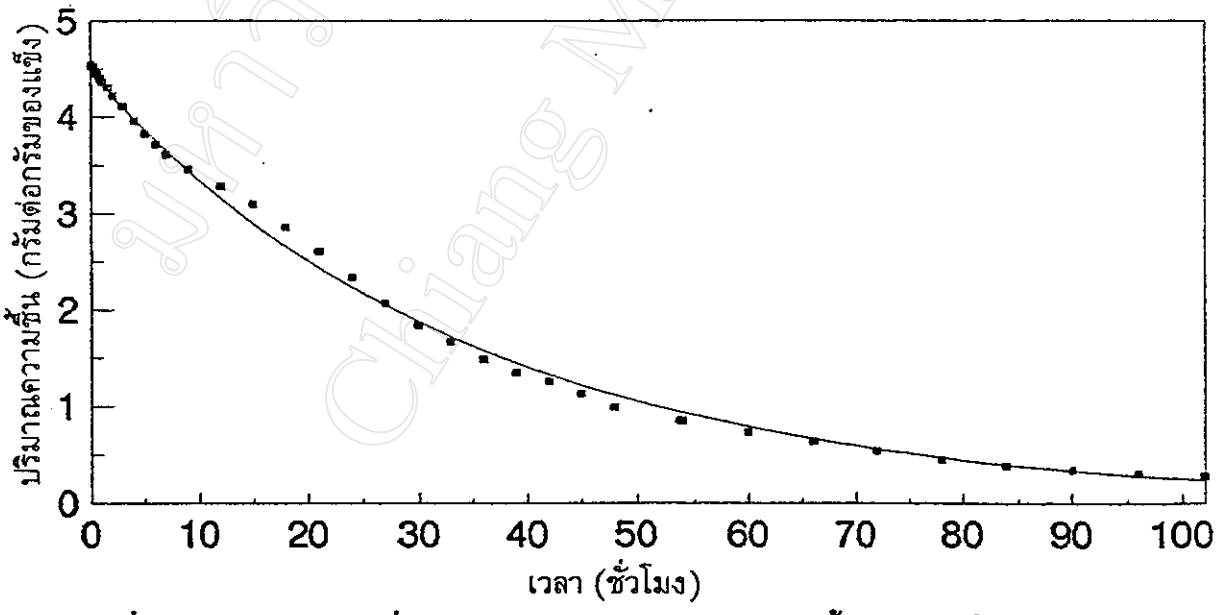
การคำนวณ : ปริมาณความชื้น = น้ำหนักของพลับ ณ เวลาใดๆ − น้ำหนักของพลับที่แห้งสนิท ; $w_t$ หมายถึงความชื้นของพลับ ณ เวลาใดๆ;$w_o$ หมายถึง ความชื้นของพลับเริ่มต้น
น้ำหนักของพลับที่แห้งสนิท




**รูปที่ 4.5 กราฟการแห้งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเวลาในการทำแห้งของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

หมายเหตุ : เริ่มอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นลดอุณหภูมิในการอบมาเป็น 40 องศาเซลเซียส ทำการอบจนกระทั่งจบการทดลอง โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ของอุณหภูมิห้องเป็นร้อยละ 70 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า(45°c) เป็นร้อยละ 34 ; (40°c) เป็นร้อยละ 40 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาออก(45°c) เป็นร้อยละ 32 ; (40°c) เป็นร้อยละ 40 อัตราเร็วลมเท่ากับ 1.4 เมตรต่อวินาที และทำน้ำลมตุลทุกชั่วโมงที่ 8 เป็นเวลาครั้งละ 2 ชั่วโมง

การคำนวณ : ปริมาณความชื้น = $\frac{\text{น้ำหนักของพลับ ณ เวลาใดๆ} - \text{น้ำหนักของพลับที่แห้งสนิท}}{\text{น้ำหนักของพลับที่แห้งสนิท}}$ ; $w_t$ หมายถึง ความชื้นของพลับ ณ เวลาใดๆ;$w_0$หมายถึงความชื้นของพลับเริ่มต้น




**รูปที่4.6 กราฟการแห้งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาในการทำแห้งของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

หมายเหตุ : เริ่มอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นลดอุณหภูมิในการอบมาเป็น 40 องศาเซลเซียส ทำการอบจนกระทั่งจบการทดลอง โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ของอุณหภูมิห้องเป็นร้อยละ 70 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า(45°c) เป็นร้อยละ 34 ; (40°c) เป็นร้อยละ 40 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาออก(45°c) เป็นร้อยละ 32 ; (40°c) เป็นร้อยละ 40 อัตราเร็วลมเท่ากับ 1.4 เมตรต่อวินาที และทำน้ำลมตุลทุกชั่วโมงที่ 8 เป็นเวลาครั้งละ 2 ชั่วโมง

การคำนวณ:ปริมาณความชื้น= $\frac{\text{น้ำหนักของพลับ ณ เวลาใดๆ} - \text{น้ำหนักของพลับที่แห้งสนิท}}{\text{น้ำหนักของพลับที่แห้งสนิท}}$ ; $w_t$ หมายถึง ความชื้นของพลับ ณ เวลาใดๆ ;$w_0$ หมายถึง ความชื้นของพลับเริ่มต้น

เพราะฉะนั้นเวลาในการทำแห้งของพลับพันธุ์ P4 คือ 63.617 ชั่วโมง และในทุก 8 ชั่วโมงจะทำน้ำสมดุล 1 ครั้ง โดยทำเป็นระยะเวลาครั้งละ 2 ชั่วโมง ดังนั้นการทำแห้งของพลับ P4 ที่ใช้เวลา 63.617 ชั่วโมงจะต้องทำน้ำสมดุลถึง 7 ครั้งโดยประมาณ คิดเป็นเวลาในการทำน้ำสมดุลทั้งหมด 7 x 2 เท่ากับ 14 ชั่วโมง เวลาในการทำแห้งทั้งหมดจึงเป็น 77.617 ชั่วโมง หรือประมาณ 77 ชั่วโมง 37 นาที จึงได้ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งที่มีปริมาณน้ำร้อยละ 30

เมื่อนำค่าของน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป ณ เวลาต่างๆมาหาสมการเชิงเส้นตรงเพื่อหาความสัมพันธ์ของการทำแห้งได้ดังนี้คือ

$$1/(\text{น้ำหนัก;กรัม}) = 0.0006+2.3813\times10^{-5}\ (\text{เวลา ; ชั่วโมง})$$

$$R^2(\text{ร้อยละ}) = 99.27$$

ได้นำสมการดังกล่าวมใช้ในการทำนายเวลาที่เหมาะสมต่อการทำแห้งของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ได้ คือ จากการคำนวณจากสมการเชิงเส้นตรงของความชื้นกับเวลาต่างๆที่เปลี่ยนแปลงไปในการอบพลับข้างต้น ทำให้ทราบว่าเวลาที่ใช้ในการทำแห้งจนมีปริมาณน้ำเป็นร้อยละ 30 คือใช้เวลาในการทำแห้งนาน 63.617 ชั่วโมง

ดังนั้นเมื่อแทนค่าในสมการเพื่อหาน้ำหนักสุดท้ายในการทำแห้งคือ

$$1/(\text{น้ำหนัก ; กรัม}) = 0.0006+2.3813\times10^{-5}(63.617)$$

เพราะฉะนั้นน้ำหนักสุดท้ายในการทำแห้งพลับพันธุ์ P4 เพื่อให้มีความชื้นร้อยละ 30 คือ 472.83 กรัม ในการทดลองได้ใช้พลับในการทำแห้ง 8 ผล น้ำหนักเฉลี่ยของพลับต่อ 1 ผล คือ 1533/8 = 191.63 กรัม ดังนั้นการทำแห้งพลับพันธุ์ P4 ให้มีความชื้นเป็นร้อยละ 30 ต่อ 1 ผลนั้นต้องทำการทำแห้งจนกระทั่งมีน้ำหนักเหลือ 59.11 กรัม อย่างไรก็ตามเวลาในการทำแห้งที่ได้นั้นเป็นเพียงแนวทางในการนำไปปฏิบัติจริงเพราะว่าในตู้อบลมร้อนในระดับอุตสาหกรรมจะมีความเร็วลม ตลอดจนอุณหภูมิในตู้ที่ไม่คงที่เหมือนเครื่องมือที่ใช้ในระดับ Pilot scale การจัดเรียงผลเพื่อเข้าเตาอบ และขนาดของผลพลับที่แตกต่างกันก็จะเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เวลาในการอบแตกต่างกันบ้างพอสมควร

## 4.3 การใช้สารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทในการถนอมรักษาพลับกึ่งแห้ง

พลับกึ่งแห้งที่ผ่านกระบวนการผลิตที่เหมาะสมจากที่ได้ทำการศึกษาดังผลการทดลองที่ 4.1และ4.2แล้วนั้น จะนำมาศึกษาผลของการแช่พลับกึ่งแห้งในสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทต่อปริมาณกรดซอร์บิคที่พลับกึ่งแห้งสามารถดูดซับไว้ได้ ทั้งนี้เพื่อจุดประสงค์ในการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์โดยเฉพาะเชื้อราและยีสต์ที่อาจปนเปื้อนในระหว่างการผลิตที่อาจจะเจริญขึ้นอีกได้ในช่วงที่ทำการเก็บรักษารวมทั้งประสิทธิภาพในการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ร่วมกับสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์แต่เดิมด้วยนั้น เนื่องจากได้มีการใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณที่

ตารางที่ 4.11 ปริมาณเชื้อรา ยีสต์ และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สังเกตเห็น ของพลับกึ่งแห้งพันธ์ P3 และ P4 ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง

| ผลการวิเคราะห์ | พลับกึ่งแห้ง | |
|---|---|---|
| | พันธุ์ P3 | พันธุ์ P4 |
| | เวลาที่เก็บรักษา 10 วัน | เวลาที่เก็บรักษา 14 วัน |
| ปริมาณเชื้อรา (โคโลนีต่อกรัม) | 160 | 115 |
| ปริมาณเชื้อยีสต์ (โคโลนีต่อกรัม) | 214 | 150 |
| การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สังเกตเห็น | คราบผลึกสีขาวเกาะบริเวณผิวหน้า | คราบผลึกสีขาวเกาะบริเวณผิวหน้า |

มากเกินไป ซึ่งอาจเป็นผลต่อกลิ่นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในตัวผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามถ้าหากมีการบริโภคซัลเฟอร์ไดออกไซด์และซัลไฟต์เข้าไปในร่างกาย สารดังกล่าวจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นซัลเฟตแล้ว สามารถขจัดออกทางปัสสาวะ แต่ถ้าบริโภคเข้าไปในปริมาณที่มากเกินไป เช่น จากการทดลองให้คนบริโภคโซเดียมซัลไฟต์ในปริมาณ 1 กรัมต่อวัน พบว่าปริมาณวัตถุกันเสียที่เหลือจากการถูกออกซิไดซ์นี้ จะไปลดประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและไขมันในร่างกาย (ศิวาพร, 2529) ในการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อราและยีสต์ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ภายหลังการผลิต พบว่า พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและโดยการบรรจุในบรรยากาศปกติเป็นเวลา 10 วันพบว่า ปริมาณเชื้อราเท่ากับ 160 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณเชื้อยีสต์เฉลี่ย 214 โคโลนีต่อกรัม (ตารางที่ 4.11) และมีค่าความชื้นร้อยละ 30.34 ปริมาณกรดคิดเทียบกรดซิตริคร้อยละ 0.512 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.11 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับร้อยละ 47 ค่าสี L a* และ b* เท่ากับ 40.81 11.77 และ 13.29 ตามลำดับ ส่วนพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 เมื่อทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและโดยการบรรจุในบรรยากาศปกติเป็นเวลา 14 วัน มีปริมาณเชื้อราเท่ากับ 115 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณเชื้อยีสต์เฉลี่ย 150 โคโลนีต่อกรัม (ตารางที่ 4.11) และมีค่าความชื้นร้อยละ 29.62 ปริมาณกรดคิดเทียบกรดซิตริคเป็นร้อยละ 0.672 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ 5.06 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับร้อยละ 56.40 ค่าสี L a* และ b* เท่ากับ 43.17 15.50 และ 24.74 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณเชื้อราและยีสต์ของพลับกึ่งแห้งทั้งสองสายพันธุ์ที่ทำการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและโดยวิธีการบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติมีปริมาณเกินกว่ากฎหมายกำหนดให้มีได้ กล่าวคือ ในผลไม้แห้ง กฎหมายกำหนดให้มีปริมาณเชื้อราและยีสต์ได้ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม

(มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2533) ดังนั้นจึงได้นำสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทที่แตกตัวเป็นกรดซอร์บิคมาใช้ร่วมเพื่อยับยั้งจุลินทรีย์โดยเฉพาะเชื้อราและยีสต์ ในการช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ โดยปัจจัยในการทดลอง คือ ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียม-ซอร์เบทและเวลาในการแช่พลับ ซึ่งพลับกึ่งแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ เมื่อนำไปทำแห้งที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารละลายเหล่านั้นถูกดูดซับและแห้งไปกับลูกพลับหลังการอบแห้ง เมื่อได้สิ่งทดลองทั้งหมดแล้วจะนำตัวอย่างของแต่ละสิ่งทดลองมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท และคัดเลือกความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทและเวลาในการแช่พลับที่เหมาะสมที่สุดต่อการนำไปใช้ในกระบวนการผลิตพลับกึ่งแห้งต่อไป

ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซี่ยมซอร์เบทของพลับพันธุ์ P3 ใช้ที่ความเข้มข้น ร้อยละ 1-2 และพันธุ์ P4 ใช้ที่ความเข้มข้น ร้อยละ 2-4 ซึ่งผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ จากตารางทั้งสองจะพบว่า พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3และ P4 ที่แช่ในสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบท เมื่อมีความเข้มข้นของสารละลายและเวลาในการแช่มากขึ้นจะทำให้มีปริมาณกรดซอร์บิคเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ โดยพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 มีปริมาณกรดซอร์บิคอยู่ในช่วง 326-853 ส่วนในล้านส่วน และ พันธุ์ P4 อยู่ในช่วง 544-1295 ส่วนในล้านส่วน ตารางที่ 4.12 พบว่าเมื่อใช้เวลาในการแช่พลับพันธุ์ P3 นาน 30 นาที ที่มีความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทเป็นร้อยละ 1 และ 2 จะให้ค่ากรดซอร์บิคที่ผิวของพลับดูดซับไว้ได้ในปริมาณ 326.58$\pm$3.82ส่วนในล้านส่วน และ 568.71$\pm$7.84 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ โดยให้ค่าปริมาณกรดซอร์บิคที่พลับดูดซับไว้ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) ส่วนเวลาในการแช่พลับพันธุ์ P3 นาน 60 นาทีนั้น ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทเป็นร้อยละ 1 และ 2 จะให้ค่ากรดซอร์บิคที่ผิวของพลับดูดซับไว้ได้ในปริมาณ 474$\pm$5 ส่วนในล้านส่วน และ 853$\pm$8 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ปริมาณกรดซอร์บิคที่พลับดูดซับไว้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) ทั้งในระดับความเข้มข้นและเวลาที่ต่างกันด้วย โดยการทดลองนี้ใช้สมการเชิงเส้นตรงในการวิเคราะห์ พบว่า พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 มีการดูดซับกรดซอร์บิคที่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบท และการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและเวลาในการแช่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq 0.05$) ดังนั้นจึงคัดเลือกความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทที่ความเข้มข้น ร้อยละ 2 เวลาในการแช่พลับเท่ากับ 60 วินาที จึงจะทำให้มีปริมาณกรดซอร์บิคในพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 เท่ากับ 853$\pm$8 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งสอดคล้องกับกฎหมายอาหารที่ระบุไว้

ตารางที่4.12 ปริมาณกรดซอร์บิคของพลับกึ่งแห้งพันธุ์P3ที่แช่ในสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทที่ความเข้มข้นร้อยละ 1-2

| สิ่งทดลอง | ความเข้มข้น (ร้อยละ) | เวลา (วินาที) | ปริมาณกรดซอร์บิค (ส่วนในล้านส่วน) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 30 | $326\pm3^{a}$ |
| 2 | 2 | 30 | $568\pm7^{b}$ |
| 3 | 1 | 60 | $474\pm5^{c}$ |
| 4 | 2 | 60 | $853\pm8^{d}$ |
| 5 | 1.5 | 45 | $586\pm7^{e}$ |
| 6 | 1.5 | 45 | $586\pm6^{e}$ |

หมายเหตุ :ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรอักษรอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

สมการเชิงเส้นตรง :

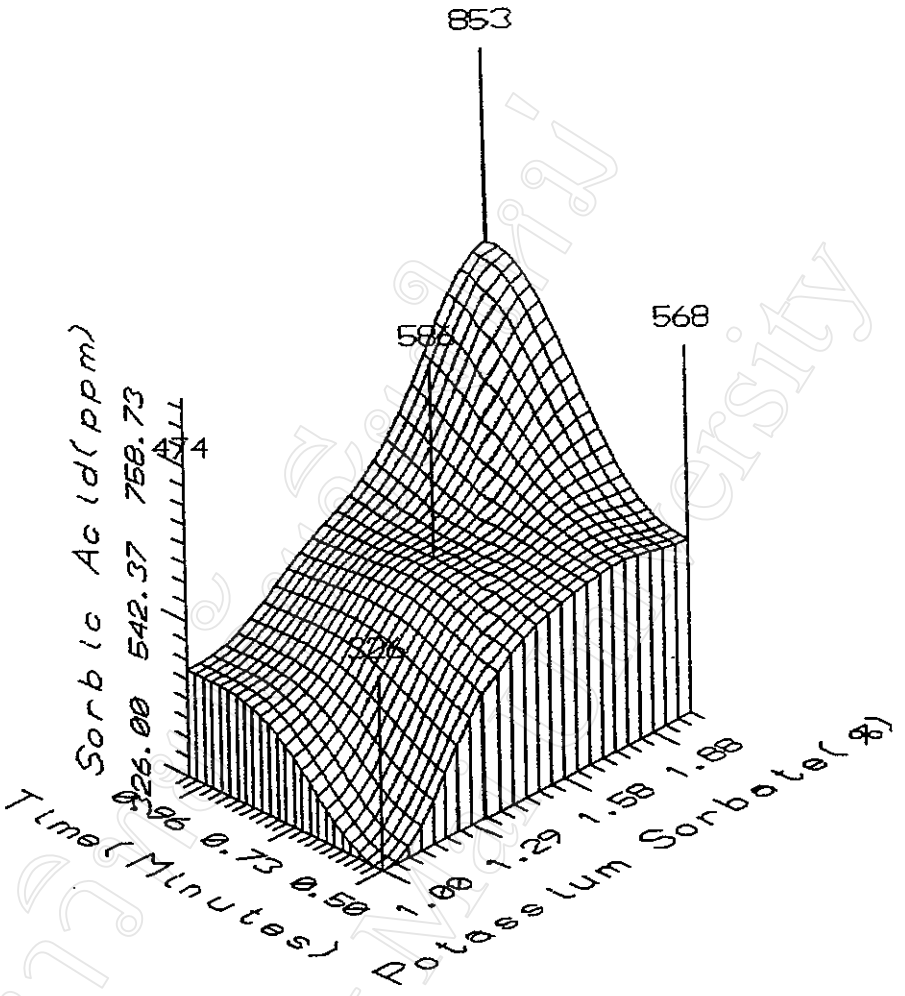
ปริมาณกรดซอร์บิค(ส่วนในล้านส่วน) = 99.7792+95.3290(PS)+ 4.7795 (PS*Time)

$R^2$(ร้อยละ)= 99.24

เมื่อ PS หมายถึงความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ)
Time หมายถึงเวลาในการแช่พลับ (วินาที)

ให้มีปริมาณกรดซอร์บิคในอาหารไม่เกิน 1,000 ส่วนในล้านส่วน (ศิวาพร, 2529) และเมื่อใช้สมการเชิงเส้นตรงคำนวณหาปริมาณกรดซอร์บิคที่พลับพันธุ์ P3 ดูดซับไว้ได้ที่ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 2 เวลาในการแช่นาน 60 นาที จะได้ปริมาณกรดซอร์บิคเท่ากับ 860 ส่วนในล้านส่วน และกราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดซอร์บิคที่พลับพันธุ์ P3 ดูดซับไว้ได้กับระยะเวลาและความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทที่ระดับต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.7 จากกราฟจะเห็นได้ว่าที่ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 2 เวลาในการแช่นาน 60 วินาที จะได้ปริมาณกรดซอร์บิคเท่ากับ 721.83 ส่วนในล้านส่วน

ตารางที่ 4.13 จะเห็นว่าเมื่อมีการใช้เวลาในการแช่พลับพันธุ์ P4 นาน 30 วินาที ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 2 และ 4 จะให้ค่ากรดซอร์บิคที่ผิวของพลับดูดซับไว้ได้ในปริมาณ $544\pm16$ และ $1188\pm8$ ส่วนในล้านส่วน โดยให้ความแตกต่าง




**รูปที่ 4.7 ปริมาณกรดซอร์บิคที่พลับพันธุ์ P3 ดูดซับไว้ได้เทียบกับเวลาและความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทในระดับต่าง ๆ**

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) และที่เวลาในการแช่พลับพันธุ์ P4 นาน 60 นาทีโดยใช้ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ2 และ 4 จะให้ค่ากรดซอร์บิคที่ผิวของพลับดูดซับไว้ได้ในปริมาณ 754±21 และ 1295±11 ส่วนในล้านส่วน จะมีปริมาณกรดซอร์บิคที่พลับดูดซับไว้ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) ทั้งในระดับความเข้มข้นและเวลาที่ต่างกันด้วย เมื่อพิจารณาจากสมการเชิงเส้นตรงสรุปได้ว่า เวลาไม่มีผลต่อการดูดซับกรดซอร์บิคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \geq 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกเวลาในการแช่สารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทของพลับพันธุ์ P4 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 เป็นเวลานาน 30 วินาที (ใช้เวลาน้อยที่สุด เนื่องจากเวลาไม่เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดูดซับกรดซอร์บิคของพลับ) เพื่อให้มีปริมาณกรดซอร์บิคไม่เกิน 1,000 ส่วนในล้านส่วน หรือจากการแทนค่าความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทในสมการเชิงเส้นตรงจะทำให้มีปริมาณกรดซอร์บิค ที่พลับ

**ตารางที่4.13 ปริมาณกรดซอร์บิคของพลับกึ่งแห้งพันธุ์P4ที่แช่ในสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทที่ความเข้มข้นร้อยละ 2-4**

| สิ่งทดลอง | ความเข้มข้น (ร้อยละ) | เวลา (วินาที) | ปริมาณกรดซอร์บิค (ส่วนในล้านส่วน) |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 30 | $544\pm16^{a}$ |
| 2 | 4 | 30 | $1188\pm8^{b}$ |
| 3 | 2 | 60 | $754\pm21^{c}$ |
| 4 | 4 | 60 | $1295\pm11^{d}$ |
| 5 | 3 | 45 | $1093\pm11^{e}$ |
| 6 | 3 | 45 | $1071\pm12^{e}$ |

หมายเหตุ :ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

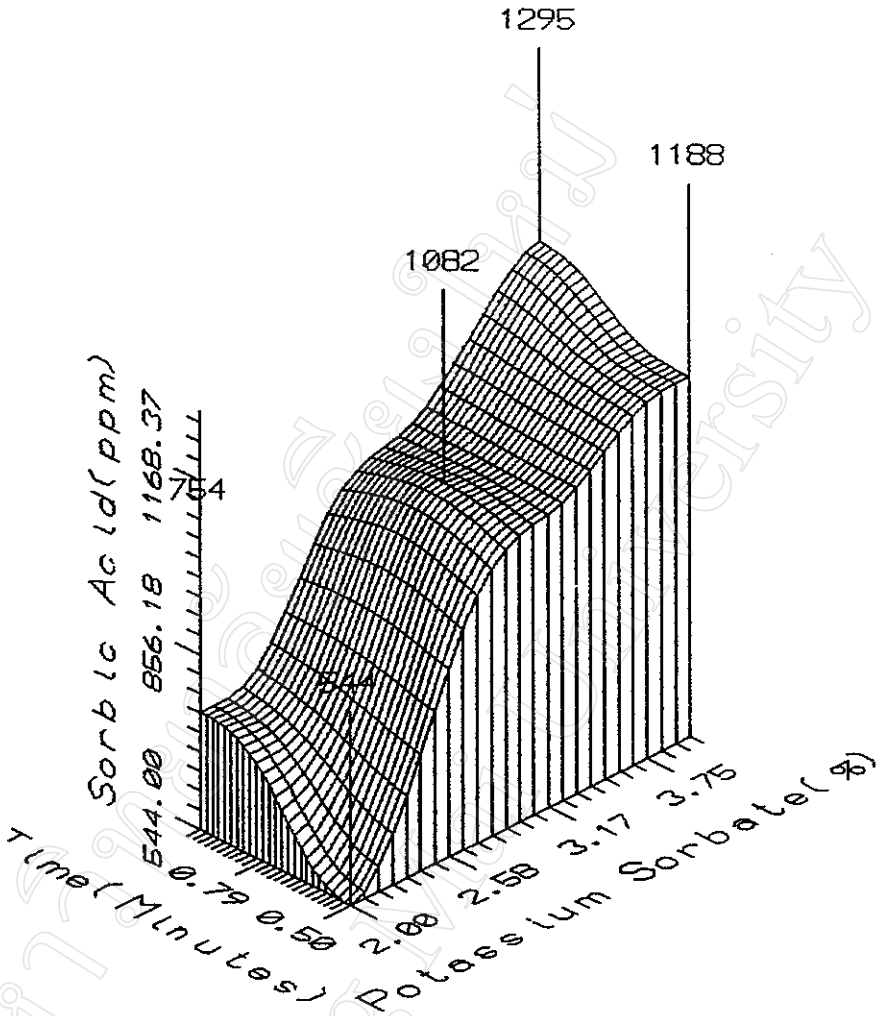
**สมการเชิงเส้นตรง :**

ปริมาณกรดซอร์บิค (ส่วนในล้านส่วน) = 103.5458 + 295.9725 (PS)

$R^2$(ร้อยละ) = 86.85

เมื่อ PS หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ)

กึ่งแห้งพันธุ์ P4 ดูดซับไว้ได้ในปริมาณ 990 ส่วนในล้านส่วน และกราฟสามมิติซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดซอร์บิคที่พลับพันธุ์ P4 ดูดซับไว้กับระยะเวลาและความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทที่ระดับต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.8 จากกราฟจะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 3 เวลาในการแช่นาน 30 วินาที จะส่งผลให้มีปริมาณกรดซอร์บิคเท่ากับ891ส่วนในล้านส่วน แต่จะเห็นได้ว่าพลับแต่ละพันธุ์สามารถที่จะดูดซับกรดซอร์บิคในปริมาณแตกต่างกันออกไปทั้งนี้เนื่องจากลักษณะตามธรรมชาติของพลับแต่ละพันธุ์ เช่นเดียวกับการดูดซับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์นั่นเอง จากการใช้กระบวนกาในการแช่พลับในสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทนั้นทำให้ต้องเพิ่มเวลาในการอบแห้งต่อไปอีก โดยที่พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ต้องใช้เวลาในการอบเพื่อให้สารละลายดังกล่าวแห้งลงเป็นเวลาอีกประมาณ 2-2.5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส




**รูปที่ 4.8 ปริมาณกรดซอร์บิคที่พลับพันธุ์ P4 ดูดซับไว้ได้เทียบกับเวลาและความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทในระดับต่าง ๆ**

**4.4 การเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งโดยวิธีการบรรจุในสภาวะและอุณหภูมิที่แตกต่างกันสามลักษณะ**

พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ที่ทำการศึกษาจาก 3 การทดลองข้างต้น คือ การใช้สารประกอบกำมะถัน การหาเวลาในการทำแห้ง และ การใช้สารประกอบโปแตสเซียมซอร์เบทที่เหมาะสมในพลับกึ่งแห้งแล้วนั้น ได้นำค่าการทดลองที่เหมาะสมดังกล่าวมาใช้ร่วมในกระบวนการผลิตพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P 4 โดยทำการรมควันกำมะถันที่ปริมาณกำมะถัน 10 กรัมต่อตู้อบที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลานาน 20 นาที (ทำก่อนและหลังการอบแห้ง) ทั้งนี้จะอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสในช่วง 24 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นจะอบแห้งต่อที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส จนกระทั่งพลับมีความชื้นประมาณร้อยละ 30 โดยพลับพันธุ์ P3 และ P4 จะใช้เวลาอบแห้ง 60 ชั่วโมง 34 นาที และ 77 ชั่วโมง 37 นาที ตามลำดับ สำหรับการแช่ในสารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทนั้น พันธุ์ P3 จะใช้ความเข้มข้นร้อยละ 2 เวลาในการจุ่ม 60 วินาที พันธุ์ P4 จุ่มในสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 3 เป็นเวลา 30 วินาที แล้วนำพลับทั้งสองพันธุ์ไปอบต่อที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 2-2.5 ชั่วโมง จึงนำไปศึกษาวิธีการบรรจุรวมทั้งศึกษาอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่เหมาะสม โดยการนำพลับทั้งสองสายพันธุ์ไปทำการบรรจุใน 3 ลักษณะคือ การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในสภาวะบรรยากาศปกติ และในสภาวะสุญญากาศ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 10 และ30 องศาเซลเซียส ค่าวิเคราะห์เริ่มต้นของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 แสดงในตารางที่ 4.14

