

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 4.1 การปรับสภาพค่า $a_w$ ของเนื้อลำไยอบแห้ง

เนื้อลำไยอบแห้งที่ใช้ในการทดลองเมื่อเริ่มต้นชื่อว่ามีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.47 และมีสมบัติทางกายภาพคือมีค่า  $L^*$  เท่ากับ 52.65 ค่า  $a^*$  เท่ากับ 2.25 และ  $b^*$  เท่ากับ 13.35 เมื่อนำเนื้อลำไยอบแห้งปรับค่า  $a_w$  โดยการเก็บรักษาไว้ในสภาวะบรรยากาศที่มีสารละลายเกลืออิ่มตัว 3 ชนิด คือ สารละลายเกลือโซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) โซเดียมไดโครเมต (sodium dichromate) และ โซเดียมไนไตรต์ (sodium nitrite) ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 40%, 50% และ 60% ตามลำดับ (Hall, 1980) เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายหลังจากปรับค่า  $a_w$  เนื้อลำไยอบแห้ง ที่มีค่า  $a_w$  ที่แตกต่างกันคือ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 40% เนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.39 ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 50% เนื้อลำไยอบแห้งมี ค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.51 และที่ความชื้นสัมพัทธ์ 60% เนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.61 หลังจากนั้นนำเนื้อลำไยอบแห้งมาบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต (aluminum foil laminate) ที่มีอัตราการซึมผ่านเข้า-ออกของไอน้ำที่ต่ำ คือ 0.45-5 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และมีอัตราการซึมผ่านเข้า-ออกของก๊าซออกซิเจนเท่ากับ 0.45-150 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Aaron and Kenneth, 1997) แล้วปล่อยก๊าซที่ผ่านการปรับอัตราส่วนที่ต้องการลงในถุง โดยใช้เครื่องบรรจุมีกลไกการทำงาน คือเมื่อนำถุงที่บรรจุเนื้อลำไยอบแห้งใส่ในเครื่องบรรจุจะดูดก๊าซที่มีอยู่ออกจากถุงจนเป็นสุญญากาศหลังจากนั้นจึงปล่อยก๊าซที่ผ่านการปรับสภาพแล้วเข้าไปในถุง แล้วจึงปิดผนึกด้วยความร้อน โดยมีอัตราส่วนของก๊าซ  $O_2:N_2$  เท่ากับ 0:100%, 5:95%, 10:90% และ 21:79% เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ทดสอบความเข้มข้นของก๊าซดังกล่าวในถุง โดยวัดอัตราส่วนของก๊าซจนได้ความเข้มข้นของก๊าซที่คงที่โดยใช้เครื่องวัดก๊าซ (Headspace Oxygen/Carbon dioxide Analyzer) จนได้อัตราส่วนที่ต้องการคงที่

การปรับสภาพเนื้อลำไยอบแห้งตามวิธีข้างต้นมีผลทำให้สมบัติทางกายภาพของเนื้อลำไย ทั้ง 3 ระดับค่า  $a_w$  มีความแตกต่างกันดังตารางที่ 4.1

เนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $L^*$  เมื่อเริ่มต้นเท่ากับ 52.65 ภายหลังจากปรับค่า  $a_w$  ของเนื้อลำไยอบแห้งเป็นระยะเวลา 7 วัน เนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $L^*$  เท่ากับ 53.53, 50.65 และ 47.86 ตามลำดับแสดงให้เห็นว่าระหว่างการปรับค่า  $a_w$  ของเนื้อลำไยอบแห้งมีผลต่อค่า  $L^*$  คือที่  $a_w$  เท่ากับ 0.4

เนื้อลำไยมีค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ที่ค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.5 และ 0.6 เนื้อลำไยมีค่า  $L^*$  ลดลงแสดงว่ามีสีเข้มขึ้น ค่า  $a^*$  เริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 2.25 หลังการปรับค่า  $a_w$  เป็นระยะเวลา 7 วัน ให้มีค่า  $a^*$  เป็น 0.4, 0.5 และ 0.6 เนื้อลำไยมีค่า  $a^*$  เท่ากับ 1.98, 4.28 และ 6.07 ตามลำดับ แสดงว่าระหว่างการปรับสภาพค่า  $a_w$  ให้เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า  $a^*$  เพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้งหลังจากการปรับสภาพค่า  $a_w$  ของเนื้อลำไยอบแห้ง