**การเปลี่ยนแปลงค่าทางเคมีของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงค่าทางเคมีของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ที่บรรจุในสภาวะและอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ความเป็นกรดคิดเทียบกรดซิตริค ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด น้ำตาลรีดิวส์ ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ และปริมาณกรดซอร์บิค ซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

**การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และP4ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ สภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสภาวะสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส พบว่า พลับกึ่งแห้งทั้งสองสายพันธุ์ที่อยู่ในสภาวะบรรจุที่แตกต่างกันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ จะให้ค่าปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

**ตารางที่ 4.14 ค่าวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 หลังจากการผลิตแล้วเสร็จ**

| ค่าวิเคราะห์ | พลับกึ่งแห้ง | |
|---|---|---|
| | พันธุ์ P3 | พันธุ์ P4 |
| **ทางด้านเคมี** | | |
| ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) | 29.63±0.86 | 29.00±1.31 |
| ความเป็นกรดคิดเทียบกรดซิตริค (ร้อยละ) | 0.501±0.026 | 0.645±0.024 |
| ความเป็นกรดเป็นด่าง | 5.11±0.05 | 5.07±0.06 |
| ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (บริกซ์) | 50.53±1.71 | 57.07±2.19 |
| น้ำตาลรีดิวส์ (ร้อยละ) | 42.20±2.61 | 49.39±1.41 |
| ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ (ส่วนในล้านส่วน) | 831±10 | 626±1 |
| ปริมาณกรดซอร์บิค (ส่วนในล้านส่วน) | 845±67 | 871±26 |
| **ทางด้านกายภาพ** | | |
| ค่าสี L | 44.12±0.40 | 45.40±3.43 |
| ค่าสี a* | 10.88±0.74 | 13.60±0.27 |
| ค่าสี b* | 15.01+1.64 | 21.91±2.41 |
| ค่าแรงเฉือน (นิวตัน) | 28.28±4.10 | 30.35±7.44 |
| ค่าแรงกด (นิวตัน) | 27.66±5.38 | 23.40±5.34 |
| **ทางด้านจุลินทรีย์** | | |
| ปริมาณเชื้อรา (โคโลนีต่อกรัม) | 35.67±17.22 | 35.00±5.48 |
| ปริมาณเชื้อยีสต์ (โคโลนีต่อกรัม) | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 |
| ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log N) | 3.10±0.15 | 3.07±0.44 |

สถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.15 และ รูปที่ 4.9 -4.10) แต่มีเพียงพันธุ์ P4 เท่านั้นที่ให้ค่าปริมาณความชื้นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) แสดงว่า ถุงบรรจุพลาสติกเนื้อ 2 ชั้นชนิดโพลีเอทธิลีนและโพลีเอสเทอร์ที่ใช้บรรจุพลับกึ่งแห้งนั้นสามารถป้องกันการถ่ายเทไปของปริมาณความชื้นได้ดี ประกอบกับพื้นที่ที่เหลือในถุงมีปริมาณอยู่น้อยการระเหยไปของน้ำจึงมีน้อยตามไปด้วย การเก็บที่อุณหภูมต่ำก็ชะลอการระเหยหรือการควบคุมอุณหภูมิที่คงที่ย่อมจะช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงไปของปริมาณความชื้นได้ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่บรรจุในสภาวะการบรรจุทั้งสามสภาวะในระยะเวลาการ

ตารางที่ 4.15 ปริมาณความชื้นของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| วิธีการบรรจุ | ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | | พันธุ์ P3 | |
| $CO_2$ | 30.98±2.06 | 30.33±1.78 | 30.14±1.71 |
| Normal | 30.17±1.45 | 30.49±0.94 | 29.52±1.79 |
| Vacuum | 30.76±1.81 | 30.64±2.33 | 30.28±1.84 |
| | | พันธุ์ P4 | |
| $CO_2$ | 27.42±2.47 | 26.43±2.06[a] | 28.39±2.01 |
| Normal | 27.57±2.37 | 29.15±1.23[b] | 28.76±1.34 |
| Vacuum | 29.03±1.18 | 28.50±1.14[b] | 29.06±1.66 |

หมายเหตุ :

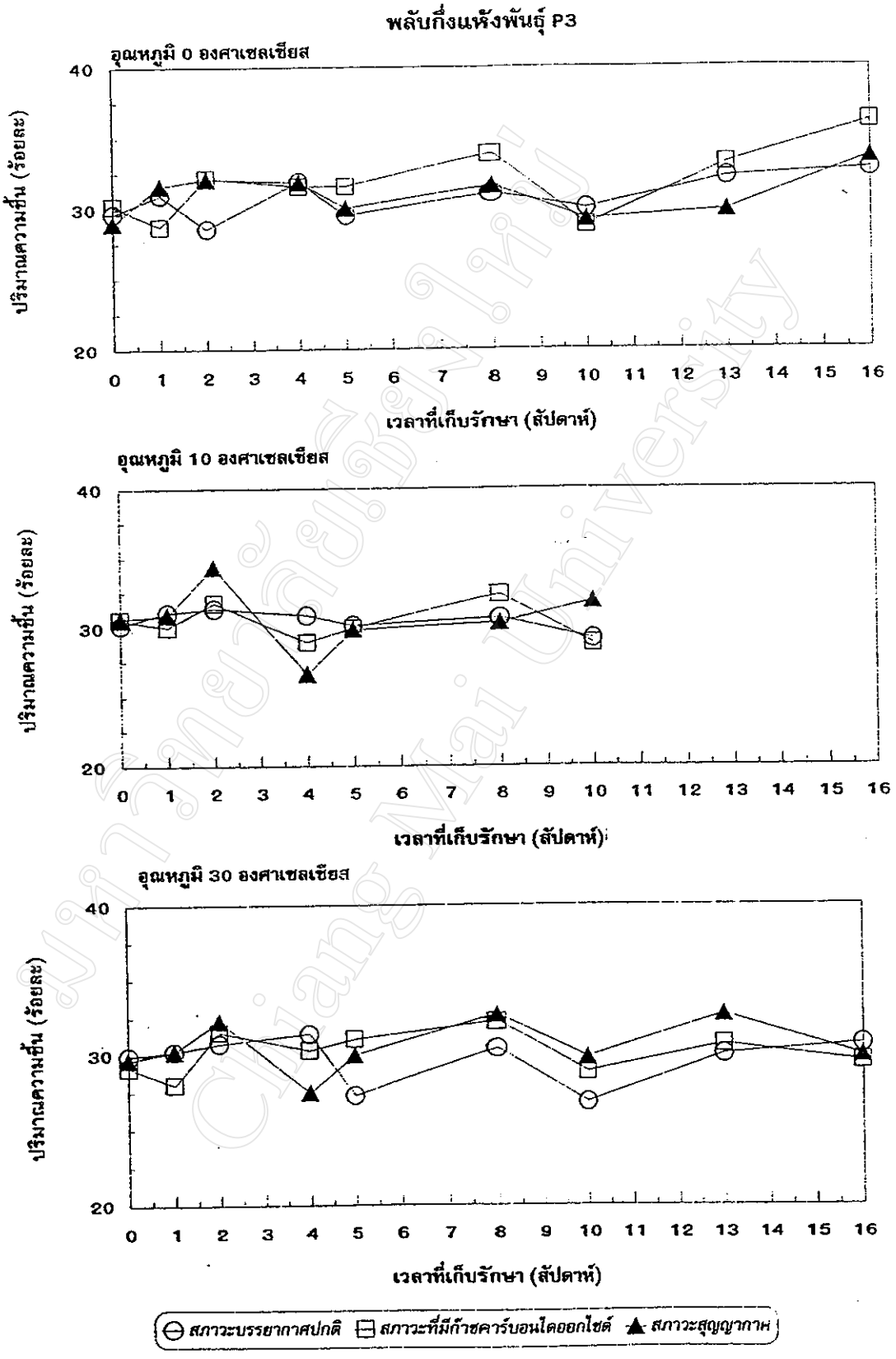
ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ

วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ

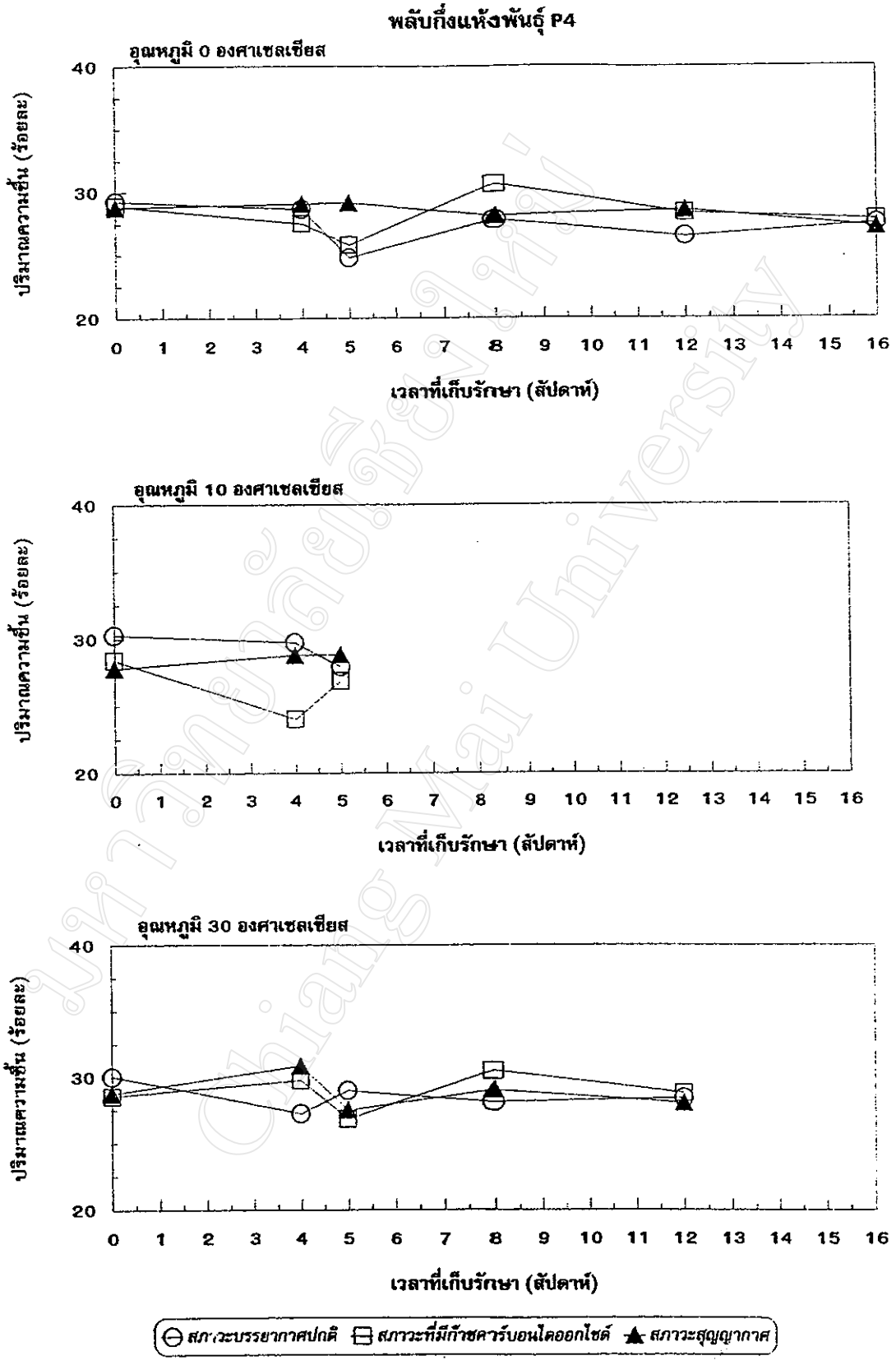
ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

เก็บรักษาเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าเวลาที่เก็บรักษาที่แตกต่างกันให้ค่าปริมาณความชื้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แต่ของความชื้นอยู่ในช่วงที่จัดได้ว่าเป็นอาหารกึ่งแห้งกล่าวคือ มีความชื้นของพลับในแต่ละสัปดาห์ที่จัดได้ว่ามีความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปไม่มากนักคืออยู่ในช่วงร้อยละ28-31 ซึ่งความชื้นที่แตกต่างกันนี้อาจเนื่องจาก ความชื้นเริ่มต้นของพลับกึ่งแห้งที่อาจแตกต่างกันบ้างนั่นเอง และสำหรับพลับพันธุ์P4 ที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 สัปดาห์นั้น พบว่า ให้ค่าปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) ในทุกๆสภาวะที่ทำการบรรจุ ทั้งนี้จากรูปที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าพลับพันธุ์ P3 ที่ทำการบรรจุในสภาวะต่างๆนั้น พลับกึ่งแห้งที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 30 องศาเซลเซียสนั้น สามารถเก็บไว้ได้นานถึง 16 สัปดาห์ (เป็นระยะเวลาที่มีไว้ในแผนการทดลอง)โดยที่ความชื้นยังคงที่ในปริมาณร้อยละ 30 ที่อุณหภูมิการเก็บที่ 10 องศาเซลเซียสนั้น ปรากฏว่าพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 สามารถ เก็บรักษา




**รูปที่ 4.9 ปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆ ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**




**รูปที่ 4.10 ปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆ ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

ไว้ได้ 10 สัปดาห์ ในสัปดาห์ที่ 11 พบว่าที่บริเวณผิวของเนื้อพลับนั้นได้เกิดลักษณะของผลึกสีขาวเกาะอยู่บางส่วนของผล ซึ่งผู้ทดสอบชิมไม่ยอมรับ ในกรณีเช่นนี้ก็เกิดขึ้นในพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ด้วยเช่นกัน โดยเกิดลักษณะดังกล่าวในพันธุ์ P4 ในสัปดาห์ที่ 6 ของการเก็บรักษา แต่ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 30 องศาเซลเซียสลักษณะดังกล่าวเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 13 ซึ่งสันนิษฐานว่า ผลึกสีขาวที่เกิดขึ้นนั้นคือ น้ำตาลรีดิวส์ที่มีอยู่ในเนื้อพลับพันธุ์ P3 ซึ่งมีประมาณร้อยละ 40-45 และในพลับพันธุ์ P4 มีประมาณร้อยละ 45-50 ซึ่งปริมาณค่อนข้างมากกว่าพันธุ์ P3 จึงอาจทำให้เกิดการตกผลึกได้ง่ายกว่า ประกอบกับปริมาณความชื้นที่ต่ำ และสภาพที่มีน้ำตาลรีดิวส์อยู่สูง รวมทั้งที่อุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียสนี้อาจเป็นอุณหภูมิที่พอเหมาะต่อการเกิดผลึกน้ำตาลในพลับได้ ในส่วนของพลับกึ่งแห้งที่ไม่ได้แช่ในสารละลายโปแตสเซียม-ซอร์เบทนั้น การเกิดผลึกเกิดได้ไวกว่า และเป็นที่แน่ใจว่าลักษณะของผลึกสีขาวนั้นไม่ได้เป็นเชื้อรา เพราะผลการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรียในตัวอย่างที่ปรากฏผลึกสีขาวกับตัวอย่างที่ไม่ปรากฏผลึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) โดยที่ปริมาณเชื้อรามีในระดับใกล้เคียงกันกับตัวอย่างอื่น ๆ ลักษณะผลึกสีขาวเป็นลักษณะที่ผู้ทดสอบชิมไม่ยอมรับ สรุปแล้วพอจะได้ข้อสรุปว่า การเก็บ ณ อุณหภูมิต่ำหรือสูงกว่า 10 องศาเซลเซียส อาจเป็นช่วงที่ส่งผลให้เกิดการตกผลึกน้อยลงก็เป็นได้ ดังนั้นอุณหภูมิการเก็บที่ 0 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นานถึง 16 สัปดาห์ ในพลับกึ่งแห้งทั้งสองพันธุ์

**การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด(คิดเทียบกับกรดซิตริค)ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด(คิดเทียบกรดซิตริค)ของพลับกึ่งแห้ง พบว่าพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ในสภาวะการบรรจุต่างกัน 3 ลักษณะ ที่อุณหภูมิ 0 และ 30 องศาเซลเซียสให้ค่าปริมาณกรดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.16) จากรูปที่ 4.11-4.12 จะเห็นได้ว่าเวลาที่เก็บรักษานานขึ้นจะทำให้พลับกึ่งแห้งมีปริมาณกรดมากขึ้น เมื่อพิจารณาในแง่ของอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษาแล้วจะพบว่า ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดมากกว่าพลับกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 และ 10 องศาเซลเซียส โดยพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่เก็บในสภาวะปกติ สภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ สภาวะสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดในเวลาการเก็บรักษานาน 10 สัปดาห์นั้น ให้ค่าของกรดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ในวิธีการบรรจุสภาวะบรรยากาศปกติมี

ตารางที่ 4.16 ปริมาณกรด(คิดเทียบกรดซิตริค) ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| วิธีการบรรจุ | ปริมาณกรด (คิดเทียบกรดซิตริค ; ร้อยละ) | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | พันธุ์ P3 | | |
| $CO_2$ | 0.596±0.085[a] | 0.603±0.093 | 0.659±0.106[a] |
| Normal | 0.601±0.100[a] | 0.585±0.102 | 0.690±0.153[b] |
| Vacuum | 0.548±0.077[b] | 0.588±0.108 | 0.615±0.110[c] |
| | พันธุ์ P4 | | |
| $CO_2$ | 0.672±0.057 | 0.667±0.037 | 0.725±0.063 |
| Normal | 0.667±0.024 | 0.661±0.044 | 0.715±0.026 |
| Vacuum | 0.645±0.037 | 0.699±0.024 | 0.693±0.048 |

หมายเหตุ :

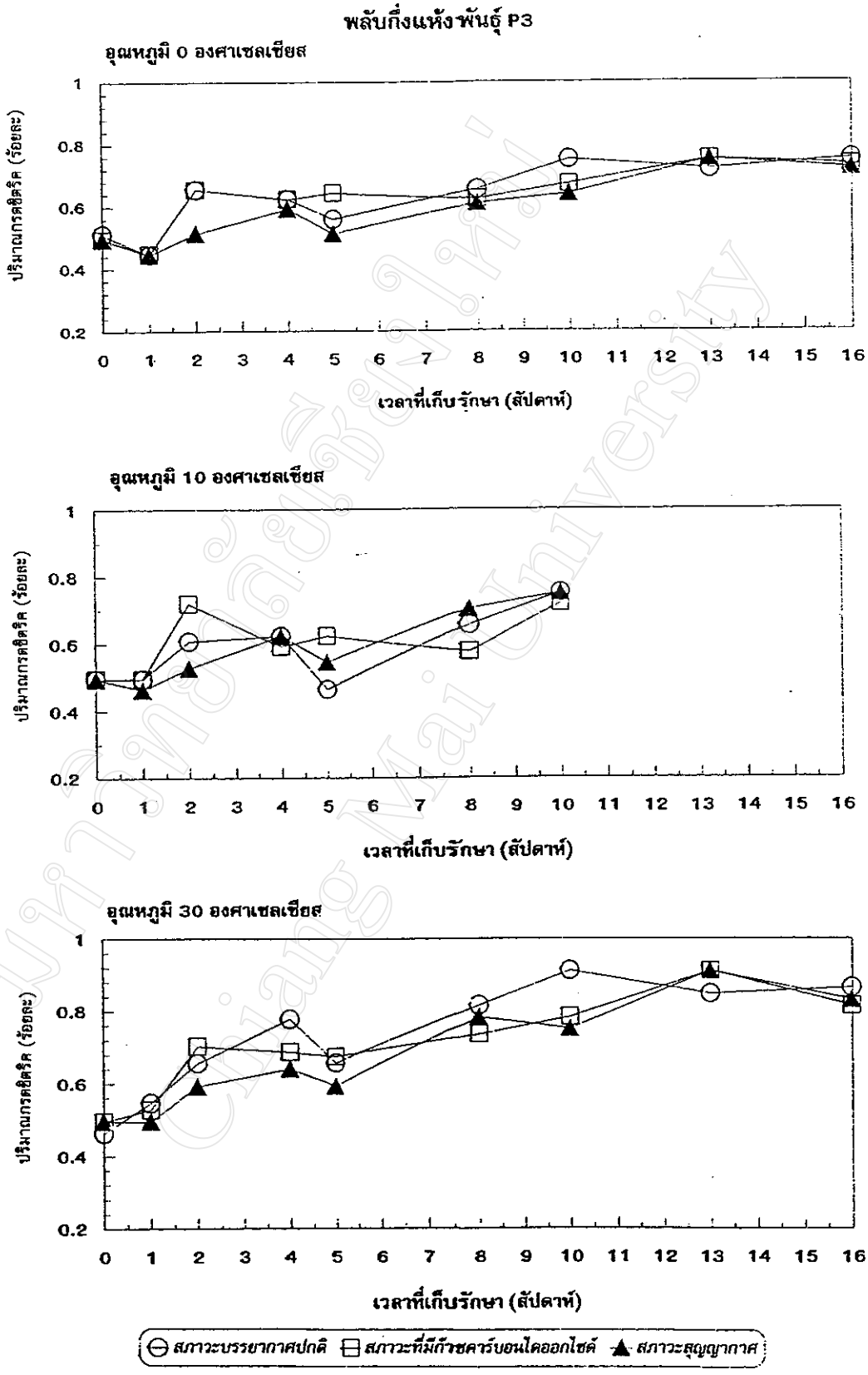
ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ

วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ

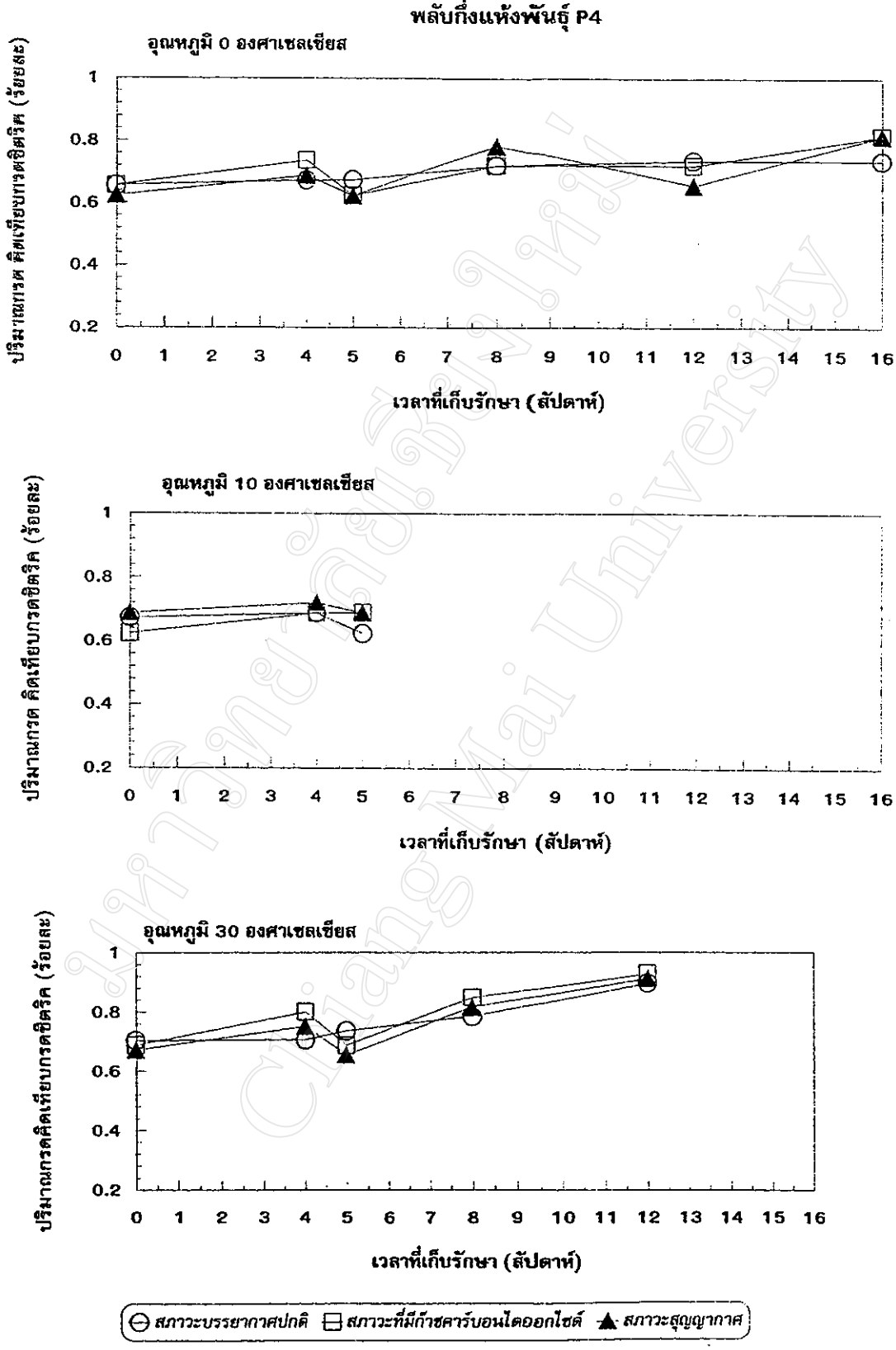
ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิ 0-30 องศาเซลเซียส เป็น 0.601±0.10-0.90±0.15 และมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0-10 เป็น 0.49±0.03-0.81±0.09 การเก็บในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิ 0-30 องศาเซลเซียส เป็น 0.60±0.09-0.66±0.11 และมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0-10 เป็น 0.50±0.02-0.72±0.07 ในสภาวะสุญญากาศมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิ 0-30 องศาเซลเซียส เป็น 0.50±0.08-0.62±0.11 และมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0-10 เป็น 0.50±0.02-0.72±0.07 และในพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 นั้นให้ปริมาณกรดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้นเช่นเดียวกับพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 นั่นคือสรุปได้ว่า ปริมาณกรดที่เกิดขึ้นหลังการเก็บจะเป็นปฏิภาคส่วนตรงกับเวลาที่เก็บนานและในอุณหภูมิที่สูงขึ้น




**รูปที่ 4.11 ปริมาณกรด(คิดเทียบกรดซิตริค)ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**




**รูปที่ 4.12 ปริมาณกรด(คิดเทียบกรดซิตริค)ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

**การเปลี่ยนแปลงความความเป็นกรดเป็นด่างของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

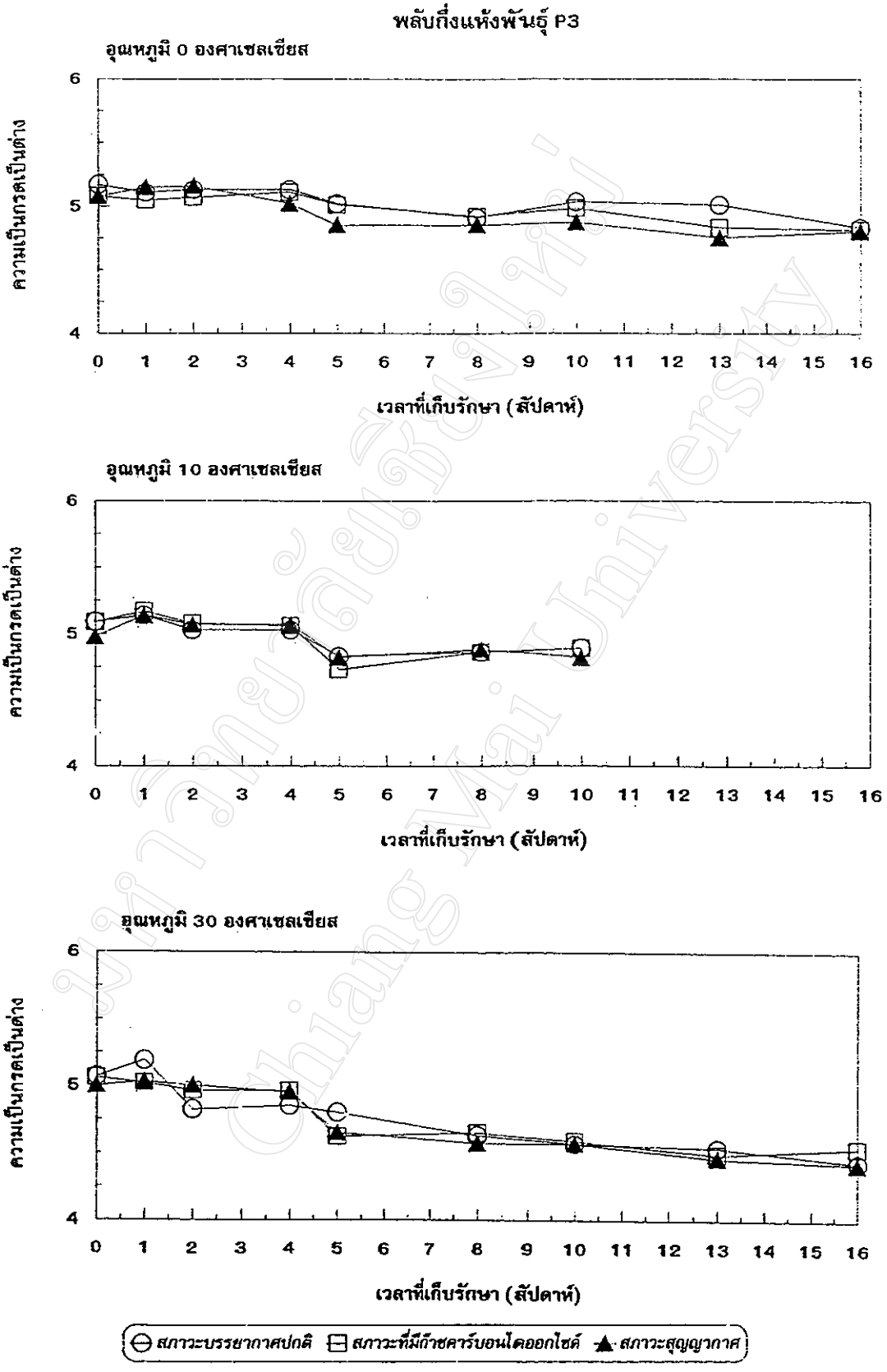
การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของพลับกึ่งแห้งภายหลังการเก็บในทุกสภาวะการบรรจุที่ต่างกัน พบว่าพลับกึ่งแห้งพันธุ์ทั้งสองสายพันธุ์ เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างกัน ให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95($P\leq0.05$) ทุกๆอุณหภูมิ (ตารางที่ 4.17) โดยมีแนวโน้มที่พอจะสังเกตได้ชัดว่าลดลงมากในสภาวะการบรรจุที่เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 3O องศาเซลเซียส ทั้งนี้อาจเนื่องจากตามธรรมชาติของเนื้อพลับที่สามารถดูดซับสารต่างๆได้ ดังนั้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่บรรจุอยู่ภายในถุงบรรจุนั้นจึงซึมซับเข้าไปภายในเนื้อพลับ ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำ เปลี่ยนรูปจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปเป็นกรดคาร์บอนิคได้ ซึ่งถ้าสังเกตด้วยตาเปล่าในระหว่างที่ทำการศึกษาพบว่า ในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3O องศาเซลเซียสนั้น ถุงที่บรรจุพลับมีลักษณะที่แฟ้บลงบ้างเล็กน้อย ซึ่งต่างจากตอนที่ทำการบรรจุใหม่ๆนั่นคืออุณหภูมิที่น้อยกว่า30องศา-เซลเซียส จะชะลอการดูดซึมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพลับได้และในขณะเดียวกันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซที่มีประโยชน์ในการเก็บรักษาผลไม้โดยทั่วไปนั้น อาจเป็นตัวเพิ่มปริมาณกรดหรือลดค่าความเป็นกรดเป็นด่างในผลไม้นั้นได้ ถ้าการเก็บรักษาอยู่ในสภาวะที่ไม่ดีพอ ในรูปที่ 4.13-4.14 จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาที่เก็บรักษานานขึ้นจะทำให้พลับกึ่งแห้งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดน้อยลงในทุกอุณหภูมิ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดที่เพิ่มมากขึ้น และเมื่อพิจารณาในแง่ของอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษาแล้วจะพบว่า ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสมีการลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่มากกว่าพลับกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 และ 10 องศาเซลเซียส โดยในพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่เก็บในสภาวะปกติ สภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ สภาวะสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในเวลาการเก็บรักษานาน10สัปดาห์และให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) กล่าวคือ ในสภาวะปกติมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่อุณหภูมิ 0-30 องศาเซลเซียส เป็น $5.071\pm0.09$-$4.85\pm0.21$ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงจากสัปดาห์ที่ 0-10 เป็น $5.11\pm0.05$-$4.83\pm0.22$ ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงที่อุณหภูมิ 0-30 องศาเซลเซียส เป็น $5.03\pm0.06$-$4.84\pm0.20$ และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงจากสัปดาห์ที่ 0-10 เป็น $5.07\pm0.02$-$4.82\pm0.18$ ในสภาวะที่มีสุญญากาศมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงที่อุณหภูมิ 0-30 องศาเซลเซียส เป็น $5.00\pm0.14$-$4.82\pm0.21$ และค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่สัปดาห์ที่ 0-10 เป็น $5.02\pm0.05$-$4.75\pm0.15$ และในพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4ที่ทำการวิเคราะห์ในช่วง 5สัปดาห์ให้ผลค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกสภาวะการบรรจุและอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) โดยที่การบรรจุในสภาวะปกติมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงที่อุณหภูมิ 0-30 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.17 ความเป็นกรดเป็นด่างของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการ บรรจุต่างกัน 3 ชนิด

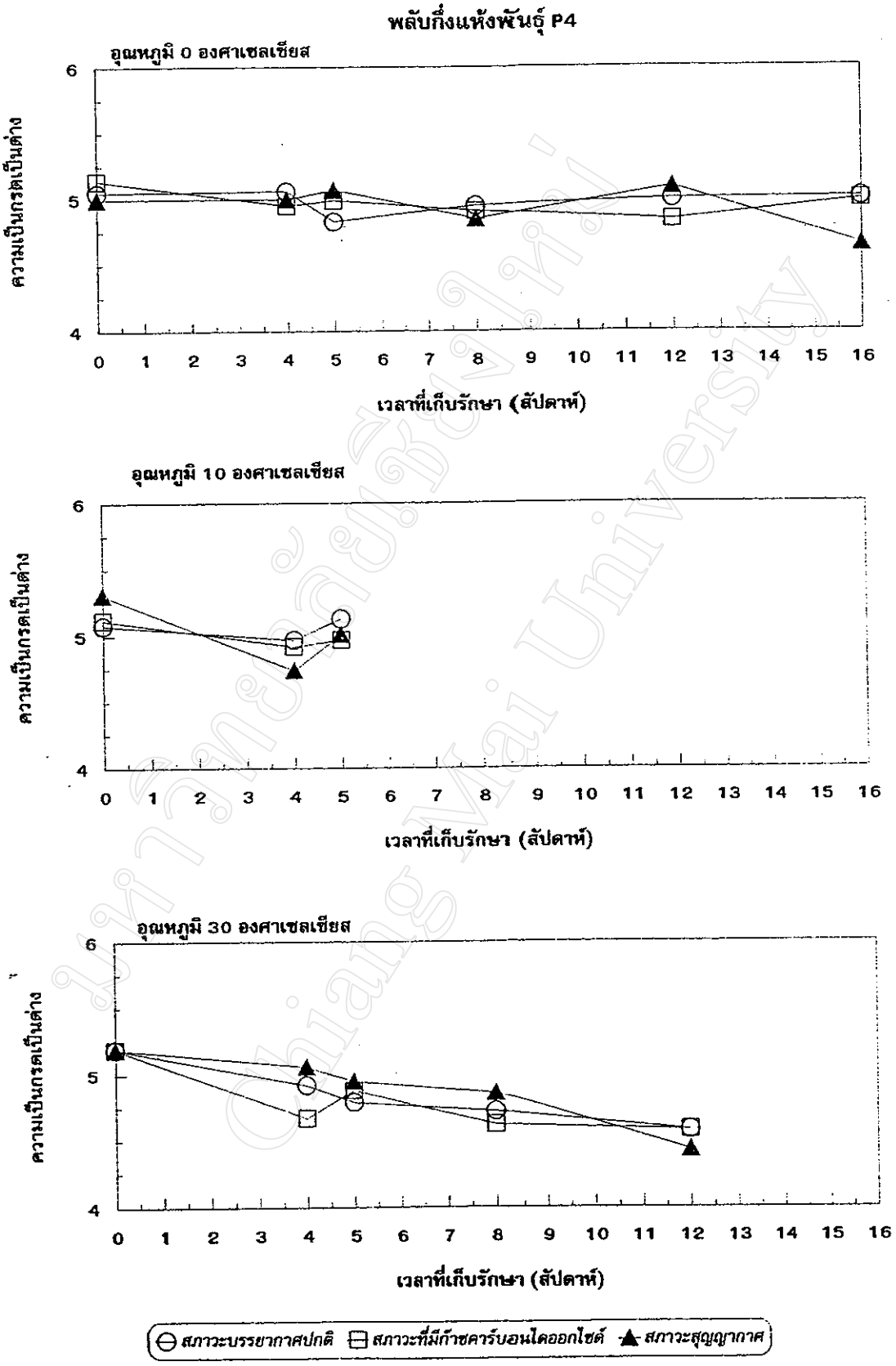
| วิธีการบรรจุ | ความเป็นกรดเป็นด่าง (ร้อยละ) | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | | พันธุ์ P3 | |
| $CO_2$ | 5.03±0.06[a] | 4.98±0.16[a] | 4.84±0.20[a] |
| Normal | 5.07±0.09[b] | 4.98±0.11[a] | 4.85±0.21[a] |
| Vacuum | 5.00±0.14[c] | 4.96±0.13[b] | 4.82±0.21[b] |
| | | พันธุ์ P4 | |
| $CO_2$ | 5.02±0.09[a] | 5.00±0.10[a] | 4.91 0.23[a] |
| Normal | 4.98±0.13[b] | 5.06±0.07[b] | 4.96 0.18[b] |
| Vacuum | 5.02±0.04[a] | 5.02±0.26[b] | 5.06 0.11[c] |

หมายเหตุ :
ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ
วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ
ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

เป็น 4.98±0.13-4.96±0.18 และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงจากสัปดาห์ที่0-5 เป็น 5.11±0.06-4.91±0.17 ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงที่อุณหภูมิ 0-30 องศาเซลเซียส เป็น 5.02±0.09-4.91±0.23 และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงที่สัปดาห์ที่ 0-5 เป็น 5.15±0.05-4.94±0.05 ในสภาวะที่มีสุญญากาศมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงที่อุณหภูมิ 0-30 องศาเซลเซียส เป็น 5.02±0.04-5.06±0.11 และค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงจากสัปดาห์ที่ 0-10 เป็น 5.16±0.14-5.00±0.05 ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งในที่อุณหภูมิสูงมากขึ้นย่อมทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างลดน้อยลง ประกอบกับระยะเวลาในการเก็บที่มากขึ้นก็ยิ่งส่งผลให้มีการลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากยิ่งขึ้น โดยที่การลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษามากขึ้นแปรผกผันกับปริมาณกรดที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆนั่นเอง




**รูปที่ 4.13 ความเป็นกรดเป็นด่างที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**




**รูปที่ 4.14 ความเป็นกรดเป็นด่างที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

**การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ สภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสภาวะสุญญากาศ ที่เก็บที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส พบว่า ในทุกๆสภาวะการทดลองให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95($P\leq0.05$) ยกเว้นพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเท่านั้นที่ให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) ทั้งนี้ค่าของปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่แตกต่างกันนั้นก็มีค่อนข้างน้อย โดยที่มีการขึ้นลงของปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่เก็บในสภาวะการบรรจุ อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ แต่สังเกตได้ว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าที่ลดน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโนที่ทำให้เกิดสารเมลานอลดิน ที่ส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นในผลิตภัณฑ์ (ไพโรจน์, 2539) ประกอบกับของแข็งที่ละลายได้ดังกล่าวอาจลดน้อยลงไปเนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในพลับกึ่งแห้งนั้นใช้เป็นอาหารในการเจริญเติบโต แม้ว่าค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดนี้มีค่าที่แตกต่างกันในเชิงสถิติก็ตาม เมื่อพิจาณาข้อมูลแล้วนั้นถือได้ว่ามีค่าค่อนข้างคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยโดยมีแนวโน้มลดน้อยลง (ตารางที่ 4.18 และ รูปที่ 4.15-4.16)

**การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และP4ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการเก็บรักษาของพลับกึ่งแห้ง พบว่าพลับกึ่งแห้งทั้งสองสายพันธุ์ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) โดยในสภาวะบรรยากาศปกติ และ ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีค่าน้ำตาลรีดิวส์ที่ค่อนข้างน้อยกว่าในสภาวะสุญญากาศ (ตารางที่ 4.19) ในรูปที่ 4.17 จะเห็นได้ว่าพลับทั้งสองพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงไปของปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในลักษณะเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษายาวนานขึ้น ที่อุณหภูมิ 0 และ 10 องศาเซลเซียสมีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ที่ค่อนข้างคงที่ ในขณะที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีการลดลงไปของปริมาณน้ำตาลรีดิวส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) ดังนั้นสรุปได้ว่าที่อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากทำให้มีการลดลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวส์จากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวกับเอนไซม์ โดยที่อุณหภูมิดังกล่าวไปเสริมการเกิดปฏิกิริยาได้รวดเร็วขึ้น สังเกตได้จากพลับที่เก็บรักษาที่อุณหภูมินี้จะมีสีค่อนข้างคล้ำกว่า ซึ่งจะสอดคล้องกับค่าของสี L ที่ลดต่ำลง และส่งผลในแง่ลบกับผู้ทดสอบชิมสังเกตได้จากคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีค่าลดน้อยลงกว่าที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

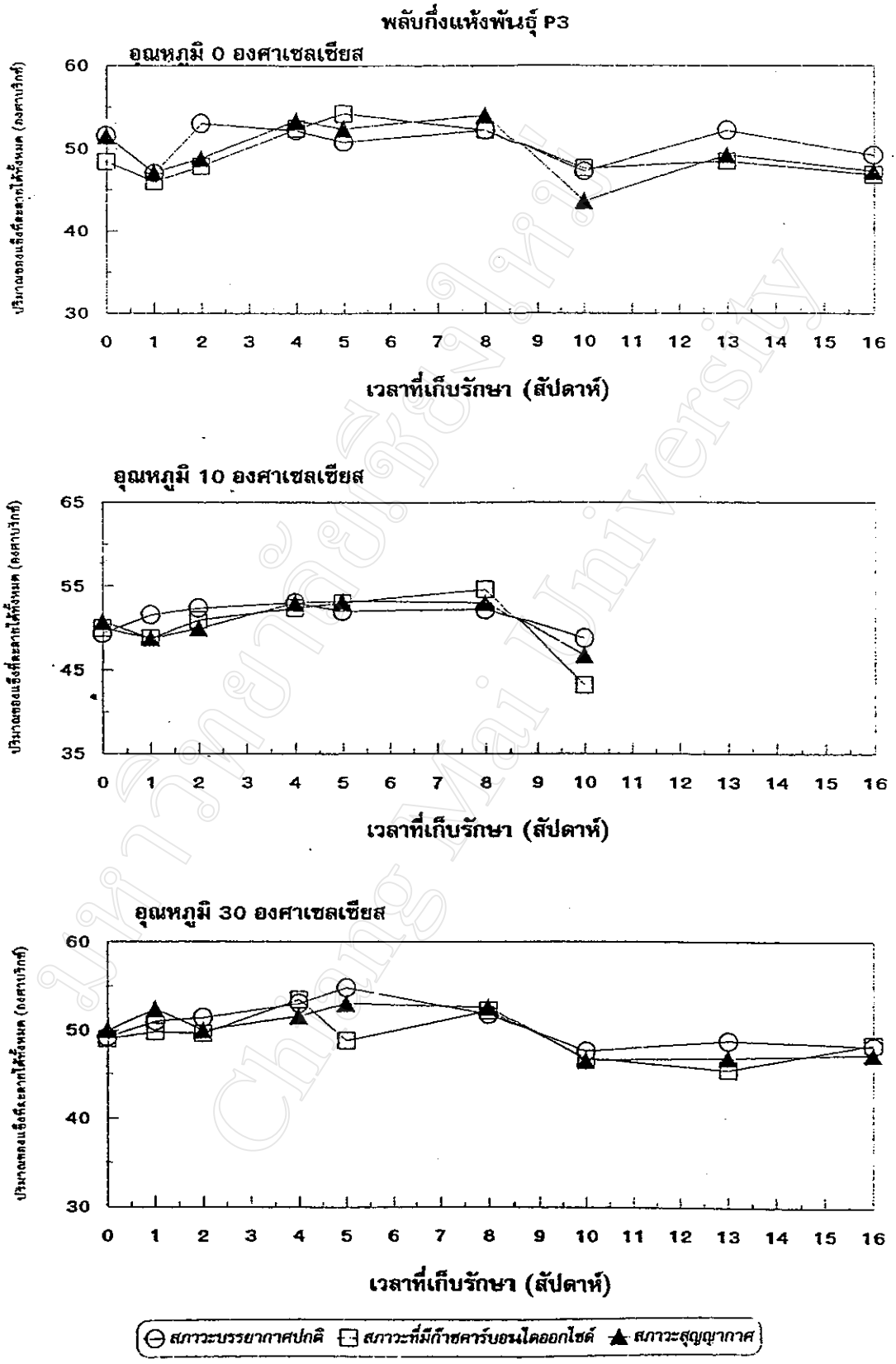
ตารางที่ 4.18 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| วิธีการบรรจุ | ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์) | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | | พันธุ์ P3 | |
| $CO_2$ | 49.80±3.02[a] | 50.42±3.62[a] | 50.89±2.18[a] |
| Normal | 51.26±3.04[b] | 51.34±1.62[b] | 51.26±2.29[a] |
| Vacuum | 50.13±3.69[a] | 50.80±2.40[a] | 49.95±2.28[b] |
| | | พันธุ์ P4 | |
| $CO_2$ | 56.86±1.61 | 57.67±2.00[a] | 57.00±1.00[a] |
| Normal | 58.67±2.13 | 56.20±2.97[b] | 57.93±1.57[b] |
| Vacuum | 58.20±1.71 | 58.67±1.57[a] | 58.35±0.97[b] |

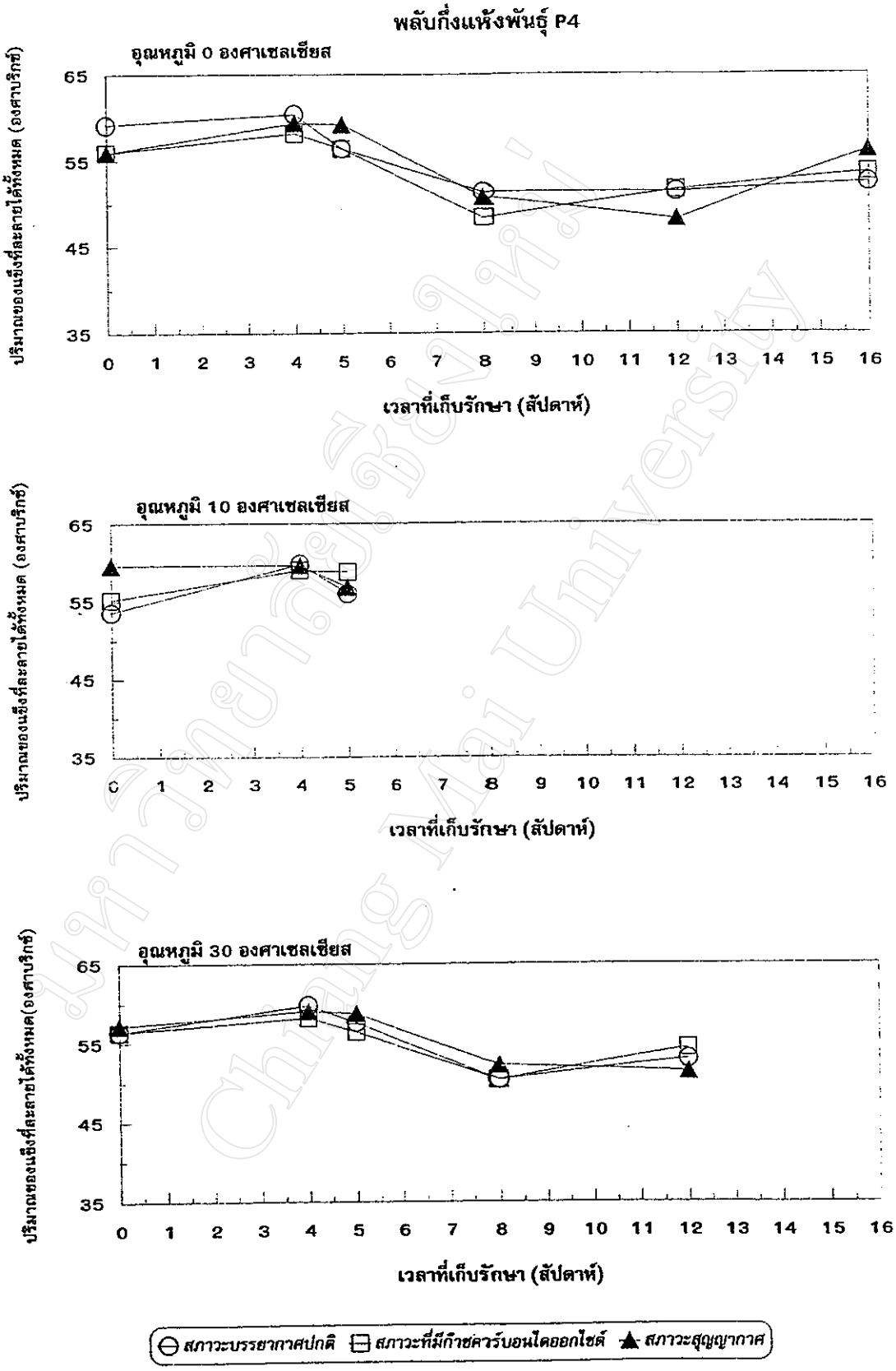
หมายเหตุ :
ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ
วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ
ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

**การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ใน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระในพลับกึ่งแห้งระหว่างการเก็บรักษาพบว่า พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ที่สภาวะการบรรจุต่างๆนั้น เมื่อนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะมีการลดลงของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)(ตารางที่ 4.20และรูปที่ 4.19-4.20) ทั้งนี้ในสภาวะบรรจุที่ต่างกันแต่เก็บที่อุณหภูมิเดียวกันให้ค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)




**รูปที่ 4.15 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**




**รูปที่ 4.16 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

ตารางที่ 4.19 ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| วิธีการบรรจุ | ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ (ร้อยละ) | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | | พันธุ์ P3 | |
| $CO_2$ | 44.10±2.35 | 43.20±2.38 | 39.04±5.82[a] |
| Normal | 45.06±3.35 | 44.64±4.28 | 41.06±3.29[b] |
| Vacuum | 45.58±2.23 | 44.05±2.82 | 40.46±3.56[b] |
| | | พันธุ์ P4 | |
| $CO_2$ | 47.65±0.98 | 49.91±1.64[a] | 43.88±1.43[a] |
| Normal | 48.95±3.30 | 47.87±1.27[b] | 43.87±6.11[a] |
| Vacuum | 46.67±3.08 | 46.15±0.77[c] | 46.87±4.98[b] |

หมายเหตุ :

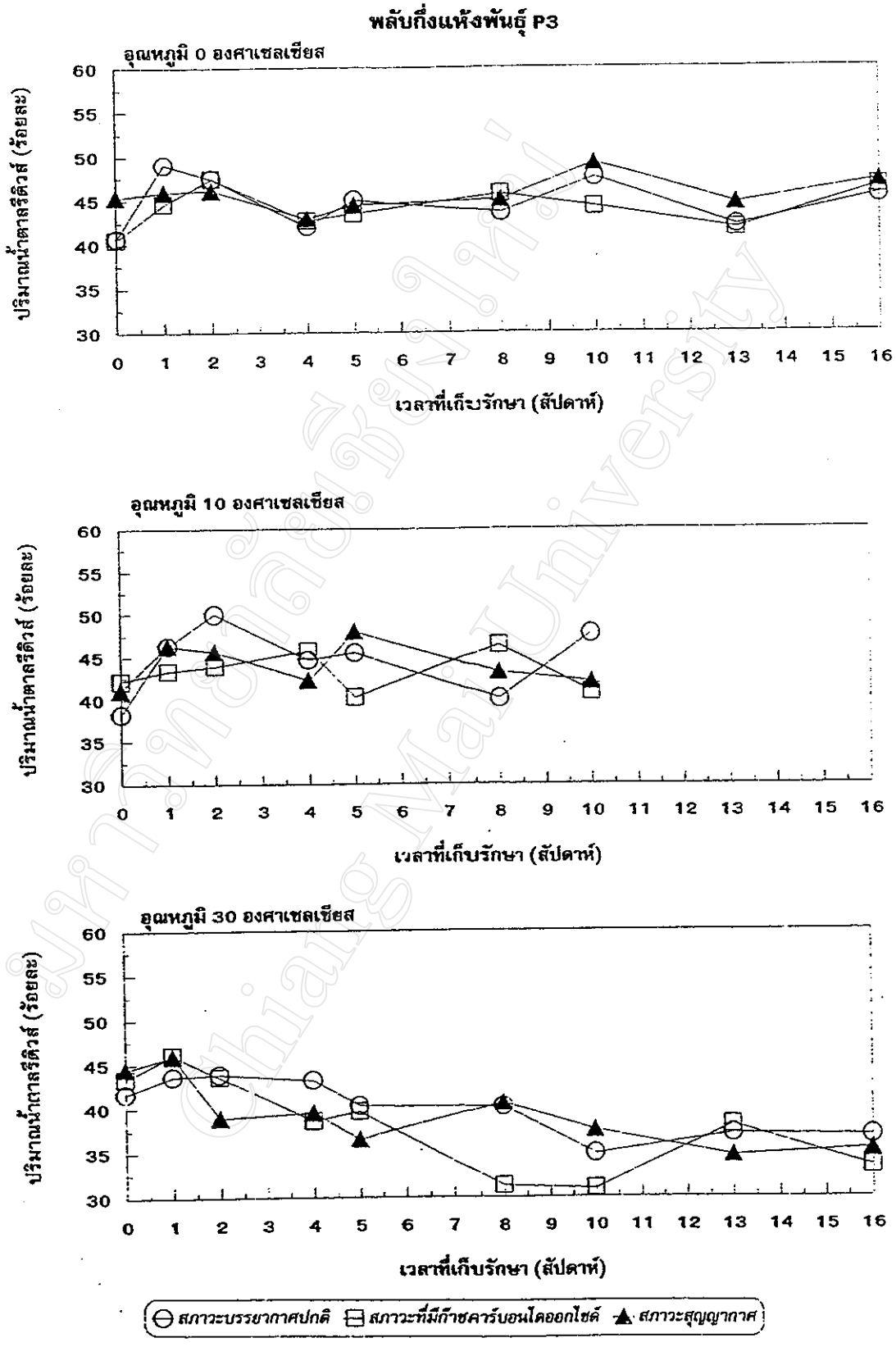
ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ

วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ

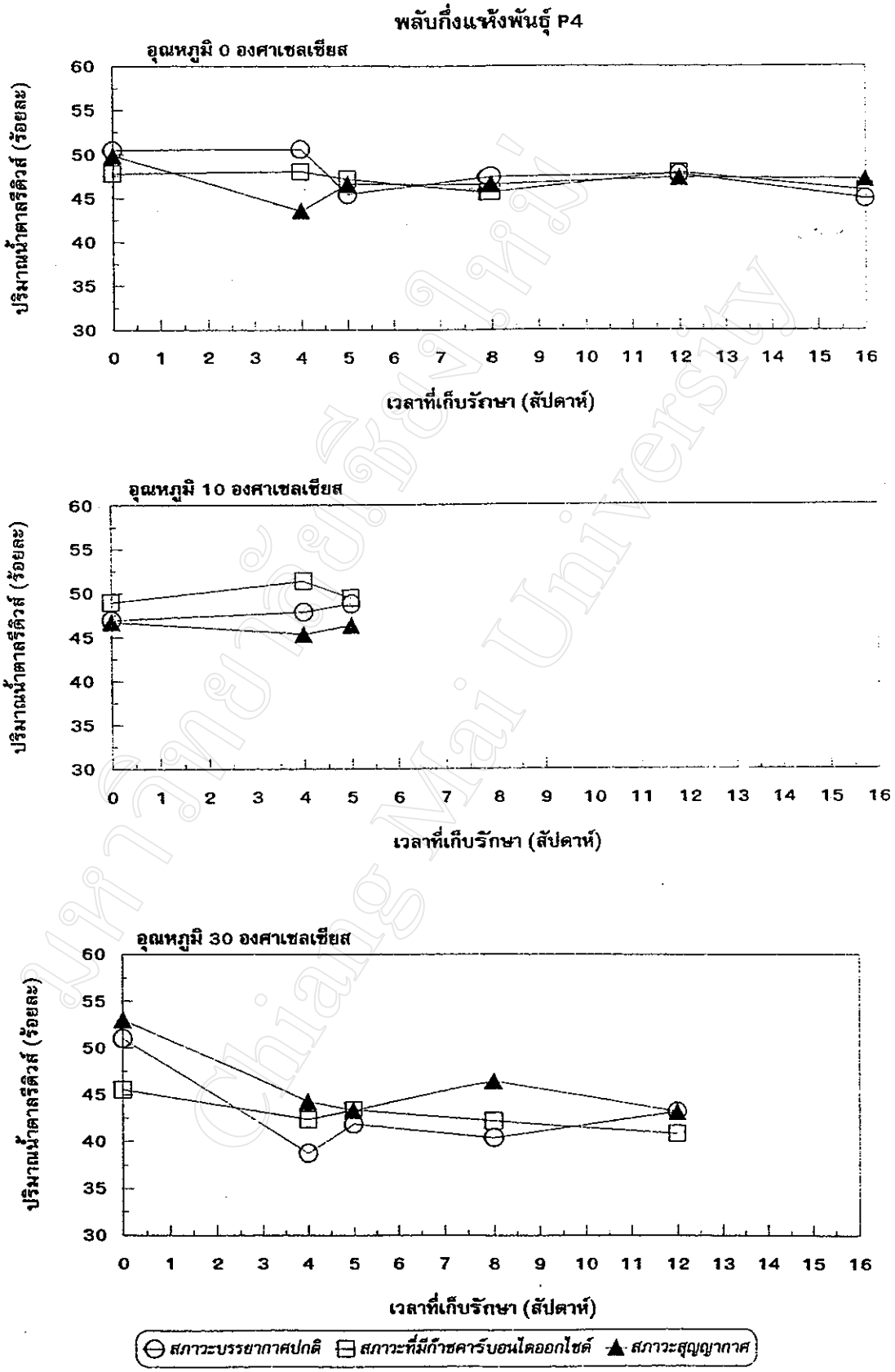
ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ซึ่งนับว่ามีปริมาณที่แตกต่างกันไม่มากนัก ในพลับกึ่งแห้งทั้งสองพันธุ์ ปริมาณการลดลงจะเริ่มในสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทั้งนี้การลดลงอาจเกิดก่อนหน้านี้อย่างต่อเนื่อง แต่เป็นเพราะการวางแผนการทดลองได้มีขึ้นในสัปดาห์ที่4 ค่าของข้อมูลจึงมีค่าที่ค่อนข้างตกลงมาถึงประมาณ 200 ส่วนในล้านส่วน ทั้งนี้การลดลงไปของค่าดังกล่าวก็เนื่องจากในที่ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 30 องศาเซลเซียสนั้น ทำให้เกิดการแปรสภาพเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่พลับดูดซับไว้ได้อีกครั้ง หลังจากนั้นปริมาณจะลดลงในลักษณะค่อนข้างคงที่ และอาจเนื่องมาจากก๊าซที่ถูกดูดซับบริเวณพื้นผิวภายนอกเท่านั้นที่ระเหยออกไป ส่วนที่ดูดซับไว้ลึกๆก็ยังคงอยู่ในพลับอย่างคงที่ได้ โดยในพลับกึ่งแห้งพันธุ์P3มีการลดลงของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือพลับกึ่งแห้งพันธุ์P3ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติมีการลดลงของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 0-30 องศาเซลเซียส คือลดลงจากร้อยละ 838.71±11.74 เป็น