คุณสมบัติ	ก่อนการปรับสภาพค่า $a_w$	หลังการปรับสภาพค่า $a_w$		
		0.4	0.5	0.6
ค่า $L^*$	52.65	53.53	50.65	47.86
ค่า $a^*$	2.25	1.98	4.28	6.07
ค่า $b^*$	13.35	14.24	17.33	15.33
แรงเฉือน (นิวตัน)	151.28	148.18	51.49	43.67
ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)	391.25	380.76	223.84	40.04

เนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $b^*$  เริ่มต้นเท่ากับ 13.35 หลังการปรับค่า  $a_w$  ของเนื้อลำไยอบแห้งให้เท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่าทำให้เนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $b^*$  เท่ากับ 14.24, 17.33 และ 15.33 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระหว่างการปรับสภาพค่า  $a_w$  มีผลทำให้ค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

เนื้อลำไยอบแห้งตัวอย่างมีค่าแรงเฉือน (Shear force) เท่ากับ 151.28 นิวตัน เมื่อปรับให้มีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 มีค่าแรงเฉือนเฉลี่ยเท่ากับ 148.18, 51.49 และ 43.67 นิวตัน ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณความชื้นในเนื้อลำไยอบแห้งมีความสัมพันธ์อย่างมากกับค่าแรงเฉือน คือเมื่อมีค่า  $a_w$  เพิ่มขึ้นค่าแรงเฉือนลดลง สอดคล้องกับผลการวัดค่าแรงเฉือนในเนื้อแอปเปิลที่พบว่าการลดความชื้นของแอปเปิลทำให้มีแรงเฉือนเพิ่มขึ้นไปด้วย (Piotr and Jakubczyk, 2004)

เนื้อลำไยอบแห้งก่อนการปรับสภาพค่า  $a_w$  มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดเท่ากับ 391.25 ppm หลังจากการปรับสภาพค่า  $a_w$  เป็นเวลา 7 วัน เนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดลดลงเท่ากับ 380.76, 223.84 และ 40.04 ppm ตาม

ลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการปรับสภาพเนื้อลำไยโดยใช้สารเคมีที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ กันมีผลทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในเนื้อลำไยอบแห้งลดลง

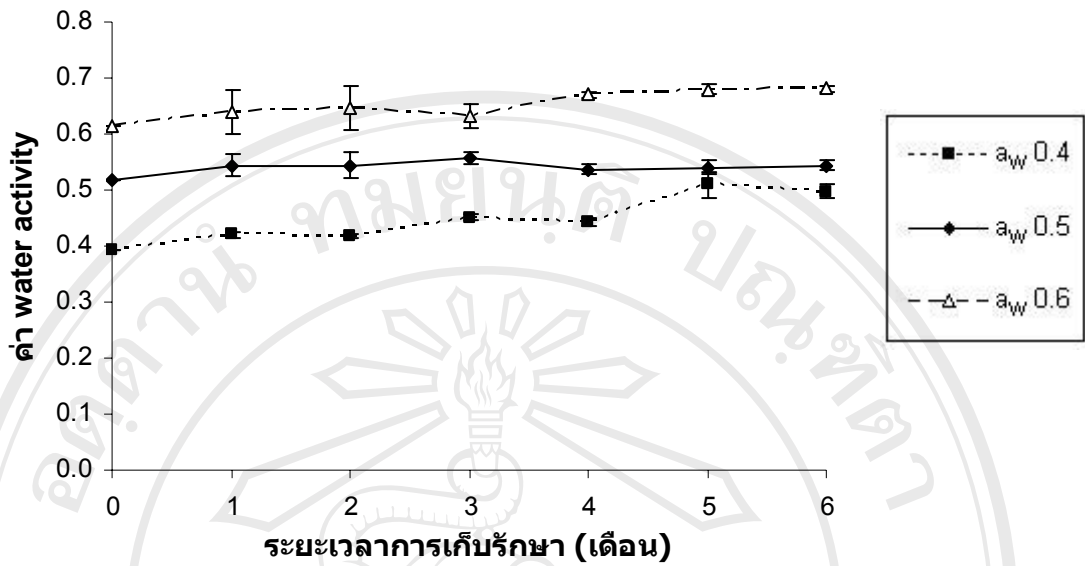
#### 4.2 การเปลี่ยนแปลงของค่า $a_w$ ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษา

ผลการศึกษการเปลี่ยนแปลงค่า  $a_w$  และความชื้นของเนื้อลำไยอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่า  $a_w$  และความชื้นของเนื้อลำไยอบแห้ง (ภาคผนวกที่ ข-1 และ ข-2) อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่า  $a_w$  และความชื้นในเนื้อลำไยอบแห้งมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา ดังภาพที่ 4.1 และ 4.2 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า  $a_w$  และความชื้นของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาในแต่ละเดือนพบว่า เมื่อเก็บรักษาครบ 6 เดือน เนื้อลำไยที่มีค่า  $a_w$  ก่อนการเก็บรักษาเท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 มีการเปลี่ยนแปลงค่า  $a_w$  และความชื้นในเนื้อลำไยอบแห้งเพียงเล็กน้อย โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 มีการเปลี่ยนแปลงค่า  $a_w$  อยู่ในช่วง 0.39-0.50 และมีความชื้นอยู่ในช่วง 7.19-8.07% เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 มีการเปลี่ยนแปลงค่า  $a_w$  อยู่ในช่วง 0.52-0.56 และมีความชื้นอยู่ในช่วง 10.43-11.26% และเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 มีค่าการเปลี่ยนแปลงค่า  $a_w$  อยู่ในช่วง 0.62-0.68 และมีความชื้นอยู่ในช่วง 13.62-14.87% ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 6 เดือน

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งที่สภาพความเข้มข้นของออกซิเจนในระดับต่างๆ มีผลต่อค่า  $a_w$  และความชื้นเฉลี่ยของเนื้อลำไยเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลา 6 เดือน ซึ่งอาจเนื่องมาจากถุง aluminum foil laminate มีอัตราการซึมผ่านเข้า-ออกของไอน้ำที่ต่ำคือ 0.45-5 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Aaron and Kenneth, 1997) ทำให้เนื้อลำไยอบแห้งมีการแลกเปลี่ยนความชื้นกับอากาศภายนอกเล็กน้อย จึงทำให้เนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $a_w$  และความชื้นค่อนข้างคงที่

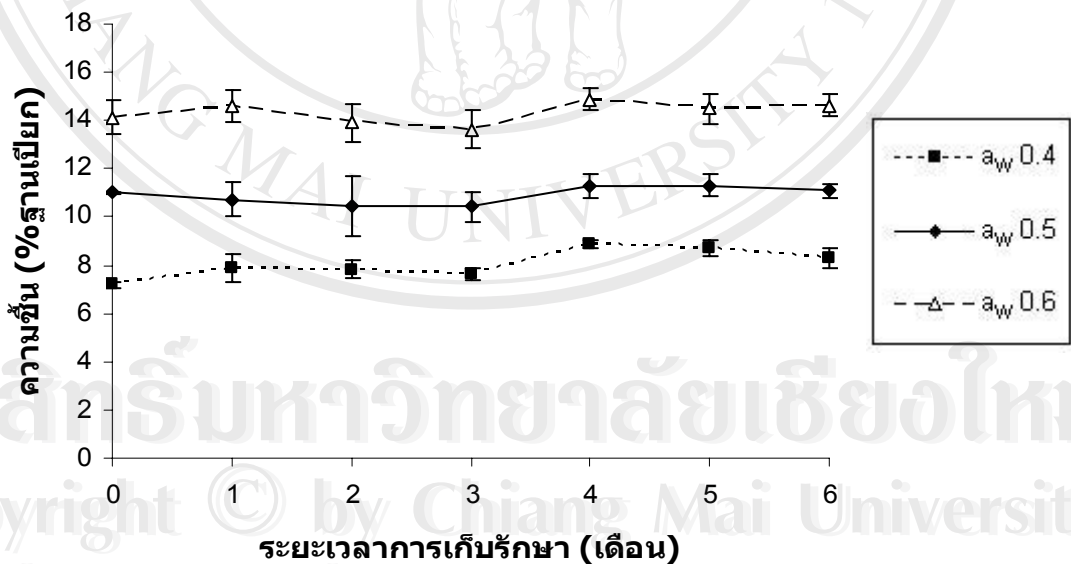
#### 4.3 ผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ

ผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาแสดงดังภาพที่ 4.3 ถึง ภาพที่ 4.14 และตารางที่ 4.2 ถึงตารางที่ 4.3 และ ตารางภาคผนวก ข-3 ถึง ภาคผนวก ข-7



ภาพที่ 4.1

การเปลี่ยนแปลงค่า  $a_w$  ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นแตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (23-28 °ซ) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นระยะเวลา 6 เดือน



ภาพที่ 4.2

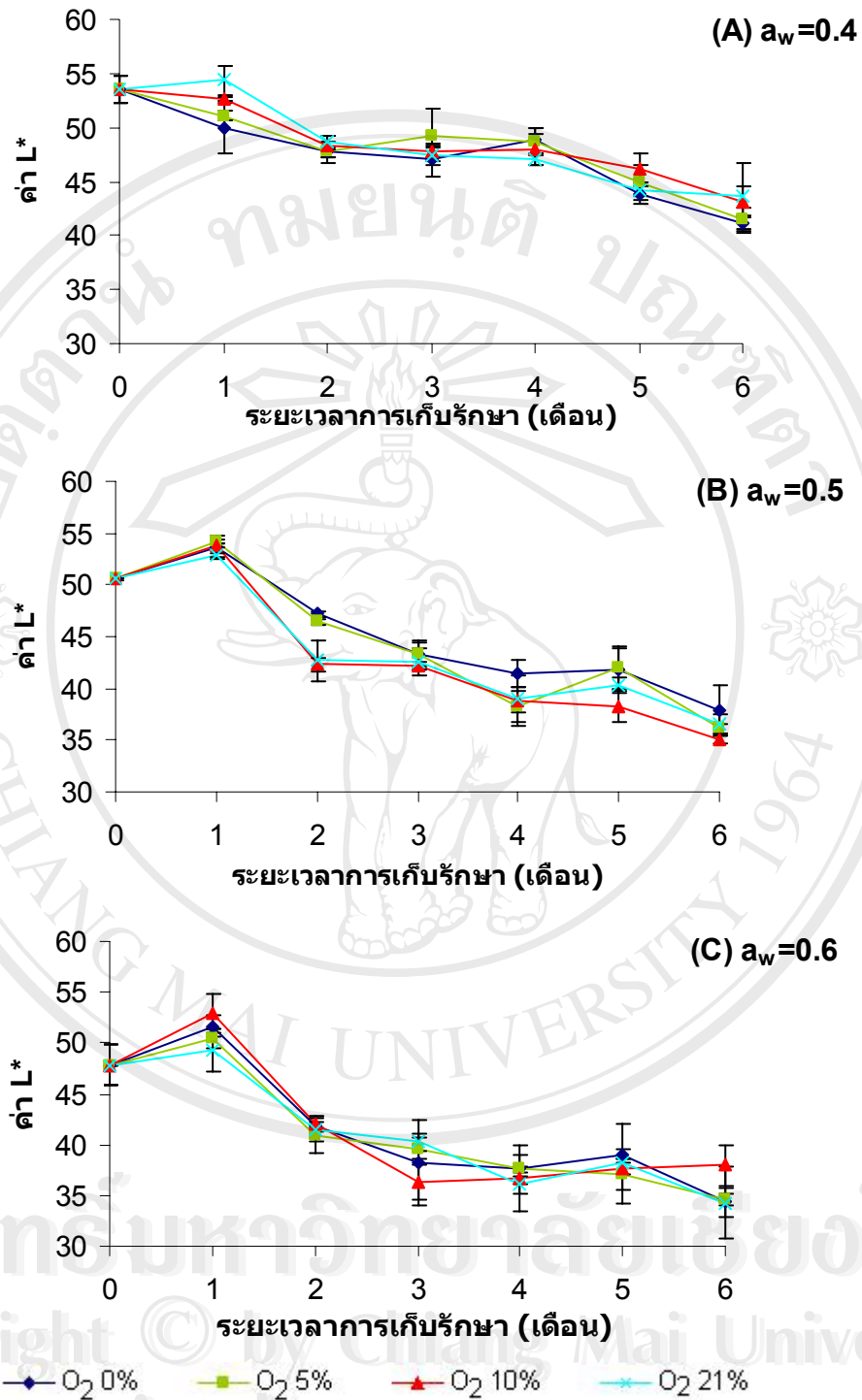
การเปลี่ยนแปลงความชื้น (%ฐานเปียก) ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นแตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (23-28 °ซ) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นเวลา 6 เดือน