**รูปที่ 4.17 ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**




**รูปที่ 4.18 ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

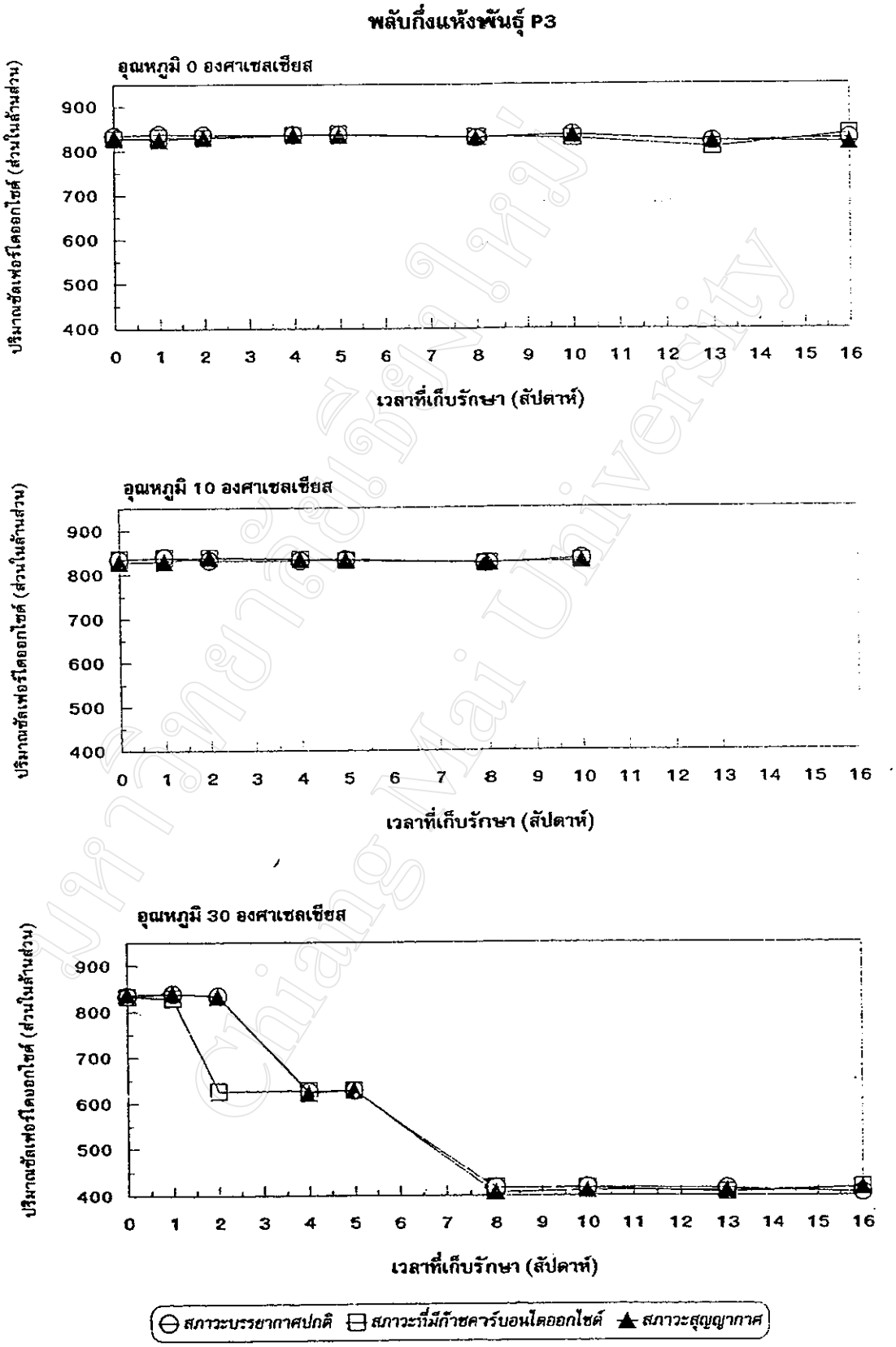
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ 4.20 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| วิธีการบรรจุ | ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ (ส่วนในล้านส่วน) อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 30 |
| | | พันธุ์ P3 | |
| $CO_2$ | 831±6 | 832±6[a] | 625±162[a] |
| Normal | 838±11 | 832±6[a] | 656±180[b] |
| Vacuum | 832±6 | 874±96[b] | 654±184[b] |
| | | พันธุ์ P4 | |
| $CO_2$ | 627±1 | 626±2 | 486±107[a] |
| Normal | 626±1 | 626±2 | 489±104[b] |
| Vacuum | 625±1 | 627±1 | 487±106[a] |

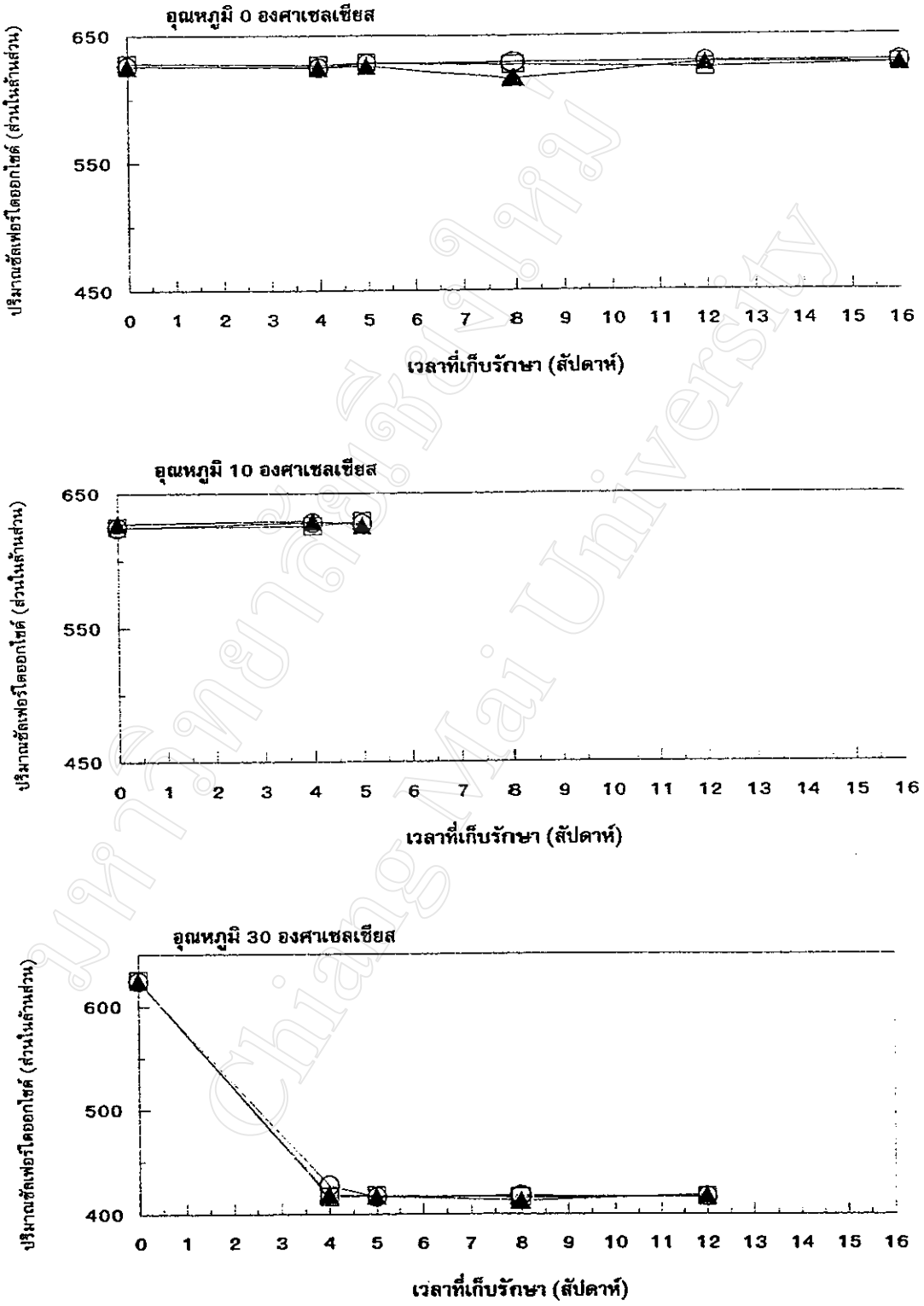
หมายเหตุ :
ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ
วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ
ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

656±6 ส่วนในล้านส่วน โดยที่ในสัปดาห์ที่ 4 ลดลงจาก 832±5 ไปเป็น 746±7 ส่วนในล้านส่วน ในสัปดาห์ที่ 8 ลดลงไปที่ 696.08±15.43 ส่วนในล้านส่วนแล้วจึงคงที่ โดยพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่เก็บในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสภาวะสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน ส่วนพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 มีการลดลงของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติมีการลดลงของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่อุณหภูมิ 0-30 องศาเซลเซียส โดยลดลงจากร้อยละ 626±1 ไปเป็น 489±4 ส่วนในล้านส่วน โดยในสัปดาห์ที่ 4 ลดลงจาก 624.75±3 ไปเป็น 560±2 ส่วนในล้านส่วน โดยพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ที่เก็บในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสภาวะสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเก็บรักษาในอุณหภูมิ 0 และ 10 องศาเซลเซียสจะทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีอยู่ในพลับกึ่งแห้งยังคงเสถียรอยู่ได้




**รูปที่ 4.19 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**

พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4




**รูปที่ 4.20 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

**การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซอร์บิคของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

ปริมาณกรดซอร์บิคที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการเก็บรักษาของพลับกึ่งแห้งทั้งสองสายพันธุ์ พบว่า มีค่าคงที่ถึงแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม (ตารางที่ 4.21 และ รูปที่ 4.21-4.22) โดยค่าการดูดซับของกรดซอร์บิคในพลับกึ่งแห้งนั้นอยู่ในช่วง 800-900 ส่วนในล้านส่วน ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าโปแตสเซียมซอร์เบทที่นำมาใช้เป็นสารกันเชื้อรา ด้วยการแตกตัวอยู่ในรูปของกรดซอร์บิคซึ่งพลับดูดซับไว้ได้ โดยส่งผลให้พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 มีปริมาณยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์ของกฎหมายกำหนด

**การเปลี่ยนแปลงค่าทางกายภาพของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงค่าทางกายภาพของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ที่บรรจุในสภาวะและอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ค่าสี L a* และ b* และค่าทางด้านเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าแรงเฉือนและแรงกด มีดังต่อไปนี้

**การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของพลับกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่า ในพลับกึ่งแห้งทั้ง 2 สายพันธุ์ ในสภาวะบรรจุต่างกันแต่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิเดียวกันให้ค่าสี L ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.22) จากรูปที่ 4.23-4.24 พบว่า พลับกึ่งแห้งที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสมีค่าสี L ที่ค่อนข้างคงที่ เมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ในขณะที่อุณหภูมิ 10 และ 30 องศาเซลเซียสมีการลดลงไปของค่าสี L ทั้งนี้เป็นเพราะว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวกับเอนไซม์จะเกิดได้ง่าย ทำให้พลับมีลักษณะสีคล้ำมากขึ้น โดยพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่เวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้ค่าสี L ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ในสภาวะบรรยากาศปกติค่าสี L ในสัปดาห์ที่ 0-10 มีการเปลี่ยนค่าสี L จาก$44.36 \pm 1.53$ ไปเป็น $39.61 \pm 0.65$ ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ตารางที่ 4.21 ปริมาณกรดซอร์บิคของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| วิธีการบรรจุ | ปริมาณกรดซอร์บิค (ส่วนในล้านส่วน) อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 30 |
| | | พันธุ์ P3 | |
| $CO_2$ | 861±35[a] | 835±28 | 844±25[a] |
| Normal | 826±43[b] | 840±38 | 814±60[b] |
| Vacuum | 833±49[b] | 833±42 | 841±40[a] |
| | | พันธุ์ P4 | |
| $CO_2$ | 839±23[a] | 864±17 | 857±38 |
| Normal | 846±34[a] | 875±48 | 858±60 |
| Vacuum | 894±49[b] | 844±38 | 861±56 |

หมายเหตุ :

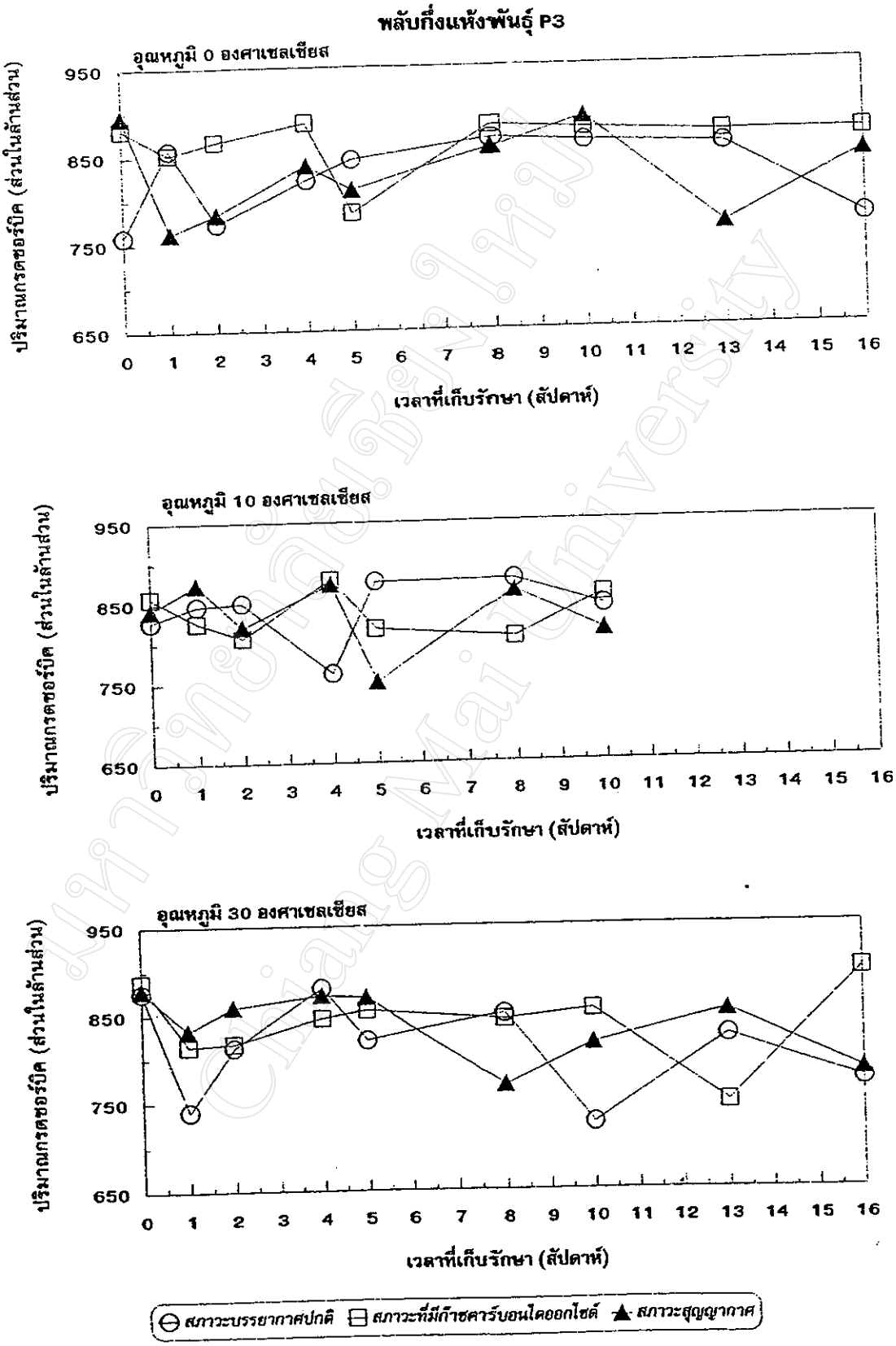
ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ

วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ

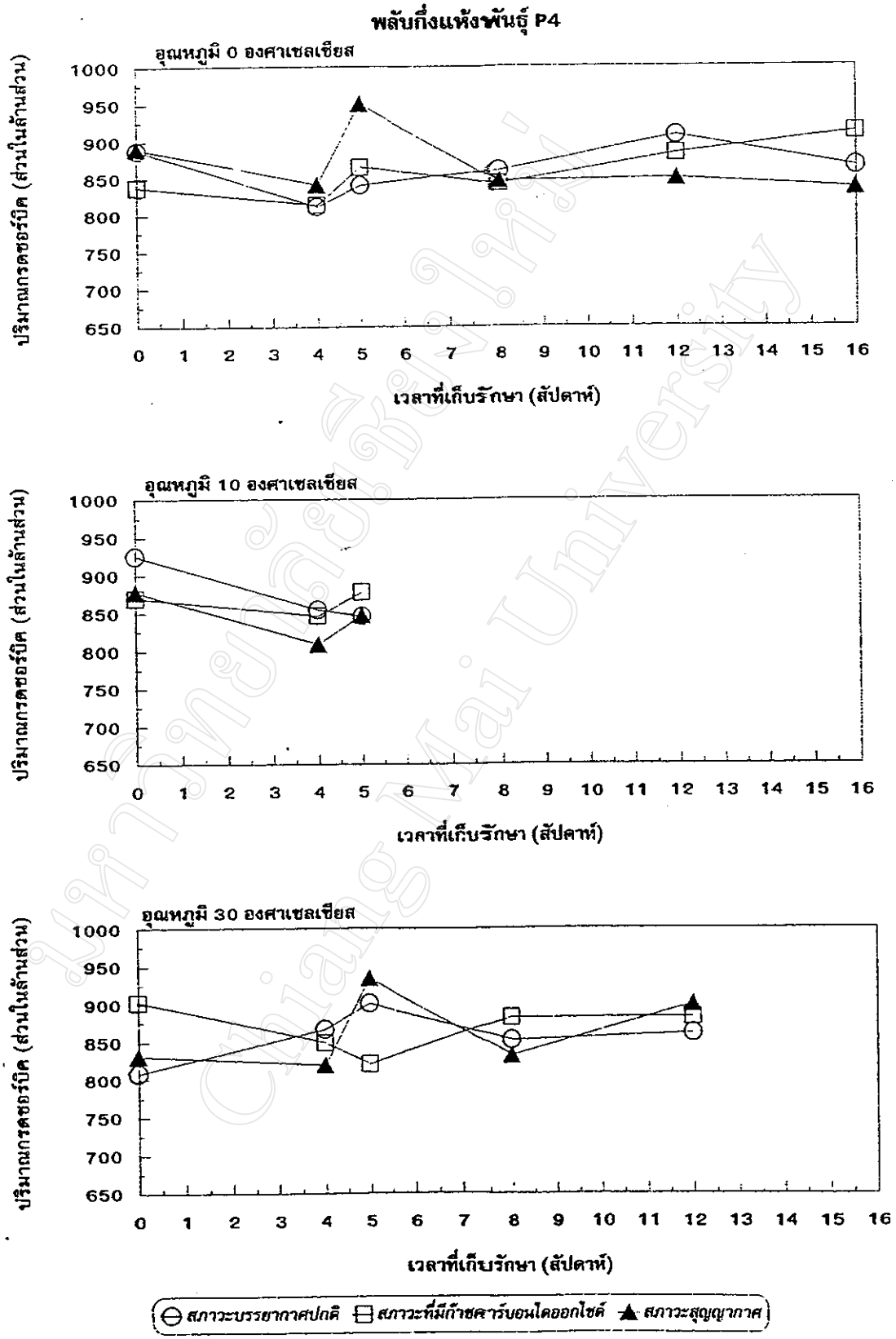
ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ค่าสี L ในสัปดาห์ที่ 0-10 มีการเปลี่ยนค่าสี L จาก 44.41±0.45 ไปเป็น40.23±0.26 ในสภาวะสุญญากาศค่าสี L ในสัปดาห์ที่ 0-10 มีการเปลี่ยนค่าสี L จาก 45.04±1.11 ไปเป็น 40.13±0.83 พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ที่เวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้ค่าสี L ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ในสภาวะบรรยากาศปกติค่าสี L ในสัปดาห์ที่ 0-5 มีการเปลี่ยนค่าสี L จาก44.88±1.55 ไปเป็น 41.96±0.95 ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่าสี L ในสัปดาห์ที่ 0-5 มีการเปลี่ยนค่าสี L จาก 44.81±5.15 ไปเป็น 41.41±2.46 ในสภาวะสุญญากาศค่าสี L ในสัปดาห์ที่ 0-5 มีการเปลี่ยนค่าสี L จาก 47.16±0.93 ไปเป็น 44.31±1.86




**รูปที่ 4.21 ปริมาณกรดซอร์บิคที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**




**รูปที่ 4.22 ปริมาณกรดซอร์บิคที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

ตารางที่ 4.22 ค่าสี L ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| วิธีการบรรจุ | ค่าสี L | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | พันธุ์ P3 | | |
| $CO_2$ | 41.93±1.67[a] | 41.92±1.87[a] | 41.72±1.93[a] |
| Normal | 41.06±1.69[b] | 40.71±2.98[b] | 40.63±2.02[b] |
| Vacuum | 41.98±1.56[a] | 42.46±2.38[a] | 41.26±2.11[c] |
| | พันธุ์ P4 | | |
| $CO_2$ | 45.19±2.32[a] | 45.10±0.77[a] | 47.25±1.58[a] |
| Normal | 41.78±1.15[b] | 43.51±1.16[b] | 44.21±2.17[b] |
| Vacuum | 44.83±2.77[a] | 45.35±1.95[a] | 44.12±2.28[b] |

หมายเหตุ :

ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ

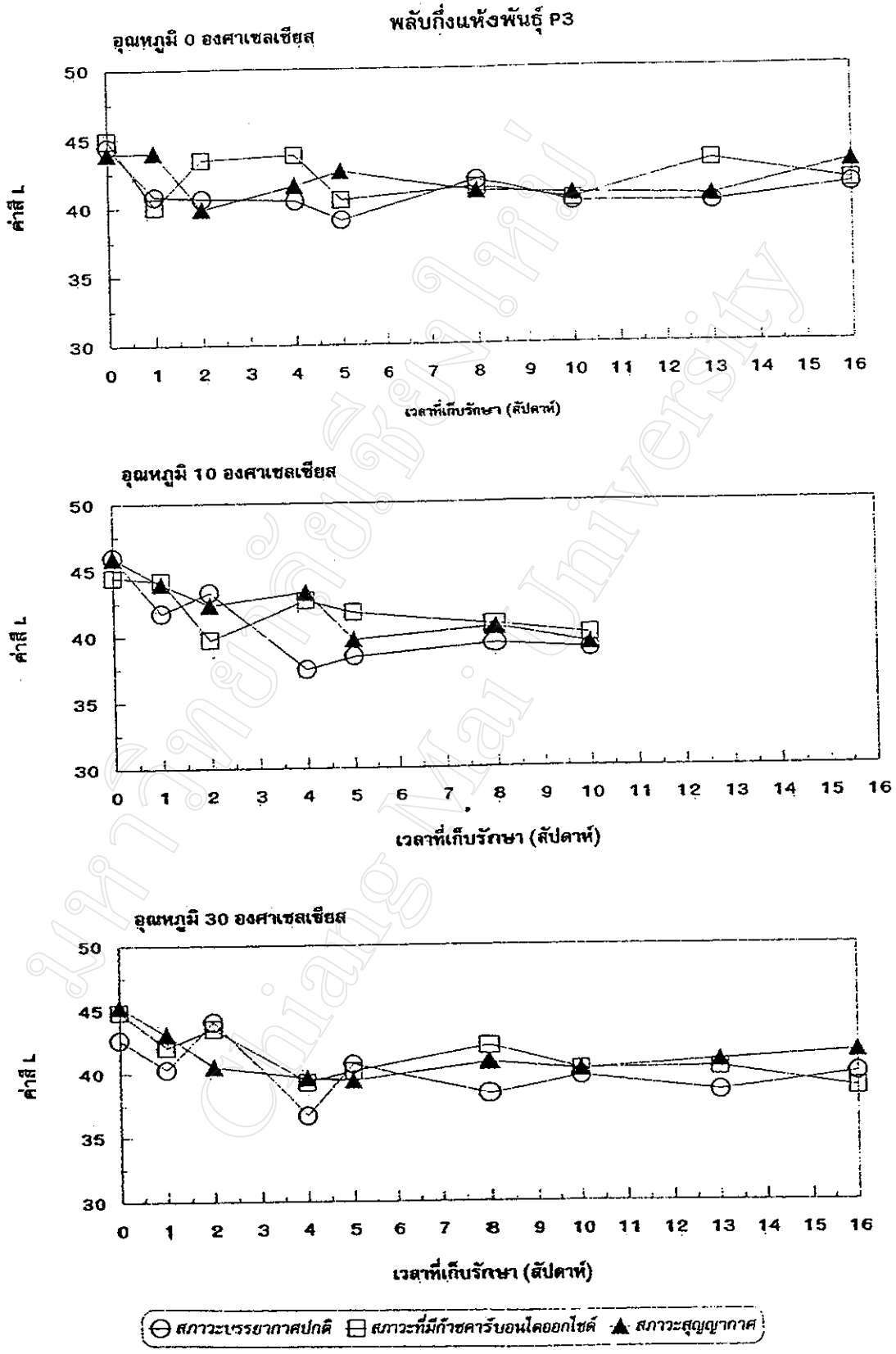
วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

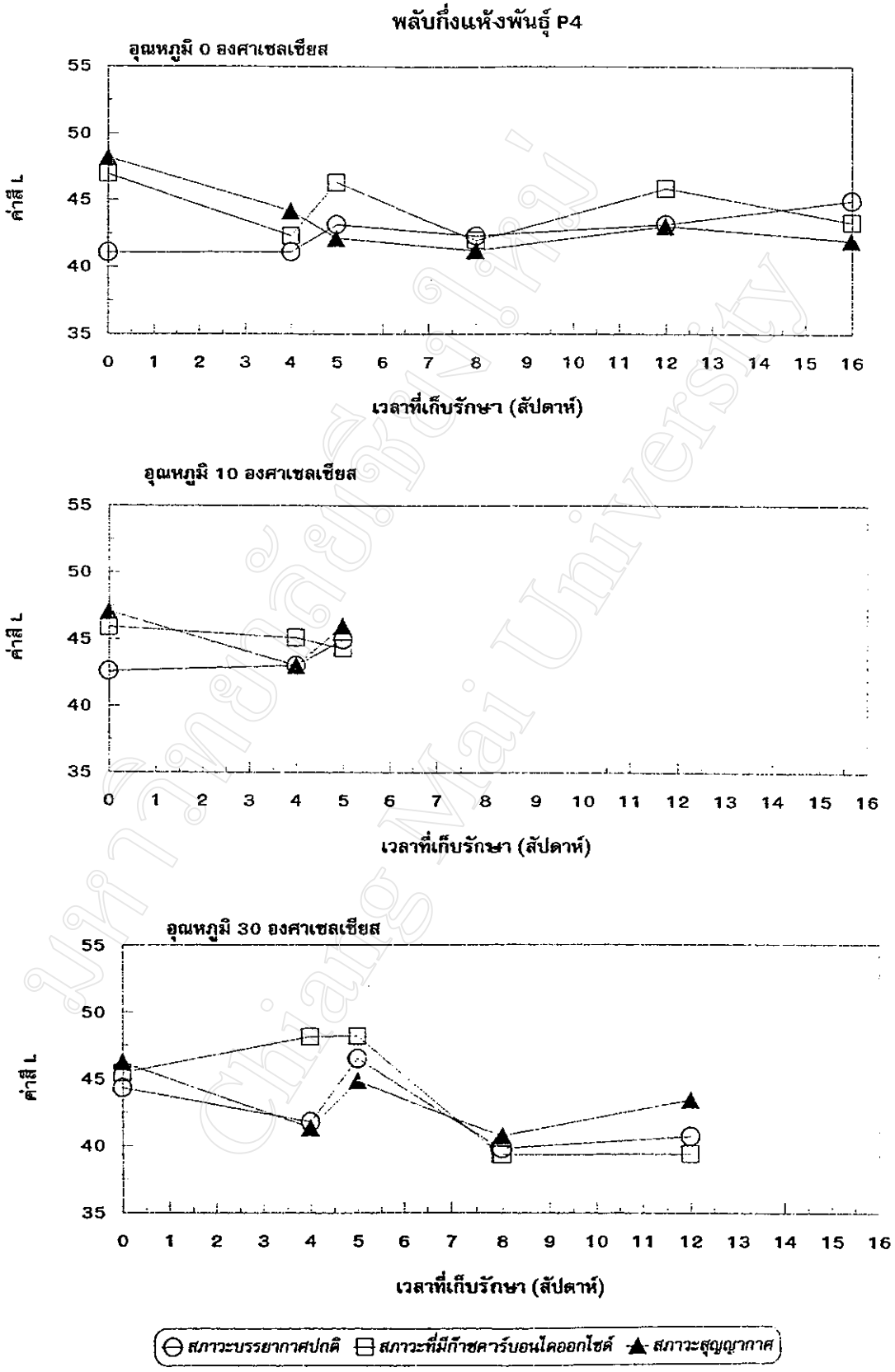
**การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ในตารางที่ 4.23 จะพบว่า พลับกึ่งแห้งทั้งสองสายพันธุ์ ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของสี a* ที่สภาวะการบรรจุต่างกัน พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่อุณหภูมิ 0และ 30 องศาเซลเซียส และพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสให้ค่าสี a* ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) โดยในรูปที่ 4.25-4.26 จะเห็นได้ว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาแตกต่างกันการเปลี่ยนแปลงค่าสี a* มีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แต่ก็ให้ค่าที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยมีแนวโน้มที่ให้ค่าสี a* ลดน้อยลง และสังเกตได้ว่าสภาวะการบรรจุที่เป็นแบบสุญญากาศทั้งในพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 หรือ P4 ก็ตาม จะมีค่าของสี a* ที่มีแนวโน้มที่มากกว่า




**รูปที่ 4.23 ค่าสี L ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University




**รูปที่ 4.24 ค่าสี L ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

ตารางที่ 4.23 ค่าสี a* ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| วิธีการบรรจุ | ค่าสี a* | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | พันธุ์ P3 | | |
| $CO_2$ | 10.20±0.68[a] | 10.24±0.72 | 10.77±0.86[a] |
| Normal | 10.67±0.82[b] | 10.22±0.53 | 10.61±0.34[a] |
| Vacuum | 10.42±0.67[a] | 10.80±0.60 | 11.27±0.63[b] |
| | พันธุ์ P4 | | |
| $CO_2$ | 14.26±0.69 | 14.94±0.75 | 13.90±0.43[a] |
| Normal | 14.74±0.87 | 14.71±0.69 | 13.36±1.52[b] |
| Vacuum | 14.81±1.25 | 14.68±1.05 | 14.25±0.47[a] |

หมายเหตุ :

ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ

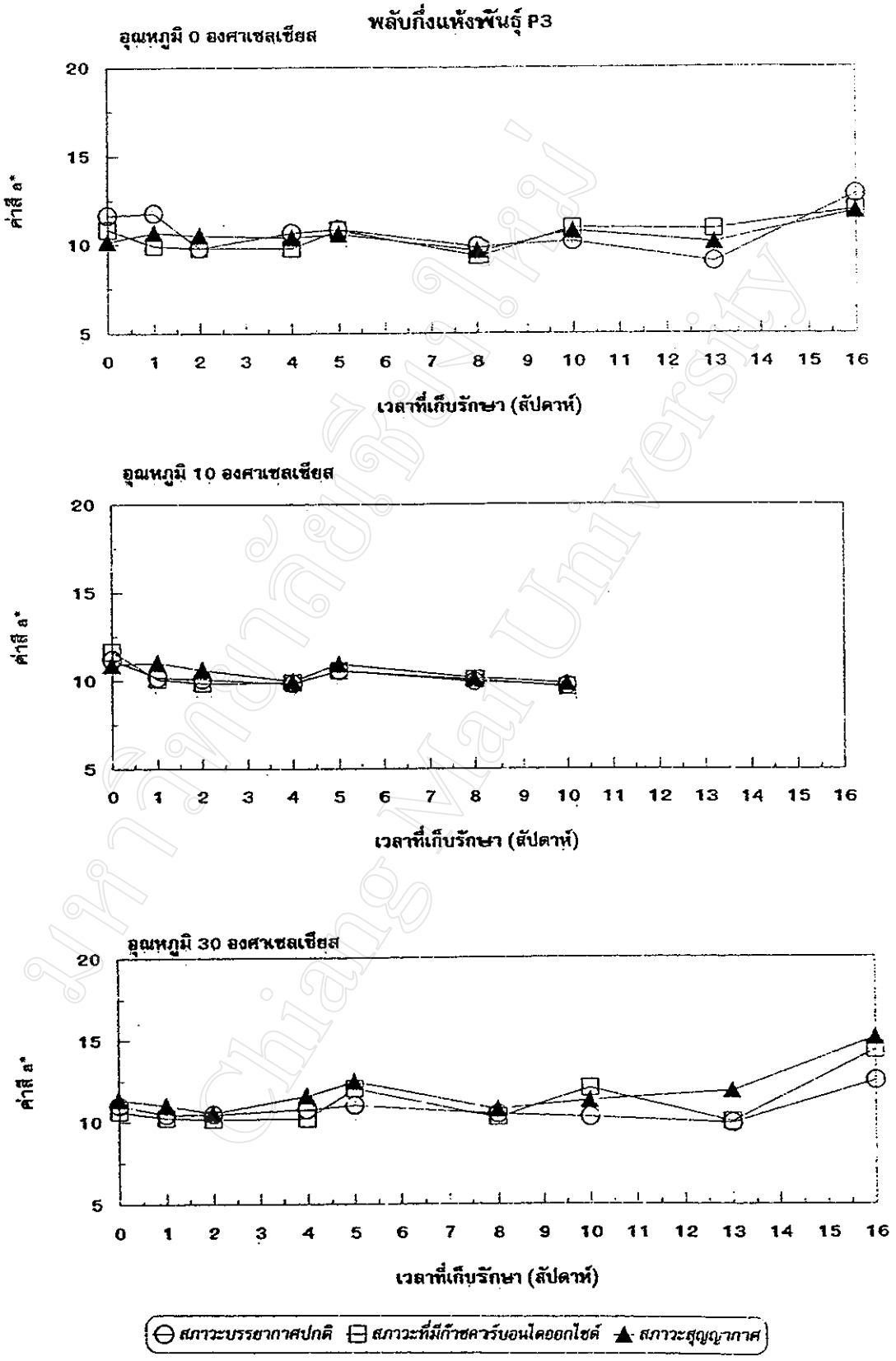
วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

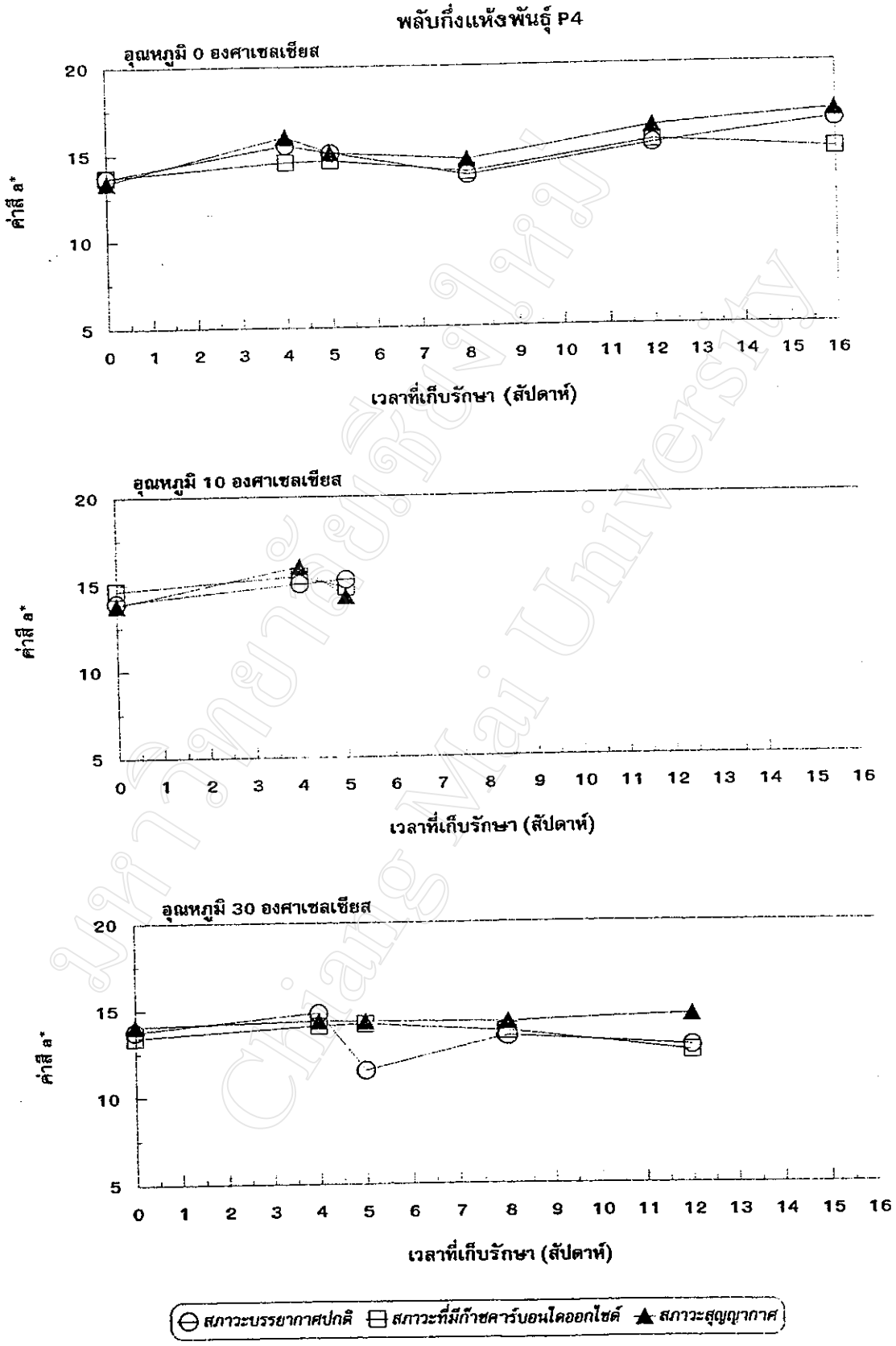
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

**การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า พลับกึ่งแห้งทั้งสองสายพันธุ์ที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ พบว่า มีเพียงพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเท่านั้น ที่ให้ค่าสี b* ของแต่ละสภาวะการบรรจุที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)(ตารางที่ 4.24) และเมื่อพิจารณาจากรูปที่ 4.27-4.28 จะเห็นได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงของค่าสี b* ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกันมีค่าสี b* ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) แต่ก็มีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันบ้างเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าของสีที่มีแนวโน้มที่ลดน้อยลงเช่นเดียวกับค่าสี L และ a* ที่ยังผลให้ผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งมีลักษณะสีที่หมองคล้ำไม่สวยงามเหมือนปกติ เนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส




**รูปที่ 4.25 ค่าสี a* ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**




**รูปที่ 4.26 ค่าสี a* ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

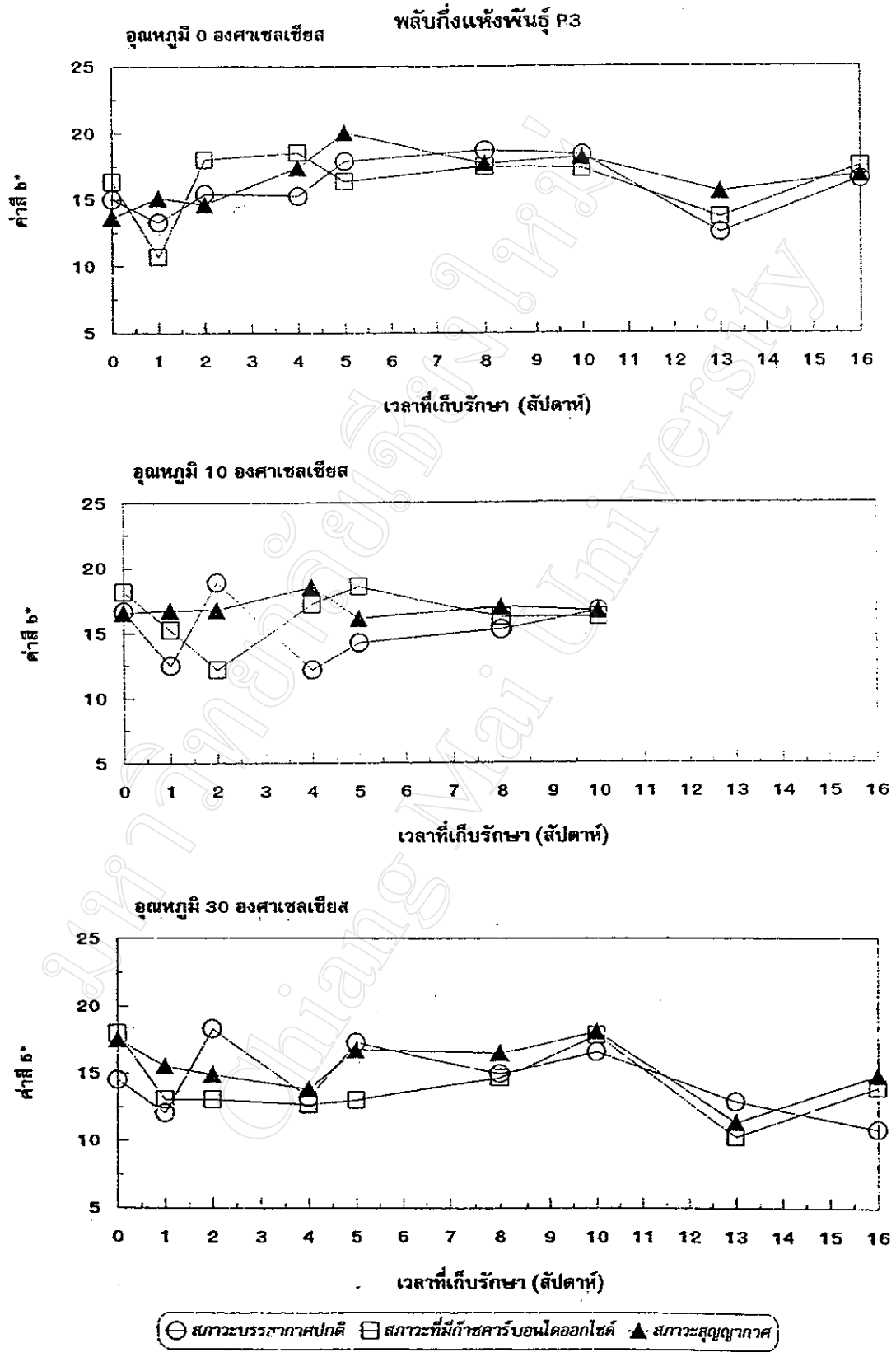
ตารางที่ 4.24 ค่าสี b* ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| วิธีการบรรจุ | ค่าสี b* | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | พันธุ์ P3 | | |
| $CO_2$ | 16.38±2.59 | 16.25±2.14[a] | 14.60±2.28[a] |
| Normal | 16.28±2.14 | 15.20±2.39[b] | 15.26±2.34[b] |
| Vacuum | 16.68±2.21 | 16.91±0.90[c] | 16.15±1.52[c] |
| | พันธุ์ P4 | | |
| $CO_2$ | 22.40 3.19[a] | 22.35±1.22[a] | 23.94±1.59[a] |
| Normal | 22.39 3.35[a] | 24.22±1.99[b] | 21.92±2.09[b] |
| Vacuum | 24.31 1.79[b] | 23.45±1.49[ab] | 22.05±2.39[b] |

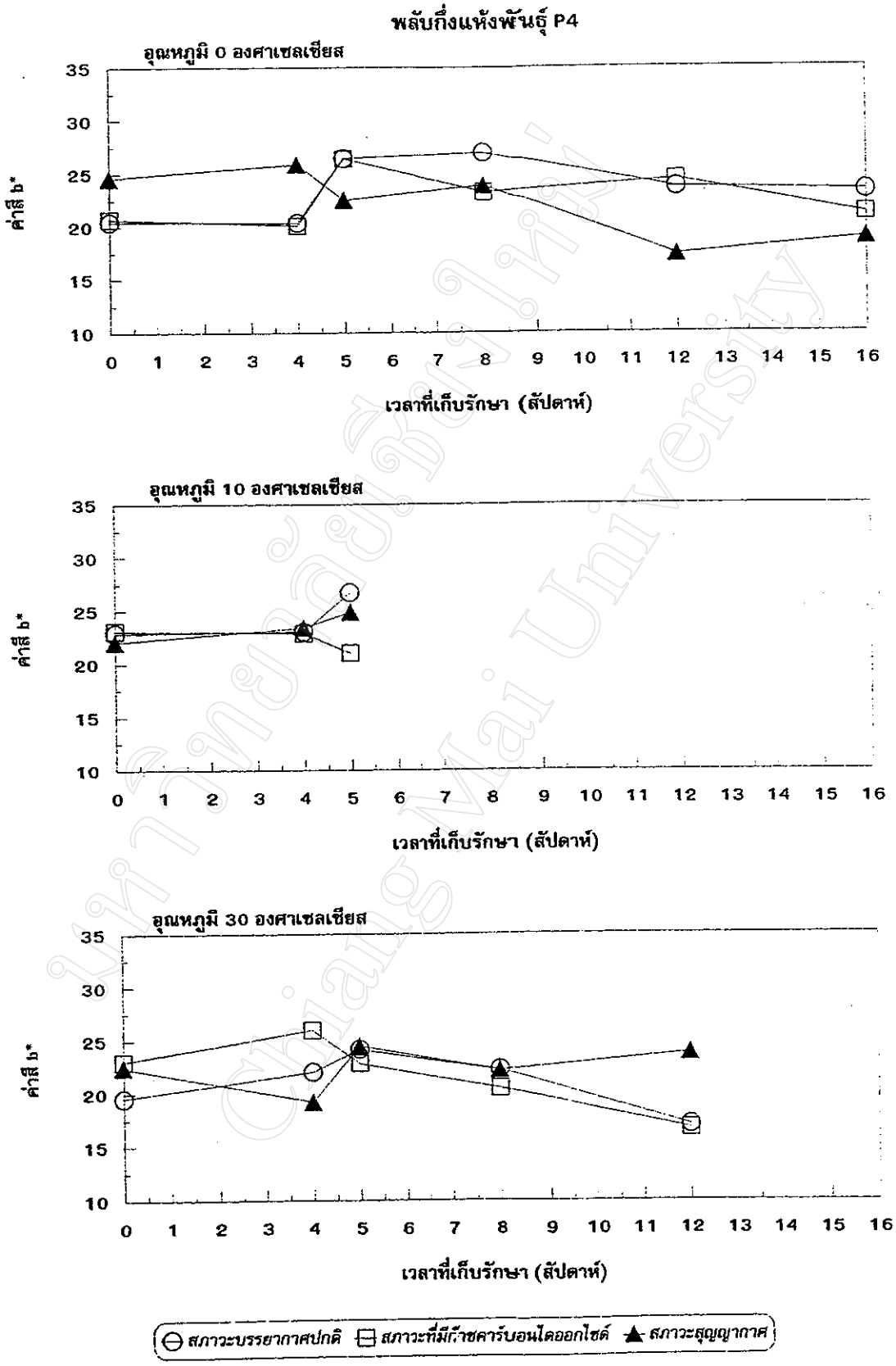
หมายเหตุ : ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ10และ5 สัปดาห์ ตามลำดับ
วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ
ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

## การเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนและแรงกดของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 4.25 และ รูปที่ 4.29-4.30 จะเห็นได้ว่าค่าของแรงเฉือนมีค่าที่แตกต่างกันออกไป โดยสังเกตได้ว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจะให้ค่าแรงเฉือนที่ค่อนข้างมากกว่า และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าของแรงเฉือนก็มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นทั้งในพลับกึ่งแห้งทั้งสองสายพันธุ์ และความเปลี่ยนแปลงของค่าแรงกดก็จะสอดคล้องกับค่าแรงเฉือน(ตารางที่ 4.26 และ รูปที่ 4.31-4.32) กล่าวคือ เมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้น พลับกึ่งแห้งที่เก็บในสภาวะบรรจุและอุณหภูมิต่างๆก็มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าแรงกดในลักษณะเช่นเดียวกันกับค่าแรงเฉือน โดยที่อุณหภูมิที่ 30 องศา-เซลเซียส มีค่าของแรงกดที่ค่อนข้างสูงมากกว่าที่อุณหภูมิการเก็บรักษาอื่นๆ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงเชิงกายภาพของพลับกึ่งแห้งเอง ทั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาน้ำหนักที่สูญเสียไปในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า พลับกึ่งแห้งทั้ง 2 สายพันธุ์ที่บรรจุในสภาวะและอุณหภูมิต่างๆกันนั้นไม่ค่าน้ำหนักที่สูญเสียไป




**รูปที่ 4.27 ค่าสี b* ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**




**รูปที่ 4.28 ค่าสี b* ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

ตารางที่ 4.25 ค่าแรงเฉือนของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| วิธีการบรรจุ | ค่าแรงเฉือน (นิวตัน) | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | **พันธุ์ P3** | | |
| $CO_2$ | 28.98±3.85[a] | 30.31±3.37 | 31.47±2.62 |
| Normal | 24.81±2.41[b] | 29.65±3.74 | 31.83±4.83 |
| Vacuum | 31.30±4.00[c] | 30.72±2.32 | 30.68±2.83 |
| | **พันธุ์ P4** | | |
| $CO_2$ | 30.63±3.84[a] | 32.76±5.12[a] | 41.77±3.49[a] |
| Normal | 25.21±3.24[b] | 26.47±6.72[b] | 33.20±7.36[b] |
| Vacuum | 32.56±3.49[a] | 29.00±1.72[c] | 32.65±3.14[b] |

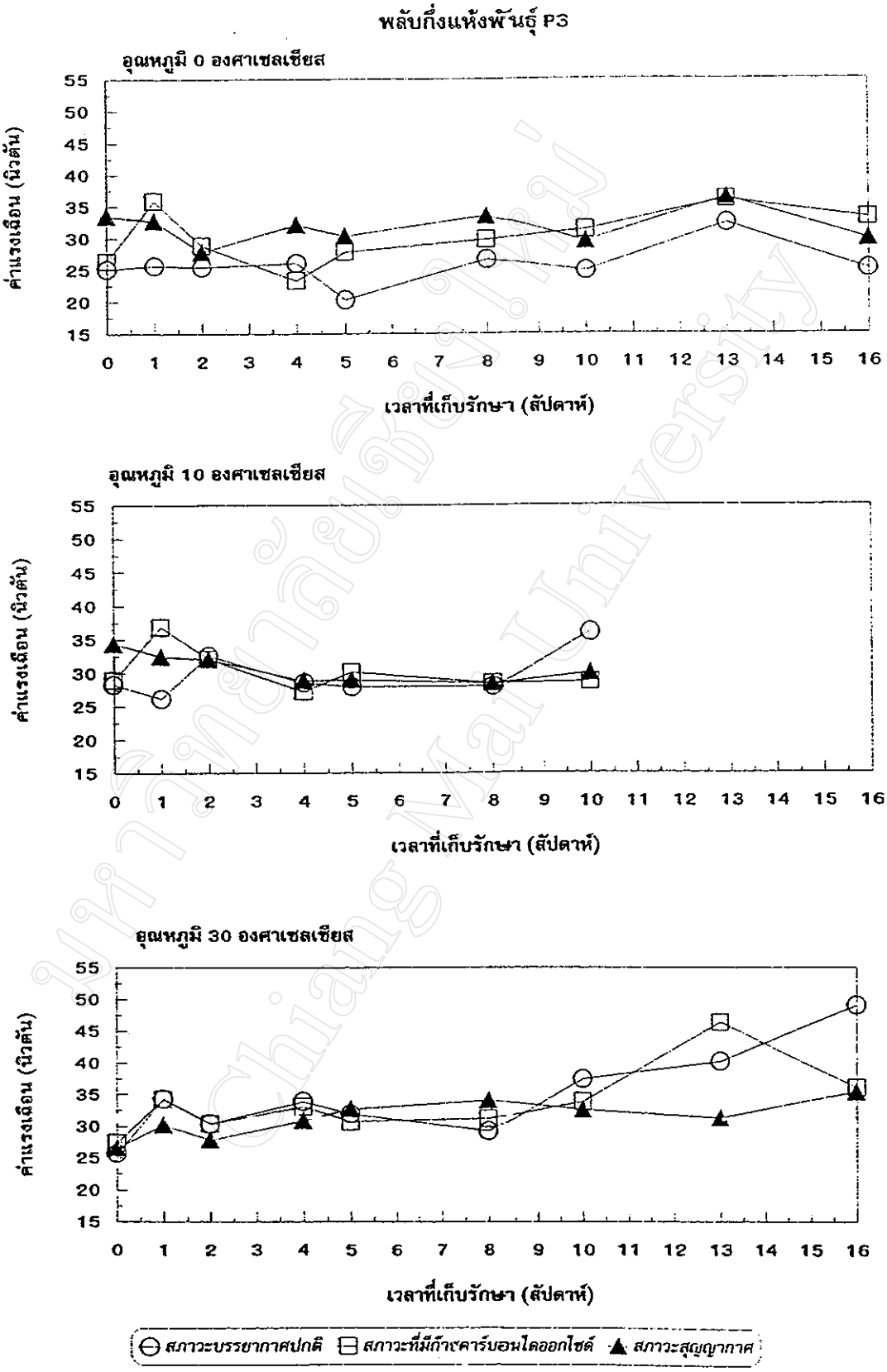
หมายเหตุ :

ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ

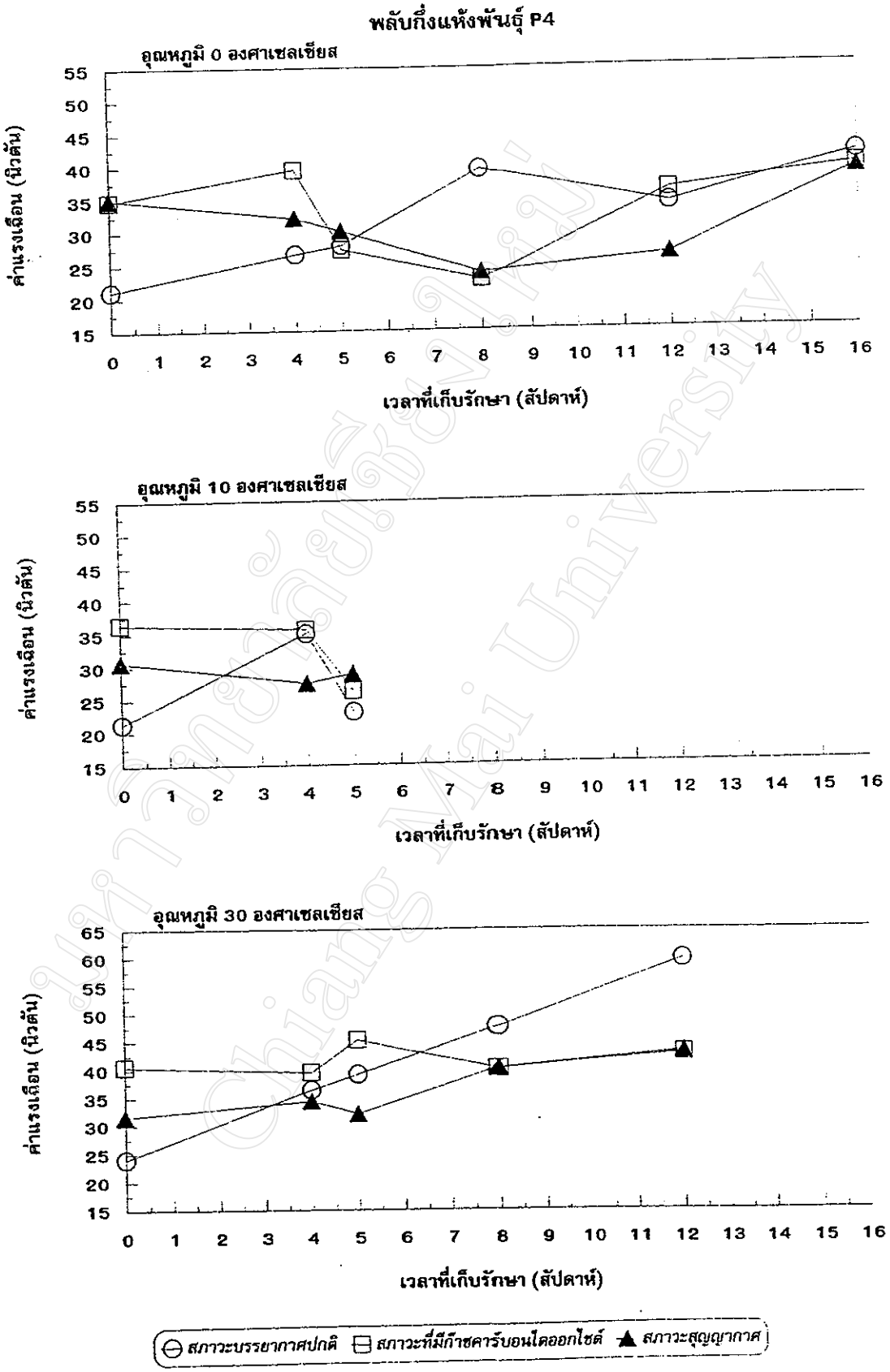
วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)