### 4.3.1 ค่า $L^*$

เมื่อเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  3 ระดับ เป็นเวลา 6 เดือน ในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่แตกต่างกัน พบว่าเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 เมื่อเก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่า  $L^*$  ลดลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ค่า  $L^*$  เฉลี่ยของเนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บรักษาที่ระดับความเข้มข้นของออกซิเจนแตกต่างกันมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาคผนวก ข-3) แต่ความเข้มข้นของออกซิเจนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.4 และ 0.6 โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.5 และเก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนเท่ากับ 0% และ 5% มีค่า  $L^*$  มากกว่าที่เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจน 10% และ 21% แสดงว่าการเก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำๆ ทำให้เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $L^*$  สูงกว่าในสภาพบรรยากาศปกติ

นอกจากนี้เนื้อลำไยอบแห้งจะมีค่า  $L^*$  ลดลงตลอดอายุการเก็บรักษาและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 มีค่า  $L^*$  อย่างต่อเนื่องซ้าๆ แต่เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 มีค่า  $L^*$  ลดลงมากในระหว่างเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 2 ของการเก็บรักษา ดังภาพที่ 4.3(A)-(C)

ค่า  $L^*$  เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มของสีในเนื้อลำไยอบแห้ง หากมีค่า  $L^*$  มากแสดงว่าเนื้อลำไยอบแห้งมีสีอ่อน แต่ถ้ามีค่า  $L^*$  ลดลงแสดงให้เห็นว่าเนื้อลำไยอบแห้งมีสีเข้มขึ้น โดยเนื้อลำไยอบแห้งสีเหลืองทองที่วางจำหน่ายในท้องตลาดมีค่า  $L^*$  อยู่ในช่วง 41.76 ถึง 53.08 การเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$  ระหว่างการเก็บรักษา แสดงว่าเนื้อลำไยอบแห้งมีสีคล้ำขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น และแตกต่างกันตามระดับความเข้มข้นของออกซิเจนและค่า  $a_w$  ของเนื้อลำไยอบแห้ง สภาวะเก็บรักษาที่มีความเข้มข้นของออกซิเจนที่สูงขึ้นทำให้เนื้อลำไยอบแห้งมีสีคล้ำมากขึ้น เนื่องจากออกซิเจนจะช่วยออกซิไดซ์สารอินทรีย์ให้เป็นรูปที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ทำให้เนื้อลำไยอบแห้งมีสีคล้ำมากกว่าเนื้อลำไยอบแห้งที่เก็บรักษาในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน แต่อิทธิพลของออกซิเจนยังขึ้นอยู่กับค่า  $a_w$  ของเนื้อลำไยอบแห้งอีกด้วย หากมีค่า  $a_w$  ต่ำประมาณ 0.4 จะทำให้ปฏิกิริยาสีน้ำตาลเกิดขึ้นได้อย่างซ้าๆ หรือไม่สามารรถเกิดได้ และปฏิกิริยาจะเกิดเร็วขึ้นเมื่อเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาการเก็บรักษา พบว่าเมื่อเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 ค่า  $L^*$  ที่วัดได้อยู่ในช่วงของค่า  $L^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งที่จำหน่ายในท้องตลาดแต่ค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจน 0% และ 5% มีค่า  $L^*$  ต่ำ



ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4(A), 0.5(B) และ 0.6(C) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (23-28°C) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นระยะเวลา 6 เดือน

กว่าค่า  $L^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งที่จำหน่ายในท้องตลาดเมื่อการเก็บรักษาได้ 4 เดือน ส่วนการเก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจน 10% และ 21% สามารถคงค่า  $L^*$  ให้สูงกว่าค่า  $L^*$  ของเนื้อลำไยที่จำหน่ายในท้องตลาดได้ในระยะเวลา 3 เดือน และเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 มีค่า  $L^*$  ต่ำกว่าเนื้อลำไยอบแห้งที่จำหน่ายในท้องตลาดในเดือนที่ 2 ของการเก็บรักษา