**รูปที่ 4.29 ค่าแรงเฉือนที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**




**รูปที่ 4.30 ค่าแรงเฉือนที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ 4.26 ค่าแรงกดของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| วิธีการบรรจุ | ค่าแรงกด (นิวตัน) | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | พันธุ์ P3 | | |
| $CO_2$ | 25.81±6.38$^{a}$ | 33.58±8.54$^{a}$ | 35.47±6.49 |
| Normal | 28.68±5.37$^{ab}$ | 25.52±4.75$^{b}$ | 36.11±8.64 |
| Vacuum | 29.66±5.60$^{b}$ | 34.09±4.56$^{a}$ | 34.75±7.86 |
| | พันธุ์ P4 | | |
| $CO_2$ | 30.98±3.61$^{ab}$ | 34.21±3.95$^{a}$ | 37.03±10.52 |
| Normal | 35.39±19.73$^{a}$ | 25.94±4.60$^{b}$ | 36.02±10.40 |
| Vacuum | 29.52±3.36$^{b}$ | 30.71±4.08$^{c}$ | 33.07±5.81 |

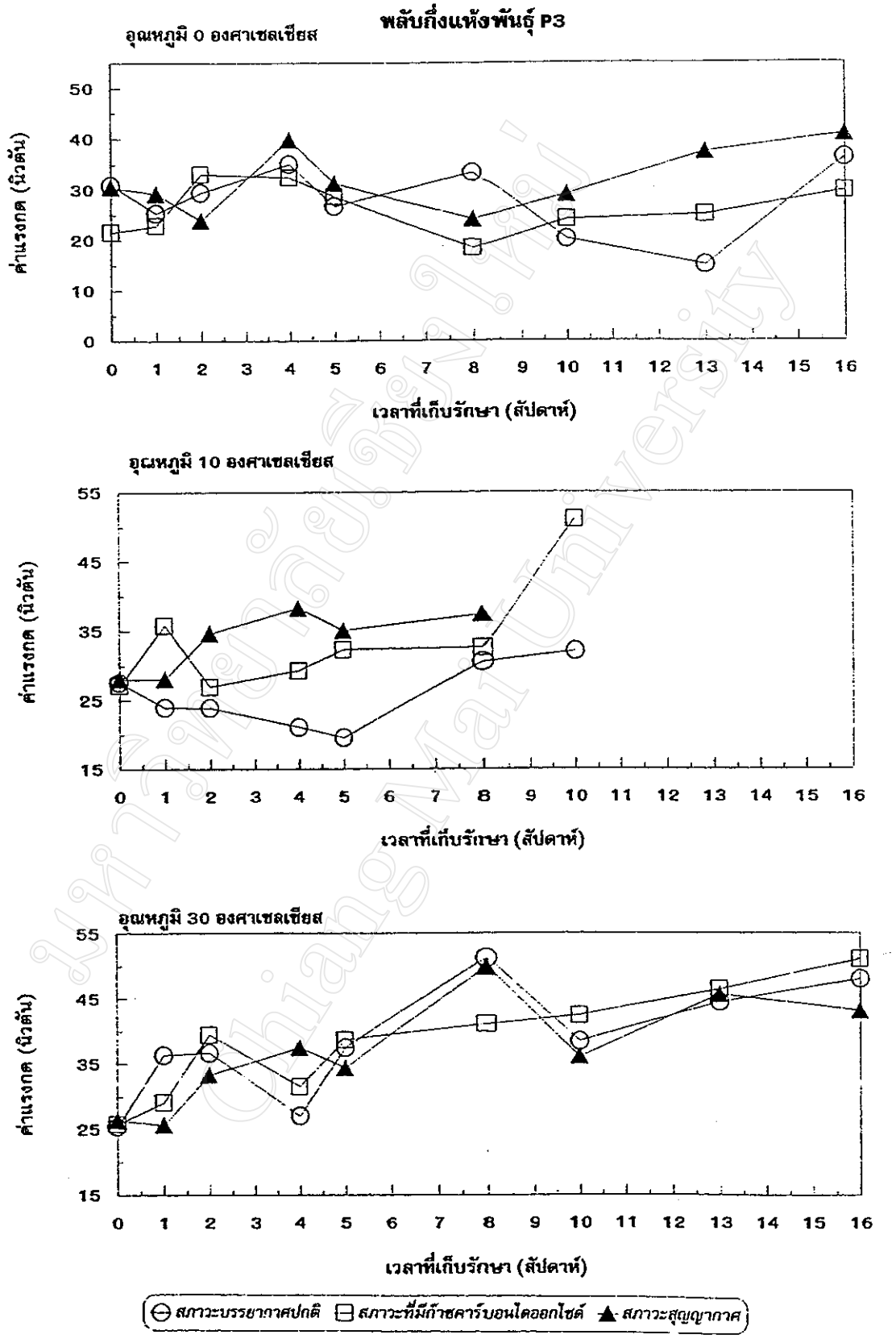
หมายเหตุ :

ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 ตามลำดับ

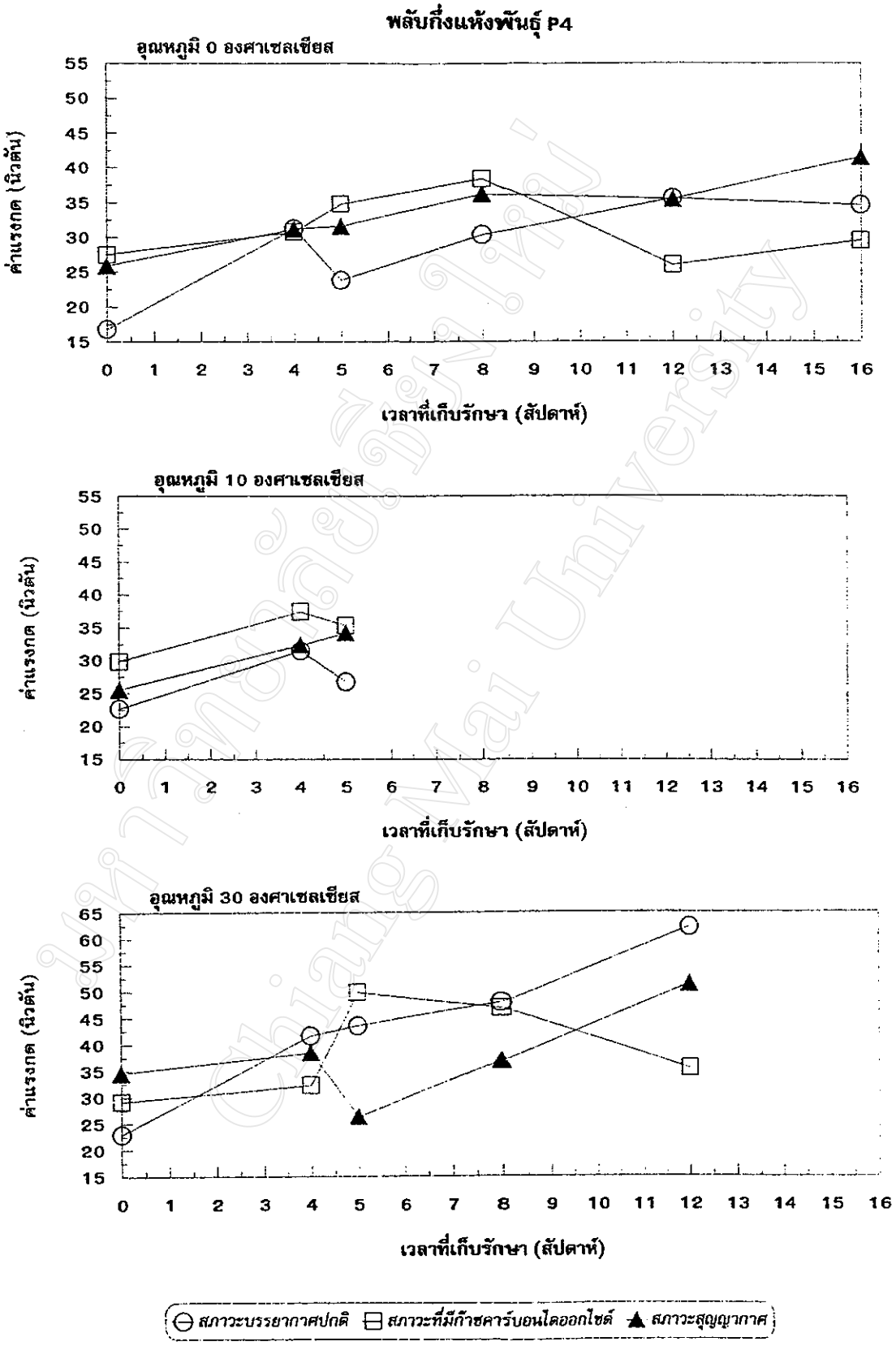
วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)




**รูปที่ 4.31 ค่าแรงกดที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**




**รูปที่4.32ค่าแรงกดที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

**การเปลี่ยนแปลงค่าทางด้านจุลินทรีย์ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงค่าทางด้านจุลินทรีย์ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ที่บรรจุในสภาวะและอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ปริมาณเชื้อรา ยีสต์ และ จุลินทรีย์ทั้งหมด มีดังต่อไปนี้

**การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อราของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ใน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อราในพลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่บรรจุอยู่ในแต่ละสภาวะต่างๆ ณ อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส และ พันธุ์ P4 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณเชื้อราที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.27) ในรูปที่ 4.33-4.34 จะเห็นได้ว่า ในแต่ละอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษานั้นที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระดับอุณหภูมิที่มีปริมาณเชื้อราน้อยที่สุด สังเกตได้จากในช่วงสัปดาห์ที่ 4 - 5 ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 มีปริมาณที่ลดน้อยลงจนถึงไม่มีการเจริญของเชื้อราเลยในทุกๆสภาวะการบรรจุ และจะพบว่าเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นการเจริญของเชื้อรามีแนวโน้มที่ลดน้อยลง เพราะว่าในช่วงแรกๆนั้นเชื้อรายังคงเจริญอยู่ได้ แต่เมื่อมีการสัมผัสต่อสารถนอมรักษาในพลับกึ่งแห้ง คือ สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และกรดซอร์บิคแล้วนั้น ทำให้การเจริญเติบโตชะงัก เกิดการชำรุดในเซลโดยเชื้อราอาจเจริญได้ในตอนแรกและตายในที่สุด โดยเฉพาะกรดซอร์บิคจะเป็นตัวการสำคัญในการทำลายเชื้อราและยีสต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ มีการเจริญของเชื้อราที่แตกต่างกันทั้งในอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษาและระยะเวลาที่เก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณเชื้อราเป็น 27.50$\pm$11.78, 28.36$\pm$7.64 และ 20.36$\pm$20.08 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ และในระยะเวลาการเก็บ10สัปดาห์ มีการเปลี่ยนแปลงเชื้อราจาก 36.67$\pm$10.33 ไปเป็น 21.67$\pm$17.67 โคโลนีต่อกรัม ส่วนพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีการเจริญของเชื้อราที่แตกต่างกันทั้งในอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษาและระยะเวลาที่เก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 0 10 และ 30 องศาเซลเซียสมีปริมาณเชื้อราเป็น 23.79$\pm$8.81,40.93$\pm$23.96 และ 19.50$\pm$16.62 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ และในระยะเวลาการเก็บ10 สัปดาห์ มีปริมาณเชื้อราเปลี่ยนแปลงจาก 35.00$\pm$13.78 ไปเป็น 18.83$\pm$14.76 โคโลนีต่อกรัม และพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศมีการเจริญของเชื้อราที่แตกต่างกันทั้งในอุณหภูมิและระยะเวลาที่เก็บรักษาต่างๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณเชื้อราเป็น

ตารางที่ 4.27 ปริมาณเชื้อราของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| วิธีการบรรจุ | ปริมาณเชื้อรา (โคโลนีต่อกรัม) | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | | พันธุ์ P3 | |
| $CO_2$ | 23.79±8.81 | 40.93±23.96[a] | 16.64±12.80 |
| Normal | 27.50±11.79 | 28.36±7.64[b] | 12.93±14.11 |
| Vacuum | 29.86±12.30 | 43.36±17.26[a] | 14.29±15.63 |
| | | พันธุ์ P4 | |
| $CO_2$ | 35.00±5.48 | 35.00±8.37 | 10.00±15.49[a] |
| Normal | 40.00±17.89 | 49.00±10.02 | 29.33±14.18[b] |
| Vacuum | 31.67±7.52 | 38.33±25.63 | 18.33±25.63[ab] |

หมายเหตุ :

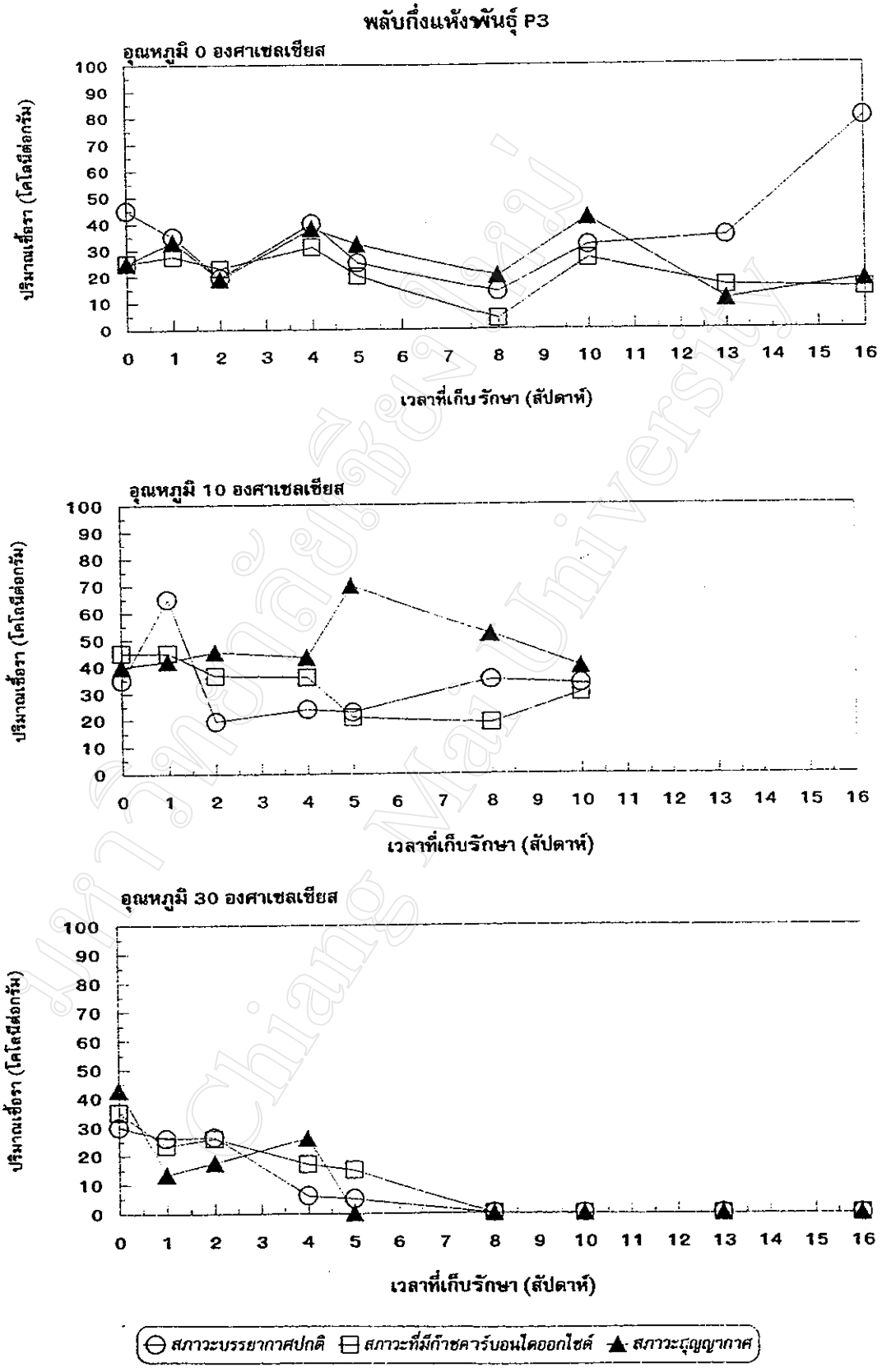
ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ

วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ

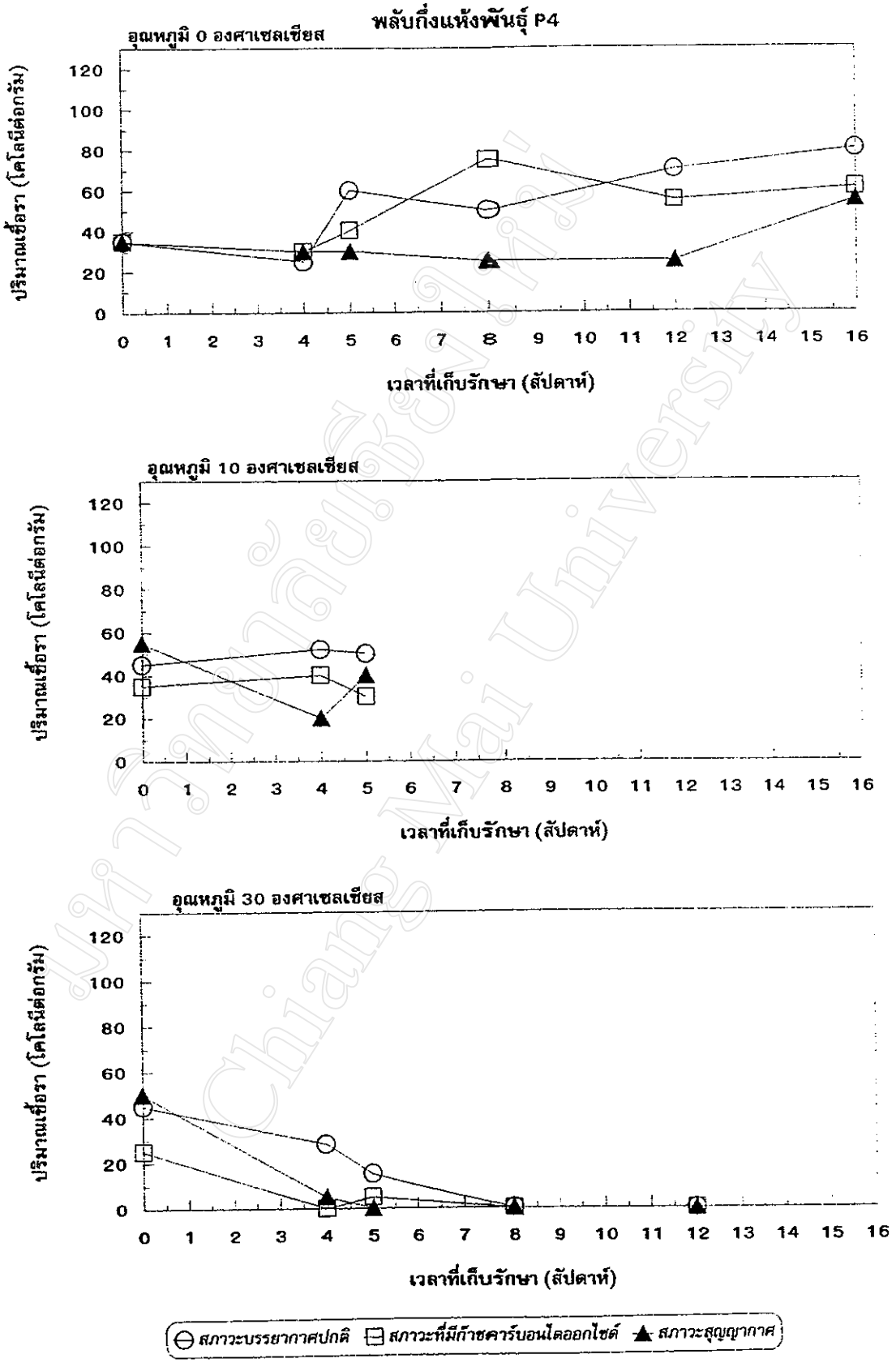
ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

23.79±8.81, 33.21±11.91 และ 16.64±12.80 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ สำหรับระยะเวลาการเก็บ10 สัปดาห์ พบว่ามีปริมาณเชื้อราเปลี่ยนแปลงจาก 35.00±13.78 ไปเป็น 18.83±14.76 โคโลนีต่อกรัม ส่วนพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ที่สภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศที่เก็บในอุณหภูมิต่างๆมีปริมาณเชื้อราที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95($P \leq 0.05$) กล่าวคือที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณเชื้อราเป็น 29.86±12.30, 43.36±17.26 และ 14.29±15.63 โคโลนีต่อกรัมตามลำดับ ส่วนพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณเชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ในสภาวะบรรยากาศปกติมีปริมาณเชื้อราในช่วง 5 สัปดาห์ จากอุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส เป็น 40.00±17.89,49.00±10.02 และ29.33±14.18 และในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณเชื้อราจากอุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส เป็น 34.33±6.25, 35.00±8.37




**รูปที่ 4.33 ปริมาณเชื้อราที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆ ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**




**รูปที่4.34 ปริมาณเชื้อราที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

และ 10.00±15.49 โดยมีเฉพาะที่สภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศที่เวลาการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณเชื้อรา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ปริมาณเชื้อราในสัปดาห์ที่ 0-5 เปลี่ยนแปลงจาก 46.67±19.66 ไปเป็น 23.33±23.38 จะเห็นได้ว่าปริมาณเชื้อราในพลับกึ่งแห้งที่ถนอมรักษาด้วยสารเคมี 2 ชนิดดังกล่าว สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราที่เหลือได้ไม่เกินกว่าที่กฎหมายกำหนด คือ ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัมอาหาร (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2533) ซึ่งจะสังเกตได้จากปริมาณเชื้อราที่ตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างที่ไม่ได้แช่สารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทมีปริมาณลดลงอย่างมากถึงปริมาณที่กฎหมายกำหนด ถ้าพิจารณาจากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณเชื้อราของพลับกึ่งแห้งที่บรรจุอยู่ในสภาวะบรรยากาศปกติมีแนวโน้มที่ค่อนข้างสูงกว่าสภาวะการบรรจุอื่นๆ ซึ่งพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 และ 12 สัปดาห์ โดยมีปริมาณเชื้อราเป็น 28 และ 41 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ

**การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ของพลับกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ปริมาณยีสต์ที่เจริญขึ้นในพลับมีจำนวนไม่มากเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดในระดับเดียวกับปริมาณเชื้อรา คือ อณุญาตให้มีปริมาณยีสต์ได้ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัมอาหาร จะเห็นได้ว่า พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่ทำการเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติ อุณหภูมิ 0 และ 30 องศาเซลเซียสมีปริมาณเชื้อยีสต์น้อยกว่าการบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสภาวะสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)และข้อสังเกตในพลับกึ่งแห้งทั้งสองสายพันธุ์เพื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสต่อการที่ยีสต์ไม่สามารถเจริญได้เหมือนกับเชื้อรานั้น (ตารางที่ 4.28 และ รูปที่ 4.35-4.36) โดยในช่วง 10 สัปดาห์ พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ สภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสภาวะสุญญากาศ มีการเจริญของเชื้อยีสต์ที่แตกต่างกันทั้งในอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษาและระยะเวลาที่เก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)กล่าวคือในสภาวะบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณเชื้อยีสต์เป็น 4.29±4.23, 3.79±3.81 และ 0.71±0.27 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ และในระยะเวลาการเก็บ10สัปดาห์ มีปริมาณเชื้อยีสต์เปลี่ยนแปลงจาก 0.00±0.00 ไปเป็น 0.33±0.82 โคโลนีต่อกรัม ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 0 10 และ 30 องศาเซลเซียสมีปริมาณเชื้อยีสต์เป็น 7.86±7.03, 7.50±8.85 และ 0.50±1.40 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ระยะเวลาการเก็บ10สัปดาห์ มีปริมาณเชื้อยีสต์เปลี่ยนแปลงจาก 0.00±0.00 ไปเป็น 5.17±4.92 โคโลนีต่อกรัม ส่วนในสภาวะสุญญากาศมีการเจริญของเชื้อยีสต์ที่แตกต่างกันทั้งในอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษา และ

**ตารางที่ 4.28 ปริมาณยีสต์ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และP4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด**

| วิธีการบรรจุ | ปริมาณยีสต์ (โคโลนีต่อกรัม) | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | | พันธุ์ P3 | |
| $CO_2$ | 7.66±7.03[a] | 7.50±8.85[a] | 0.50±1.40 |
| Normal | 4.29±4.23[b] | 3.79±3.81[b] | 0.00±0.00 |
| Vacuum | 7.93±5.24[a] | 9.21±6.40[c] | 0.36±1.34 |
| | | พันธุ์ P4 | |
| $CO_2$ | 19.33±19.62 | 1.67±4.08[a] | 0.00±0.00 |
| Normal | 11.67±11.69 | 21.67±23.81[b] | 0.00±0.00 |
| Vacuum | 9.33±8.07 | 1.66±4.26[a] | 0.00±0.00 |

**หมายเหตุ :**

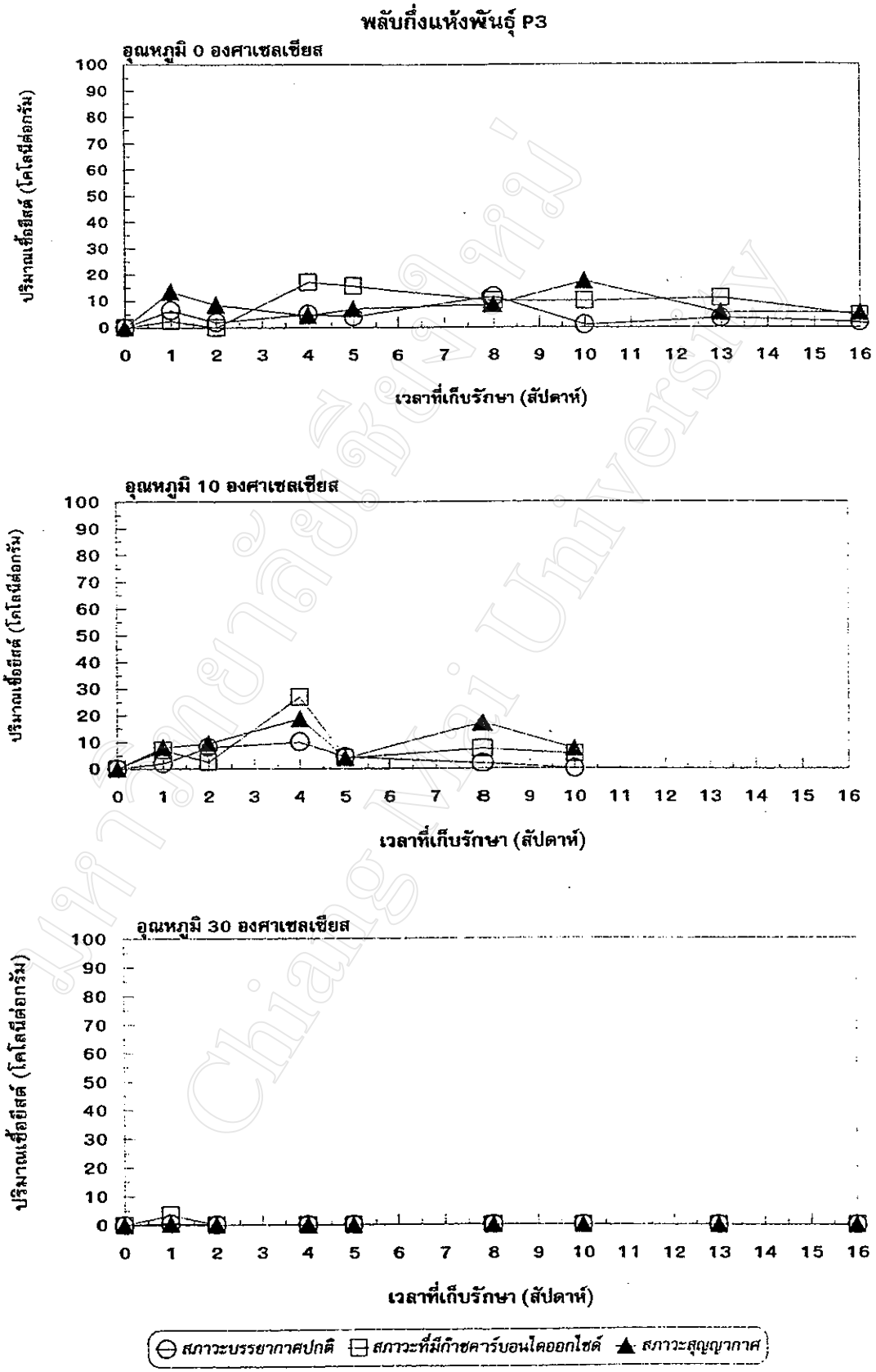
**ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 ตามลำดับ**

**วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ**

**ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**

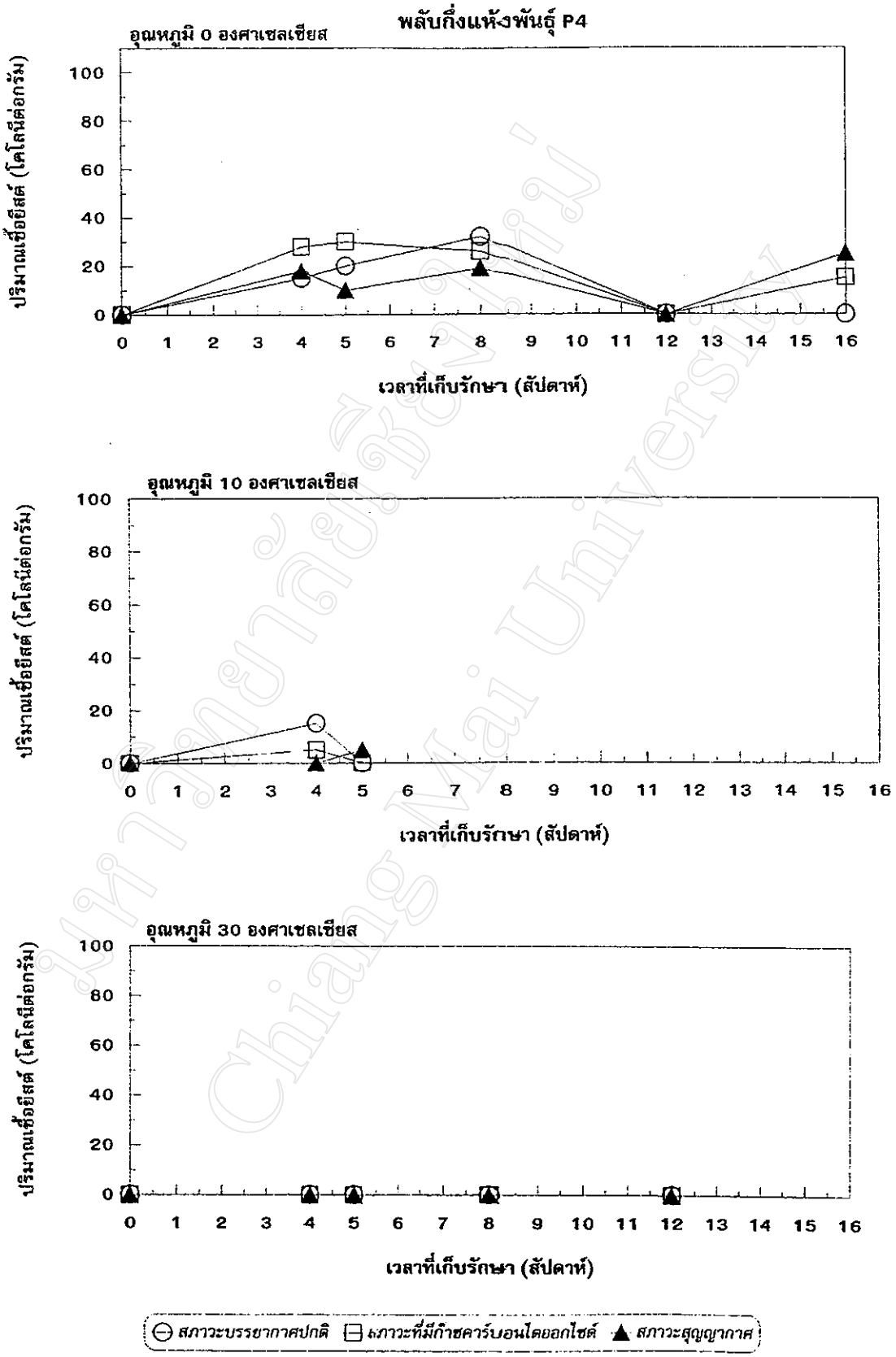
**ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)**

ระยะเวลาที่เก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 0 10 และ 30 องศาเซลเซียสมีปริมาณเชื้อยีสต์เป็น 7.93±5.24, 9.21±6.40 และ 0.36±1.34 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ และในระยะเวลาการเก็บ10สัปดาห์ มีปริมาณเชื้อยีสต์เปลี่ยนแปลงจาก 0.00±0.00 ไปเป็น 8.33±8.07 โคโลนีต่อกรัม ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากปริมาณที่มีเฉพาะในแต่ละผลของพลับเองที่อาจแตกต่างกันออกไปบ้าง สรุปได้ว่า การเจริญของยีสต์ในพลับกึ่งแห้งยังคงอยู่ในปริมาณที่กฎหมายกำหนด โดยที่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจะทำให้การเจริญของเชื้อยีสต์เกิดขึ้นได้น้อย และในสภาวะการบรรจุในบรรยากาศปกติจะมีปริมาณยีสต์ที่ค่อนข้างน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม ณ ที่อุณหภูมิ 30 องเซลเซียสนี้มีการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในพลับกึ่งแห้งได้มากที่สุด และลักษณะปรากฏของการบรรจุในบรรยากาศปกตินั้นไม่ดีเท่ากับการบรรจุแบบสุญญากาศ อย่างไรก็ตามพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 และ 12 สัปดาห์ มีปริมาณเชื้อยีสต์เป็น 6 และ 13 โคโลนีต่อกรัม




**รูปที่ 4.35 ปริมาณเชื้อยีสต์ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆ ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University




**รูปที่4.36 ปริมาณเชื้อยีสต์ที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆ ของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

**การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการบรรจุในสภาวะต่างกัน 3 ลักษณะ เพื่อนำไปเก็บในที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ พบว่าพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่อุณหภูมิ 0 และ 30 องศาเซลเซียส สภาวะการบรรจุมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ($P \leq 0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสในสภาวะบรรจุแบบสุญญากาศจะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่น้อยกว่าการบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อพิจารณาในทุกสิ่งทดลองโดยรวมแล้ว จะพบว่าการบรรจุในสภาวะที่เป็นสุญญากาศมีแนวโน้มที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าการบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ

**ตารางที่ 4.29 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด**

| วิธีการบรรจุ | ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log N) | | |
|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| | 0 | 10 | 30 |
| | | **พันธุ์ P3** | |
| $CO_2$ | 3.61±0.21[a] | 3.58±0.11 | 3.48±0.30[ab] |
| Normal | 3.54±0.36[a] | 3.62±0.30 | 3.59±0.22[a] |
| Vacuum | 3.31±0.27[b] | 3.52±0.28 | 3.37±0.26[b] |
| | | **พันธุ์ P4** | |
| $CO_2$ | 2.85±0.92 | 3.18±0.28 | 3.28±0.62 |
| Normal | 3.11±0.40 | 3.23±0.37 | 2.85±0.58 |
| Vacuum | 2.92±0.48 | 2.78±0.40 | 3.16±0.53 |

**หมายเหตุ :**

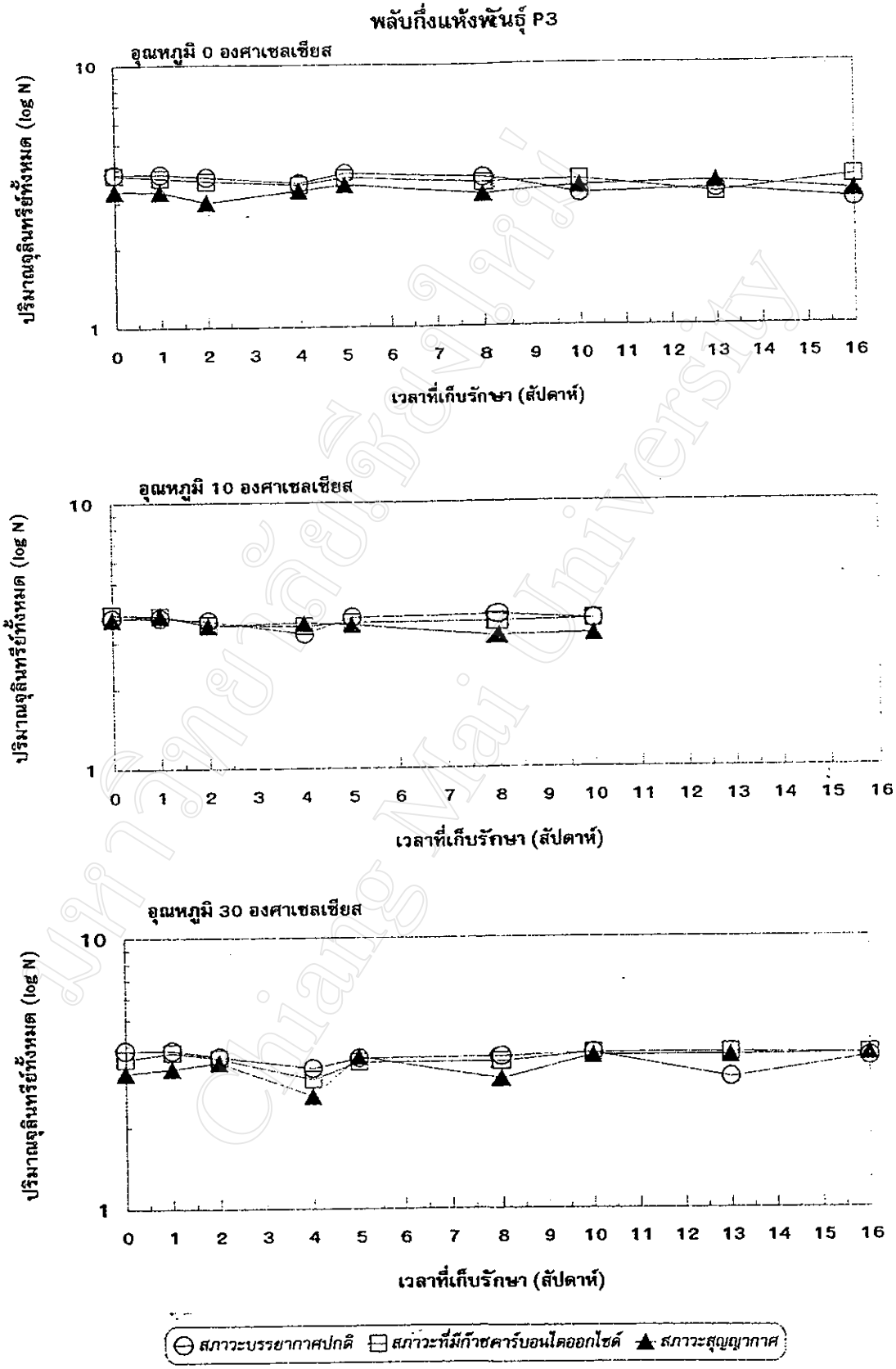
**ระยะเวลาของการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 คือ 10 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ**

**วิธีการบรรจุ $CO_2$ = การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Normal = การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ และ Vacuum = การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ**

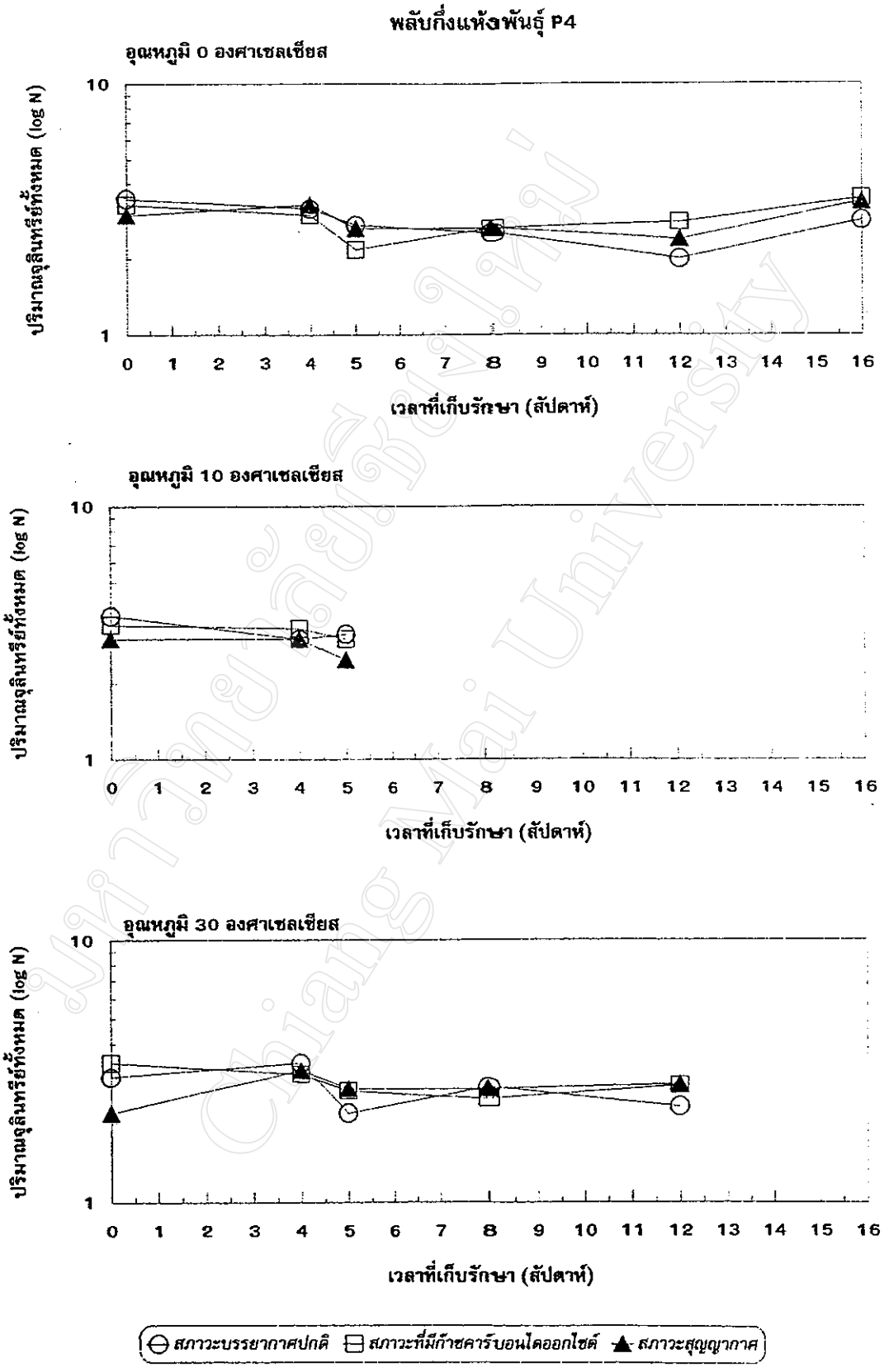
**ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**

**ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)**

บรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยที่พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษาและอุณหภูมิที่แตกต่างกันมีปริมาณจุลินทรีย์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log N) เป็น $3.42 \pm 0.38$, $3.62 \pm 0.30$ และ $3.59 \pm 0.22$ ตามลำดับ และในระยะเวลาการเก็บรักษา10 สัปดาห์ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(log N) เปลี่ยนแปลงจาก $3.05 \pm 0.12$ ไปเป็น $3.49 \pm 0.30$ ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระยะการเก็บรักษาในเวลาต่างๆมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือในระยะเวลาการเก็บรักษา 10 สัปดาห์ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log N) เปลี่ยนแปลงจาก $3.65 \pm 0.15$ ไปเป็น $3.64 \pm 0.11$ ส่วนในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่แตกต่างกันมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log N) $3.31 \pm 0.27$, $3.52 \pm 0.28$ และ $3.37 \pm 0.26$ ตามลำดับ ส่วนพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษาแตกต่างกันให้ปริมาณจุลินทรีย์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ในระยะเวลาการเก็บรักษา 5 สัปดาห์ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(log N) เปลี่ยนแปลงจาก $3.37 \pm 0.37$ ไปเป็น $2.66 \pm 0.45$ ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาและอุณหภูมิต่างๆมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P > 0.05$) ส่วนในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่แตกต่างกันมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log N) เป็น $2.92 \pm 0.48$, $2.78 \pm 0.40$ และ $3.33 \pm 0.32$ ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของพลับกึ่งแห้ง 2 สายพันธุ์ เมื่อมีการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 30 องศาเซลเซียส นาน 16 สัปดาห์นั้น ยังคงมีปริมาณที่ไม่เกิน 10,000 โคโลนีต่อกรัมอาหาร ตามที่กฎหมายกำหนด(มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2533) (ตารางที่ 4.29 และ รูปที่ 4.37-4.38)




**รูปที่ 4.37 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3**




**รูปที่4.38 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เปลี่ยนแปลงไปที่อุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

**การเปลี่ยนแปลงทางด้านประสาทสัมผัสของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงค่าทางด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัสของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ที่บรรจุในสภาวะและอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ การยอมรับโดยรวม มีดังต่อไปนี้

**การเปลี่ยนแปลงทางด้านลักษณะปรากฏของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 (ตารางที่ 4.30) พบว่าการบรรจุพลับกึ่งแห้งในสภาวะต่างๆนั้น ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสจะให้ค่าความชอบที่สูงมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 30 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสของการบรรจุในบรรยากาศปกติจะมีการทดสอบได้เพียง 4 สัปดาห์ เพราะว่าในสัปดาห์ที่ 5 นั้นเกิดผลึกสีขาวเกาะที่ผิวหน้าของพลับกึ่งแห้งขึ้นก่อนพลับที่บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์และสภาวะสุญญากาศที่เกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 10 ซึ่งผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่ยอมรับต่อการทดสอบในขณะที่พลับที่เก็บที่อุณหภูมิ 0 และ 30 องศาเซลเซียสยังคงมีคุณลักษณะที่ดีตลอด 16 สัปดาห์ ในสัปดาห์ที่ 16 จะเห็นได้ว่าในทุกสภาวะการบรรจุที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสนั้น มีค่าความชอบของลักษณะปรากฏที่แตกต่างจากที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) กล่าวคือในสภาวะบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษาเป็น 0 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าลักษณะปรากฏเป็น $4.80 \pm 0.92$ และ $1.80 \pm 0.79$ ตามลำดับในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาเป็น 0 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าลักษณะปรากฏเป็น $6.40 \pm 1.35$ และ $1.90 \pm 1.20$ ตามลำดับ และในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษาเป็น 0 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าลักษณะปรากฏเป็น $6.80 \pm 1.14$ และ $1.80 \pm 1.03$ ตามลำดับ และจะเห็นได้ว่าการบรรจุในสภาวะที่เป็นสุญญากาศนั้นจะให้ค่าความชอบของลักษณะปรากฏที่มากกว่าการบรรจุในสภาวะอื่นๆ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนั้นจะให้ค่าลักษณะปรากฏที่น้อยนั้นอาจเนื่องมาจากค่าสีของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากที่อุณหภูมินี้การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเกิดได้ง่ายที่สุด ถึงแม้ว่าจะใช้สารซัลเฟอร์ช่วยในช่วงการผลิตแล้วก็ตาม ลักษณะปรากฏมีค่าคะแนนที่ต่ำตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป และในตารางที่ 4.30 มีข้อมูลของลักษณะปรากฏของการทดสอบชิมพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ว่า การเกิดผลึกสีขาวเกิดได้รวดเร็วกว่าพันธุ์ P3 ทั้งนี้กรดซอร์บิคที่พลับดูดซับไว้ได้อาจเกี่ยวข้องกับการตกผลึกของน้ำตาลรีดิวส์ เป็นที่สังเกตว่าพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 จะให้ค่าลักษณะปรากฏที่สูงกว่า เพราะว่าสีของพลับพันธุ์ P4 นั้น มีค่าสี L a* และ b* ที่มากกว่า จึงทำให้มีสีที่สดใสซึ่งมีผลต่อลักษณะปรากฏมากกว่า พบว่าที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเท่านั้นที่ผู้ทดสอบชิมยังคงให้การยอมรับ และการเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลเป็น

ตารางที่ 4.30 การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| เวลา (สัปดาห์) | ลักษณะปรากฏ<br>อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 30 |
| | **บรรจุในบรรยากาศปกติ** | | |
| 0 | 4.90±1.79 | 6.60±2.27 | 5.50±2.22 |
| 1 | 5.00±1.94 | 6.50±2.72 | 4.90±2.64 |
| 2 | 4.70±2.00$^{ab}$ | 5.70±1.89$^{a}$ | 4.00±2.31$^{b}$ |
| 4 | 6.20±1.03$^{a}$ | 4.50±1.90$^{b}$ | 3.90±1.10$^{b}$ |
| 5 | 5.80±1.62$^{a}$ | - | 2.70±1.57$^{b}$ |
| 8 | 6.40±1.58 | - | 5.30±1.06 |
| 10 | 5.20±1.40$^{a}$ | - | 2.20±1.14$^{b}$ |
| 13 | 5.10±2.03$^{a}$ | - | 2.30±0.95$^{b}$ |
| 16 | 4.80±0.92$^{a}$ | - | 1.80±0.79$^{b}$ |
| | **บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** | | |
| 0 | 5.80±1.69 | 6.60±2.12 | 6.00±2.26 |
| 1 | 6.50±0.71 | 6.00±2.16 | 5.70±1.95 |
| 2 | 6.30±1.77$^{a}$ | 4.90±2.08$^{b}$ | 2.90±1.60$^{c}$ |
| 4 | 6.90±1.60$^{a}$ | 5.40±2.12$^{ab}$ | 4.50±2.22$^{b}$ |
| 5 | 6.10±1.91$^{a}$ | 5.20±1.55$^{a}$ | 2.60±1.65$^{b}$ |
| 8 | 5.90±2.03$^{a}$ | 4.50±1.72$^{b}$ | 4.50±1.72$^{b}$ |
| 10 | 4.80±1.93 | - | 3.60±2.27 |
| 13 | 5.40±1.78$^{a}$ | - | 2.30±1.06$^{b}$ |
| 16 | 6.40±1.35$^{a}$ | - | 1.90±1.20$^{b}$ |
| | **บรรจุในสภาวะสุญญากาศ** | | |
| 0 | 6.20±2.25 | 7.60±1.78 | 6.40±2.01 |
| 1 | 5.50±2.12$^{a}$ | 7.30±2.06$^{b}$ | 5.30±2.11$^{a}$ |
| 2 | 6.00±2.63 | 4.90±2.03 | 5.80±1.81 |
| 4 | 7.20±1.62$^{a}$ | 6.10±1.29$^{a}$ | 4.30±2.06$^{b}$ |
| 5 | 5.70±1.06$^{a}$ | 5.90±2.08$^{a}$ | 2.30±1.64$^{b}$ |
| 8 | 4.20±2.15$^{a}$ | 3.00±1.70$^{a}$ | 5.90±2.03$^{b}$ |
| 10 | 5.80±1.55$^{a}$ | - | 3.60±1.96$^{b}$ |
| 13 | 7.30±1.42$^{a}$ | - | 2.70±1.42$^{b}$ |
| 16 | 6.80±1.14$^{a}$ | - | 1.80±1.03$^{b}$ |

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.31 การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| เวลา (สัปดาห์) | ลักษณะปรากฏ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) 0 | 10 | 30 |
|---|---|---|---|
| | **บรรจุในบรรยากาศปกติ** | | |
| 0 | 6.80±1.93 | 5.20±2.66 | 6.00±1.33 |
| 4 | 6.00±2.06[a] | 5.20±1.40[ab] | 4.30±1.25[b] |
| 5 | 6.40±1.58[a] | - | 4.00±2.11[b] |
| 8 | 6.50±1.51[a] | - | 3.60±1.84[b] |
| 12 | 6.80±1.48[a] | - | 4.60±1.96[b] |
| 16 | 6.20±1.69 | - | - |
| | **บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** | | |
| 0 | 4.60±2.80[a] | 6.80±2.04[b] | 4.50±2.51[a] |
| 4 | 7.10±1.52[a] | 5.80±1.14[b] | 3.20±1.40[c] |
| 5 | 7.10±1.20[a] | - | 5.00±1.70[b] |
| 8 | 7.60±0.97[a] | - | 4.70±2.16[b] |
| 12 | 6.10±1.52[a] | - | 2.90±1.60[b] |
| 16 | 6.60±1.90 | - | - |
| | **บรรจุในสภาวะสุญญากาศ** | | |
| 0 | 7.20±1.56 | 7.20±1.87 | 7.20±1.23 |
| 4 | 6.50±1.84[a] | 5.10±2.08[b] | 4.10±1.52[b] |
| 5 | 5.20±2.35 | - | 4.70±2.67 |
| 8 | 6.00±1.16 | - | 4.40±2.32 |
| 12 | 7.30±1.16[a] | - | 3.90±1.97[b] |
| 16 | 7.20±0.63 | - | - |

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ไปในลักษณะเดียวกับพลับกึ่งแห้งพันธุ์P3 กล่าวคือที่สภาวะการบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ สภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสภาวะสุญญากาศ ที่เก็บรักษานาน 16 สัปดาห์ ให้ค่าความชอบของลักษณะปรากฏเป็น 6.20±1.69, 6.60±1.90 และ 7.20±0.63 ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้สารละลายโปแตสเซียมซอร์เบทอาจมีผลช่วยชะลอในการตกผลึกของน้ำตาลรีดิวส์ในผลพลับก็เป็นได้ ประกอบกับอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสจะเก็บรักษาพลับไว้ได้นานกว่าที่อุณหภูมิอื่น โดยที่การบรรจุในสภาวะที่เป็นสุญญากาศจะทำให้ได้ค่าลักษณะปรากฏที่มากกว่า

**การเปลี่ยนแปลงทางด้านสีที่ปรากฏของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงของค่าสีที่ปรากฏมีในลักษณะเดียวกันกับค่าลักษณะปรากฏ โดยเฉพาะในเรื่องของอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่า มีสีที่หมองคล้ำเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวกับเอนไซม์ระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาลรีดิวส์ที่มีอยู่ในพลับ โดยอุณหภูมิที่สูงจะเป็นตัวเร่งให้การเกิดปฏิกิริยาได้รวดเร็วขึ้น ทำให้ค่าของสีที่ปรากฏจากการทดสอบมีค่าที่น้อยกว่าอุณหภูมิอื่นในเกือบทุกสัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) จากตารางที่ 4.32 จะเห็นว่าพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ในสภาวะการบรรจุในบรรยากาศปกติ สภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสภาวะสุญญากาศมีค่าความชอบของสีที่ปรากฏลดลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0-16 เป็น 5.60±1.78 ไปเป็น 1.60±0.70, 7.10±1.20 ไปเป็น 1.80±0.92 และ 7.00±2.31ไปเป็น 1.60±0.97 ตามลำดับ โดยที่ในสัปดาห์ที่ 16 ยังให้ค่าความชอบของสีที่ปรากฏในสภาพการบรรจุที่เป็นสุญญากาศและที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าการบรรจุในบรรยากาศปกติ โดยได้ระดับความชอบของสีที่ปรากฏเป็น ชอบเล็กน้อย-ชอบมาก การเปลี่ยนแปลงค่าสีที่ปรากฏของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 แสดงในตารางที่ 4.33 นั้น มีการเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลเช่นเดียวกับพลับ P3 โดยให้ค่าความชอบสีของพลับกึ่งแห้งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ณ สัปดาห์ที่ 16 ของพลับกึ่งแห้ง P4ในสภาวะบรรยากาศปกติ เป็น 6.50±1.51 ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็น 6.70±1.77 และในสภาวะสุญญากาศ เป็น และ 7.40±0.97 ทั้งนี้ค่าความชอบของสีที่ปรากฏจะผันตรงกับค่าสี L ที่เปลี่ยนแปลงไป คือ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษายาวนานขึ้น ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสก็เกิดปฏิกริยาสีน้ำตาลได้ง่ายขึ้น ค่าสี L จึงลดลง ความชอบของสีที่ปรากฏในพลับกึ่งแห้งจึงน้อยลงตามไปด้วย

**ตารางที่ 4.32 การเปลี่ยนแปลงทางด้านสีที่ปรากฏของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด**

| | สีที่ปรากฏ | | |
|---|---|---|---|
| เวลา | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| (สัปดาห์) | 0 | 10 | 30 |
| | **บรรจุในบรรยากาศปกติ** | | |
| 0 | 5.60±1.51 | 6.20±2.39 | 5.60±1.78 |
| 1 | 6.00±2.06 | 6.20±2.78 | 4.90±2.33 |
| 2 | 4.30±1.42 | 5.50±2.07 | 3.90±2.28 |
| 4 | 6.50±0.71[a] | 4.90±1.85[b] | 4.10±2.08[b] |
| 5 | 5.90±1.66[a] | - | 2.30±1.49[b] |
| 8 | 6.40±2.01[a] | - | 1.70±0.68[b] |
| 10 | 5.40±1.43[a] | - | 1.90±0.99[b] |
| 13 | 5.10±1.73[a] | - | 2.00±0.82[b] |
| 16 | 5.00±1.25[a] | - | 1.60±0.70[b] |
| | **บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** | | |
| 0 | 6.00±1.49 | 6.80±1.03 | 7.10±1.20 |
| 1 | 6.20±1.48 | 5.80±2.30 | 6.00±1.83 |
| 2 | 6.20±1.87[a] | 4.50±2.07[b] | 3.20±1.99[b] |
| 4 | 7.20±1.23[a] | 5.10±2.38[b] | 4.50±2.32[b] |
| 5 | 6.20±1.81[a] | 5.10±1.45[a] | 2.90±2.03[b] |
| 8 | 6.00±1.94[a] | 4.20±1.81[b] | 2.10±1.10[c] |
| 10 | 4.60±1.58 | - | 3.30±2.26 |
| 13 | 5.50±1.78[a] | - | 1.90±0.88[b] |
| 16 | 6.40±1.71[a] | - | 1.80±0.92[b] |
| | **บรรจุในสภาวะสุญญากาศ** | | |
| 0 | 6.60±1.17 | 7.40±1.65 | 7.00±2.31 |
| 1 | 5.20±1.93[a] | 7.50±1.51[b] | 5.70±2.21[a] |
| 2 | 5.80±2.53 | 5.10±1.97 | 5.50±1.96 |
| 4 | 7.20±1.62[a] | 6.40±1.43[a] | 4.60±2.22[b] |
| 5 | 5.80±1.23[a] | 5.90±2.13[a] | 2.30±1.42[b] |
| 8 | 5.40±1.08[a] | 4.30±2.06[a] | 2.40±0.97[b] |
| 10 | 6.00±1.63[a] | - | 3.30±1.95[b] |
| 13 | 6.60±1.65[a] | - | 2.50±1.58[b] |
| 16 | 6.90±1.29[a] | - | 1.60±0.97[b] |

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.33 การเปลี่ยนแปลงทางด้านสีที่ปรากฏของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| เวลา (สัปดาห์) | สีที่ปรากฏ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 30 |
| | **บรรจุในบรรยากาศปกติ** | | |
| 0 | 7.30±1.95 | 5.30±2.06 | 5.80±1.69 |
| 4 | 6.20±1.62$^{a}$ | 5.30±1.49$^{ab}$ | 4.10±1.37$^{b}$ |
| 5 | 6.40±2.07$^{a}$ | - | 3.70±2.31$^{b}$ |
| 8 | 6.60±1.65$^{a}$ | - | 3.50±2.12$^{b}$ |
| 12 | 6.70±1.16$^{a}$ | - | 4.70±2.00$^{b}$ |
| 16 | 6.50±1.51 | - | - |
| | **บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** | | |
| 0 | 4.90±3.04 | 6.70±2.11 | 4.70±2.50 |
| 4 | 7.30±1.16$^{a}$ | 5.70±0.82$^{b}$ | 3.80±1.69$^{c}$ |
| 5 | 7.20±1.14$^{a}$ | - | 4.80±1.69$^{b}$ |
| 8 | 7.70±1.16$^{a}$ | - | 4.00±2.06$^{b}$ |
| 12 | 5.80±1.87$^{a}$ | - | 2.60±1.27$^{b}$ |
| 16 | 6.70±1.77 | - | - |
| | **บรรจุในสภาวะสุญญากาศ** | | |
| 0 | 7.00±1.56 | 7.50±1.58 | 7.20±1.55 |
| 4 | 6.50±1.84$^{a}$ | 5.50±1.65$^{ab}$ | 4.30±1.49$^{b}$ |
| 5 | 4.90±2.23 | - | 4.80±2.66 |
| 8 | 6.20±1.48$^{a}$ | - | 3.80±2.15$^{b}$ |
| 12 | 7.00±1.41$^{a}$ | - | 3.40±2.07$^{b}$ |
| 16 | 7.40±0.97 | | |

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

**การเปลี่ยนแปลงทางด้านกลิ่นและรสชาติของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงค่าความชอบในคุณลักษณะของกลิ่น ให้ค่าความชอบของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ในแต่ละอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.34) ยกเว้นแต่ในสภาวะการบรรจุในบรรยากาศปกติที่สัปดาห์ที่16 สภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสภาวะสุญญากาศ สัปดาห์ที่ 5 และ 16 โดยที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสให้ค่าความชอบของกลิ่นที่แตกต่างจากที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) โดยการเก็บรักษานาน 16 สัปดาห์ ในสภาวะบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษาเป็น 0 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าความชอบของกลิ่นเป็น $5.40\pm1.08$ และ $2.90\pm2.28$ ตามลำดับ ส่วนในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาเป็น 0 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าความชอบของกลิ่นเป็น $6.60\pm1.71$ และ $3.10\pm1.91$ ตามลำดับ และในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษาเป็น 0 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าความชอบของกลิ่น เป็น $6.10\pm1.79$ และ $3.00\pm2.11$ ตามลำดับ ซึ่งในตารางที่ 4.35 แสดงค่าความชอบของกลิ่นพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ที่ส่วนมากในระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกันในแต่ละอุณหภูมิ จะให้ค่าความชอบของกลิ่นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) โดยพิจาณาได้ว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นค่าความชอบของกลิ่นมีค่าที่ลดน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลดังกล่าวมีการสร้างกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ออกมาด้วย จึงทำให้ค่าความชอบในกลิ่นลดน้อยลง และในตารางที่ 4.36 และ 4.37 เป็นค่าการทดสอบความชอบของรสชาติของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 พบว่า ให้ค่าการทดสอบชิมของรสชาติอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก โดยในตัวอย่างที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสมีการยอมรับของรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้นาน 16 สัปดาห์ ในขณะที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนั้นจะได้รับความชอบจนอยู่ในระดับที่ไม่ชอบมากในเรื่องของรสชาติ เช่นเดียวกับกลิ่น ลักษณะปรากฏและสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ด้วยปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลนี้เองที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงไปของสี กลิ่น และรสชาติ ทำให้เห็นได้ว่าการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นั้นจะสามารถถนอมรักษาคุณภาพของพลับกึ่งแห้งได้ดีกว่า ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าการเก็บพลับกึ่งแห้งไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสนั้น ก็ให้ค่าความชอบของ สี กลิ่น และ รสชาติ ที่ใกล้เคียงกับที่ 0 องศาเซลเซียส ดังนั้นถ้าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสไม่เกิดลักษณะผลึกสีขาวเกาะที่ผิวหน้าของพลับแล้วนั้น ก็นับได้เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาในระดับหนึ่ง เพราะปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลมีการเกิดได้น้อยเช่นกัน

ตารางที่ 4.34 การเปลี่ยนแปลงทางด้านกลิ่นของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| เวลา (สัปดาห์) | กลิ่น<br>อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 30 |
| | **บรรจุในบรรยากาศปกติ** | | |
| 0 | 5.90±1.52 | 6.00±2.54 | 5.30±1.70 |
| 1 | 6.10±1.52 | 6.40±1.84 | 6.30±1.64 |
| 2 | 5.70±0.82 | 6.30±1.49 | 6.10±1.29 |
| 4 | 6.30±1.42 | 5.70±1.64 | 5.70±1.06 |
| 5 | 5.80±1.81 | - | 5.40±1.08 |
| 8 | 5.70±1.64 | - | 4.70±0.48 |
| 10 | 4.70±0.95 | - | 4.50±0.71 |
| 13 | 5.70±1.34 | - | 4.20±1.32 |
| 16 | 5.40±1.08[a] | - | 2.90±2.28[b] |
| | **บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** | | |
| 0 | 6.20±1.14 | 6.20±1.14 | 6.70±1.25 |
| 1 | 6.50±1.18 | 6.20±1.75 | 6.50±1.43 |
| 2 | 6.30±1.70 | 5.80±1.14 | 5.70±0.95 |
| 4 | 6.20±1.48 | 5.60±1.27 | 5.60±1.43 |
| 5 | 6.00±1.49[a] | 5.60±1.43[ab] | 4.80±1.32[b] |
| 8 | 5.60±1.35 | 5.00±0.82 | 4.80±0.63 |
| 10 | 5.30±1.06 | - | 5.20±1.03 |
| 13 | 5.30±1.16 | - | 4.40±1.35 |
| 16 | 6.60±1.71[a] | - | 3.10±1.91[b] |
| | **บรรจุในสภาวะสุญญากาศ** | | |
| 0 | 5.80±1.40 | 6.10±1.37 | 6.60±2.27 |
| 1 | 6.30±1.64 | 6.60±1.35 | 6.20±1.55 |
| 2 | 6.00±0.94 | 5.90±1.52 | 6.10±1.37 |
| 4 | 6.50±1.35 | 5.70±1.42 | 5.50±1.72 |
| 5 | 5.70±1.06[a] | 5.90±1.29[a] | 4.70±1.77[b] |
| 8 | 5.00±0.67 | 5.30±1.06 | 4.60±1.08 |
| 10 | 5.10±0.74 | - | 4.70±0.48 |
| 13 | 5.70±1.49 | - | 4.60±1.58 |
| 16 | 6.10±1.79[a] | - | 3.00±2.11[b] |

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.35 การเปลี่ยนแปลงทางด้านกลิ่นของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| เวลา (สัปดาห์) | กลิ่น อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 30 |
| | **บรรจุในบรรยากาศปกติ** | | |
| 0 | 6.50±0.97 | 5.80±1.32 | 6.10±1.29 |
| 4 | 5.90±1.73 | 5.70±1.25 | 5.50±1.43 |
| 5 | 6.00±1.41[a] | - | 5.00±1.16[b] |
| 8 | 5.50±2.27 | - | 5.60±2.12 |
| 12 | 5.90±2.18 | - | 4.60±1.65 |
| 16 | 5.70±1.64 | - | - |
| | **บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** | | |
| 0 | 5.80±1.32[a] | 6.60±0.97[b] | 6.20±1.32[ab] |
| 4 | 5.60±1.35 | 5.40±1.51 | 4.80±0.79 |
| 5 | 5.60±1.17 | - | 4.50±1.08 |
| 8 | 5.50±1.78 | - | 5.60±1.84 |
| 12 | 4.30±1.16 | - | 3.90±1.52 |
| 16 | 5.40±2.01 | - | - |
| | **บรรจุในสภาวะสุญญากาศ** | | |
| 0 | 6.90±0.74[a] | 6.60±0.84[ab] | 6.20±1.03[b] |
| 4 | 5.70±1.49 | 5.70±1.25 | 5.60±1.08 |
| 5 | 5.40±1.27 | - | 5.00±1.49 |
| 8 | 4.90±1.73 | - | 5.20±1.40 |
| 12 | 5.80±1.69[a] | | 3.80±1.75[b] |
| 16 | 5.50±1.35 | - | - |

**ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**

**ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)**

**ตารางที่ 4.36 การเปลี่ยนแปลงทางด้านรสชาติของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด**

| เวลา (สัปดาห์) | รสชาติ<br>อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 30 |
| | **บรรจุในบรรยากาศปกติ** | | |
| 0 | 6.30±1.57 | 6.00±1.33 | 6.10±1.29 |
| 1 | 6.60±1.65 | 6.80±1.62 | 6.40±1.71 |
| 2 | 6.20±1.75 | 6.90±1.60 | 6.30±2.06 |
| 4 | 6.60±1.17 | 5.40±1.65 | 5.20±1.87 |
| 5 | 5.80±1.14 | - | 5.20±1.32 |
| 8 | 6.50±1.72 | - | 5.10±0.88 |
| 10 | 5.20±1.32 | - | 5.10±1.37 |
| 13 | 6.40±1.08[a] | - | 4.10±1.85[b] |
| 16 | 6.00±1.25[a] | - | 2.20±1.48[b] |
| | **บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** | | |
| 0 | 6.80±0.92 | 6.70±1.06 | 7.00±1.25 |
| 1 | 6.60±1.96 | 5.80±1.40 | 5.70±1.49 |
| 2 | 6.50±1.78 | 6.00±1.83 | 5.90±1.52 |
| 4 | 5.80±1.32 | 6.10±1.79 | 5.80±1.40 |
| 5 | 5.70±1.16[a] | 5.70±1.70[a] | 4.00±1.33[b] |
| 8 | 6.00±1.16 | 5.10±0.99 | 4.90±0.99 |
| 10 | 5.50±1.18 | - | 5.20±1.69 |
| 13 | 5.70±1.25[a] | - | 3.80±1.23[b] |
| 16 | 6.70±1.64[a] | - | 2.70±1.64[b] |
| | **บรรจุในสภาวะสุญญากาศ** | | |
| 0 | 6.60±1.58 | 7.10±1.66 | 6.90±1.37 |
| 1 | 6.60±1.65 | 6.50±1.96 | 6.10±1.52 |
| 2 | 7.10±1.20 | 6.50±1.51 | 6.40±1.71 |
| 4 | 6.80±0.79[a] | 6.60±1.17[a] | 5.10±1.60[b] |
| 5 | 5.90±1.45 | 5.20±1.69 | 4.20±1.40 |
| 8 | 5.60±0.97 | 5.40±1.65 | 5.00±1.16 |
| 10 | 5.30±0.95[a] | - | 4.70±1.06[b] |
| 13 | 6.40±1.58[a] | - | 4.50±1.96[b] |
| 16 | 6.50±1.35[a] | - | 2.90±1.66[b] |

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.37 การเปลี่ยนแปลงทางด้านรสชาติของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| เวลา (สัปดาห์) | รสชาติ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 30 |
| | บรรจุในบรรยากาศปกติ | | |
| 0 | 6.80±1.75 | 6.60±1.71 | 6.90±1.29 |
| 4 | 6.00±1.41 | 5.90±1.10 | 5.70±1.42 |
| 5 | 6.00±1.56 | - | 4.80±1.75 |
| 8 | 6.80±1.23 | - | 6.50±0.97 |
| 12 | 6.80±1.81[a] | - | 4.60±2.37[b] |
| 16 | 5.70±1.89 | - | - |
| | บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | | |
| 0 | 6.00±2.26 | 7.00±1.33 | 6.50±2.01 |
| 4 | 5.90±0.99[a] | 5.90±1.20[a] | 4.70±0.95[b] |
| 5 | 6.30±1.77 | - | 5.20±1.87 |
| 8 | 6.50±1.51 | - | 5.50±1.51 |
| 12 | 4.00±0.82 | - | 3.00±1.94 |
| 16 | 6.10±1.29 | - | - |
| | บรรจุในสภาวะสุญญากาศ | | |
| 0 | 7.30±1.06 | 7.40±1.17 | 7.00±1.33 |
| 4 | 5.40±1.78 | 6.30±1.06 | 6.10±0.99 |
| 5 | 5.90±1.52 | - | 5.70±1.57 |
| 8 | 5.60±1.35 | - | 5.30±1.06 |
| 12 | 6.40±1.78[a] | - | 3.90±1.91[b] |
| 16 | 6.10±1.10 | - | - |

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

**การเปลี่ยนแปลงทางด้านเนื้อสัมผัสของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของพลับกึ่งแห้งพบว่า ที่อุณหภูมิสูง 30 องศาเซลเซียสจะให้ค่าความชอบของเนื้อสัมผัสที่น้อยกว่า พลับกึ่งแห้งที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ10 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิดังกล่าวทำให้ผลิตภัณฑ์ที่แห้งและแข็งมากขึ้นถึงแม้ว่าความชื้นจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) ก็ตาม โดยที่เมื่อระยะเวลาของการเก็บรักษานานยิ่งขึ้น เนื้อสัมผัสก็ยิ่งแข็งมากขึ้นค่าข้อมูลของค่าแรงเฉือนและแรงกดควรมีค่าที่แปรผกผันต่อกัน ทำให้ค่าความชอบของเนื้อสัมผัสมีค่าที่ลดน้อยลง ในขณะที่การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 10 องศาเซลเซียส จะให้ค่าของความชอบในเนื้อสัมผัสที่ยังคงยอมรับได้ (ตารางที่ 4.38-4.39)

**การเปลี่ยนแปลงทางด้านการยอมรับโดยรวมของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และP4ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน**

การยอมรับโดยรวมของพลับกึ่งแห้งที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นจะพบว่า การยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 และ P4 มีค่าการยอมรับโดยรวมที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสมากที่สุด และมีค่าค่อนข้างคงที่ แสดงว่าที่อุณหภูมินี้สามารถคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดี ในขณะที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสนั้นก็สามารถคงคุณภาพของการยอมรับได้ดี แต่เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่ก่อให้เกิดผลึกสีขาวได้จึงทำให้หมดอายุของการทดสอบทางประสาทสัมผัสเร็วเกินไป ในขณะที่อุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียสนั้นเป็นอุณหภูมิที่ทำให้ปฏิกิริยาสีน้ำตาลเกิดได้ดีจึงทำให้มีผลต่อค่าความชอบของสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่น้อยกว่าการเก็บที่อุณหภูมิอื่น จึงทำให้ค่าความชอบในคุณลักษณะของการยอมรับโดยรวมมีค่าที่น้อยตามไปด้วย จนถึงช่วงของการยอมรับที่ไม่ชอบมากที่สุด ในพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่เก็บรักษานาน 16 สัปดาห์ สภาวะบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษาเป็น 0 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าความชอบของการยอมรับโดยรวมที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) เป็น $4.90\pm0.88$ และ $1.70\pm0.82$ ตามลำดับ ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาเป็น 0 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าความชอบของการยอมรับโดยรวมเป็น $6.10\pm1.66$ และ $1.80\pm0.92$ ตามลำดับ และในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษาเป็น 0 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าความชอบของการยอมรับโดยรวม เป็น $6.30\pm1.64$ และ $2.00\pm1.41$ ส่วนพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 เก็บรักษานาน 12 สัปดาห์ สภาวะบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษาเป็น 0 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าความชอบของการยอมรับโดยรวมที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) เป็น $6.80\pm1.55$ และ $4.60\pm2.17$ ตามลำดับ ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาเป็น 0 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าความชอบของการยอมรับโดยรวมเป็น $4.30\pm1.16$ และ $2.50\pm1.27$ ตามลำดับ และในสภาวะ

สุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษาเป็น 0 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าความชอบของการยอมรับโดยรวม เป็น 6.50±1.27 และ 3.20±1.48 โดยที่ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 16 พลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ที่บรรจุในบรรยากาศปกติให้ค่าการยอมรับโดยรวมที่ 4.90±0.88 ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 6.10±1.66 และ ในสภาวะสุญญากาศที่ 6.30±1.64 (ตารางที่ 4.40) ส่วนพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ที่บรรจุในบรรยากาศปกติให้ค่าการยอมรับโดยรวมที่ 6.20±1.69 ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 6.30±1.42 และ ในสภาวะสุญญากาศที่ 6.20±1.03 (ตารางที่ 4.41)

จากการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาพลับกึ่งแห้ง โดยพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า สภาวะที่เหมาะสมที่สุด คือ การบรรจุพลับในสภาวะสุญญากาศ โดยทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะดังกล่าวนั้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ที่น้อย ประกอบกับให้ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่น่าพอใจ ในขณะที่อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียสนั้นจะไม่มีความเหมาะสม เนื่องจากทำให้เกิดการตกผลึกสีขาวได้เร็วกว่าอุณหภูมิอื่น และที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ได้ง่ายทำให้ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสและค่าทางกายภาพที่ไม่เหมาะสม การบรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็นับว่ามีข้อดี เพียงแต่ส่งผลให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย รวมทั้งการบรรจุในสภาพบรรยากาศปกตินั้น ให้ความสวยงามที่น้อยกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ ตลอดจนแนวโน้มของการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ของสภาวะการบรรจุที่เป็นสุญญากาศน้อยกว่า ดังนั้นวิธีการบรรจุที่เหมาะสมคือ การบรรจุในสภาวะสุญญากาศ และ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

**ตารางที่ 4.38 การเปลี่ยนแปลงทางด้านเนื้อสัมผัสของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด**

| | เนื้อสัมผัส | | |
|---|---|---|---|
| เวลา | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| (สัปดาห์) | 0 | 10 | 30 |
| | **บรรจุในบรรยากาศปกติ** | | |
| 0 | 5.60±1.90 | 5.20±1.81 | 4.80±1.87 |
| 1 | 5.60±1.78 | 6.50±1.27 | 6.00±1.89 |
| 2 | 5.10±1.85$^{a}$ | 6.90±1.73$^{b}$ | 4.70±2.26$^{a}$ |
| 4 | 6.00±1.25$^{a}$ | 5.10±1.66$^{ab}$ | 4.40±1.51$^{b}$ |
| 5 | 5.40±1.43 | - | 4.60±1.58 |
| 8 | 6.30±0.82$^{a}$ | - | 5.30±1.16$^{b}$ |
| 10 | 5.40±1.51 | - | 4.30±0.95 |
| 13 | 5.90±1.79 | - | 3.40±1.65 |
| 16 | 5.40±1.65$^{a}$ | - | 1.80±1.23$^{b}$ |
| | **บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** | | |
| 0 | 5.50±1.08 | 5.70±1.06 | 6.10±1.60 |
| 1 | 5.50±1.96 | 5.90±1.73 | 5.20±1.99 |
| 2 | 6.50±1.51$^{a}$ | 5.10±1.60$^{b}$ | 5.60±1.58$^{ab}$ |
| 4 | 5.70±1.06 | 5.70±1.70 | 5.00±1.41 |
| 5 | 5.40±1.71$^{ab}$ | 6.00±1.25$^{a}$ | 4.20±1.48$^{b}$ |
| 8 | 6.10±0.99$^{a}$ | 5.00±1.25$^{ab}$ | 4.20±2.20$^{b}$ |
| 10 | 5.60±1.51$^{a}$ | - | 3.90±1.52$^{b}$ |
| 13 | 5.40±1.84$^{a}$ | - | 2.60±1.51$^{b}$ |
| 16 | 5.60±1.43$^{a}$ | - | 1.70±0.95$^{b}$ |
| | **บรรจุในสภาวะสุญญากาศ** | | |
| 0 | 6.10±1.37 | 6.80±1.99 | 6.00±2.21 |
| 1 | 5.80±2.25 | 6.70±1.57 | 5.20±2.44 |
| 2 | 6.80±1.03 | 5.80±1.99 | 5.80±1.48 |
| 4 | 6.50±1.27$^{a}$ | 6.50±1.51$^{a}$ | 4.40±2.17$^{b}$ |
| 5 | 5.60±1.71$^{a}$ | 4.30±1.77$^{b}$ | 3.70±1.70$^{b}$ |
| 8 | 5.70±1.25$^{a}$ | 4.60±1.27$^{ab}$ | 3.60±1.71$^{a}$ |
| 10 | 5.40±1.35 | - | 4.30±1.89 |
| 13 | 5.80±1.99 | - | 3.80±1.99 |
| 16 | 5.40±1.71$^{a}$ | - | 2.90±1.66$^{b}$ |

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.39 การเปลี่ยนแปลงทางด้านเนื้อสัมผัสของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| เวลา (สัปดาห์) | เนื้อสัมผัส อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) 0 | 10 | 30 |
|---|---|---|---|
| | **บรรจุในบรรยากาศปกติ** | | |
| 0 | 6.10±2.13 | 5.80±1.93 | 6.10±2.13 |
| 4 | 5.40±1.96 | 4.70±1.49 | 4.80±1.32 |
| 5 | 6.30±2.06[a] | - | 3.00±1.76[b] |
| 8 | 5.40±1.43 | - | 5.10±1.60 |
| 12 | 5.70±1.89[a] | - | 3.90±1.85[b] |
| 16 | 5.00±1.33 | - | - |
| | **บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** | | |
| 0 | 5.50±2.68 | 6.80±0.92 | 5.90±2.28 |
| 4 | 5.20±1.23[a] | 5.30±1.83[a] | 3.70±1.25[b] |
| 5 | 6.30±1.70[a] | - | 3.70±2.11[b] |
| 8 | 6.10±1.85 | - | 5.00±1.83 |
| 12 | 4.60±1.65[a] | - | 2.40±1.51[b] |
| 16 | 5.90±1.20 | - | - |
| | **บรรจุในสภาวะสุญญากาศ** | | |
| 0 | 6.30±2.00 | 7.10±1.73 | 5.90±2.23 |
| 4 | 4.90±1.37[a] | 5.90±1.20[b] | 4.90±1.91[a] |
| 5 | 4.60±1.58 | - | 5.20±2.04 |
| 8 | 4.10±1.91[a] | - | 5.20±1.55[b] |
| 12 | 6.30±1.42[a] | - | 2.60±1.65[b] |
| 16 | 5.30±1.16 | - | - |

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

**ตารางที่ 4.40 การเปลี่ยนแปลงด้านการยอมรับโดยรวมของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P3 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ30 องศาเซลเซียสในวิธีการบรรจุต่างกัน3ชนิด**

| | การยอมรับโดยรวม | | |
|---|---|---|---|
| เวลา | อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส) | | |
| (สัปดาห์) | 0 | 10 | 30 |
| | **บรรจุในบรรยากาศปกติ** | | |
| 0 | 5.70±1.42 | 6.20±2.39 | 5.50±1.90 |
| 1 | 5.70±1.64[a] | 6.90±0.99[b] | 5.80±1.32[a] |
| 2 | 5.40±1.78[ab] | 6.70±1.64[a] | 4.70±2.63[b] |
| 4 | 5.80±1.40 | 5.20±1.69 | 4.60±1.35 |
| 5 | 6.00±0.82[a] | - | 3.10±1.91[b] |
| 8 | 6.40±1.26[a] | - | 3.00±2.00[b] |
| 10 | 4.80±1.14[a] | - | 3.30±1.06[b] |
| 13 | 5.80±1.32[a] | - | 3.00±1.56[b] |
| 16 | 4.90±0.88[a] | - | 1.70±0.82[b] |
| | **บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** | | |
| 0 | 6.20±1.32 | 6.80±1.03 | 7.10±1.20 |
| 1 | 6.00±1.33 | 6.10±1.66 | 6.00±1.49 |
| 2 | 6.70±1.57[a] | 4.70±1.77[b] | 4.30±2.79[b] |
| 4 | 6.20±1.03 | 5.60±1.71 | 4.70±2.00 |
| 5 | 5.90±1.45[a] | 5.50±1.51[a] | 3.00±1.49[b] |
| 8 | 6.10±0.99[a] | 4.90±1.10[b] | 3.20±1.40[c] |
| 10 | 5.30±1.25 | - | 4.30±1.89 |
| 13 | 5.60±1.58[a] | - | 2.70±1.25[b] |
| 16 | 6.10±1.66[a] | - | 1.80±0.92[b] |
| | **บรรจุในสภาวะสุญญากาศ** | | |
| 0 | 6.20±1.62 | 7.40±1.65 | 7.00±2.31 |
| 1 | 5.70±1.89[a] | 7.00±1.33[b] | 5.70±1.70[a] |
| 2 | 6.40±2.27 | 6.00±1.94 | 5.90±1.37 |
| 4 | 6.70±1.34[a] | 6.20±1.32[a] | 4.30±2.11[b] |
| 5 | 5.90±1.37[a] | 5.00±1.63[a] | 3.10±1.66[b] |
| 8 | 5.40±0.84[a] | 4.40±1.35[ab] | 3.70±1.06[b] |
| 10 | 5.30±1.16[a] | - | 3.90±1.10[b] |
| 13 | 6.40±1.58[a] | - | 3.50±1.90[b] |
| 16 | 6.30±1.64[a] | - | 2.00±1.41[b] |

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.41 การเปลี่ยนแปลงทางด้านการยอมรับโดยรวมของพลับกึ่งแห้งพันธุ์ P4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 10 และ 30 องศาเซลเซียส ในวิธีการบรรจุต่างกัน 3 ชนิด

| เวลา (สัปดาห์) | การยอมรับโดยรวม อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 30 |
| | บรรจุในบรรยากาศปกติ | | |
| 0 | 6.80±2.30 | 6.30±2.21 | 6.40±2.17 |
| 4 | 5.80±1.32 | 5.00±1.06 | 4.70±1.42 |
| 5 | 6.20±1.40[a] | - | 3.30±1.77[b] |
| 8 | 6.20±1.75 | - | 4.90±1.66 |
| 12 | 6.80±1.55[a] | - | 4.60±2.17[b] |
| 16 | 6.20±1.69 | - | - |
| | บรรจุในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | | |
| 0 | 5.10±3.04 | 6.20±1.81 | 5.40±2.27 |
| 4 | 6.10±0.74[a] | 5.70±1.49[a] | 3.50±1.27[b] |
| 5 | 6.10±2.03 | - | 4.40±1.78 |
| 8 | 6.80±1.32[a] | - | 4.60±2.01[b] |
| 12 | 4.30±1.16[a] | - | 2.50±1.27[b] |
| 16 | 6.30±1.42 | - | - |
| | บรรจุในสภาวะสุญญากาศ | | |
| 0 | 7.00±1.25 | 7.50±1.08 | 6.60±1.84 |
| 4 | 5.50±1.35 | 6.10±1.60 | 5.10±1.20 |
| 5 | 5.10±1.45 | - | 4.60±2.27 |
| 8 | 5.20±1.75 | - | 4.60±1.51 |
| 12 | 6.50±1.27[a] | - | 3.20±1.48[b] |
| 16 | 6.20±1.03 | - | - |

ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)