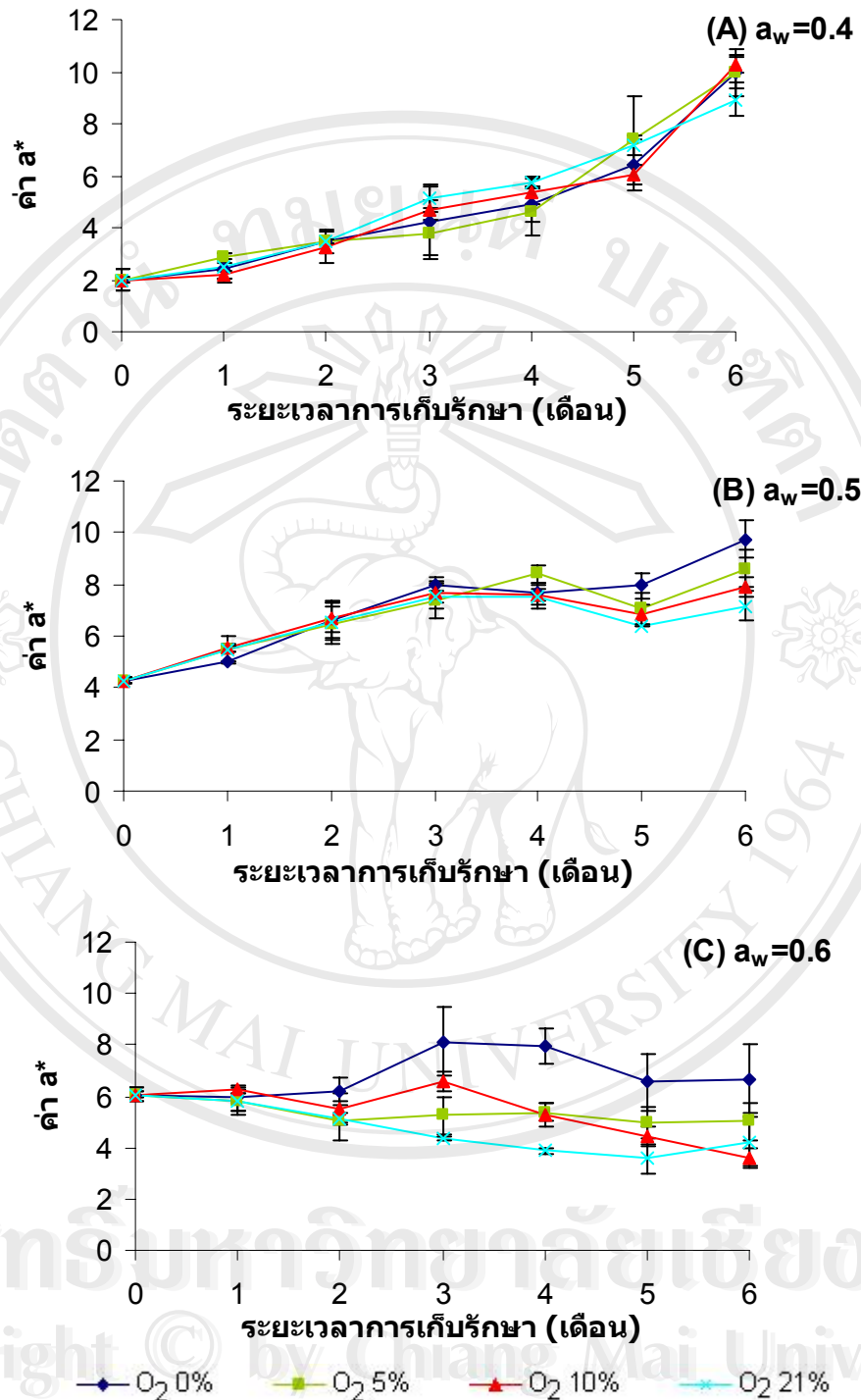
#### 4.3.2 ค่า $a^*$

เมื่อเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 เป็นเวลา 6 เดือน มีการเปลี่ยนแปลงของค่า  $a^*$  ดังในภาพที่ 4.4(A)-(C) เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่ระดับต่างๆ ออกซิเจนมีผลทำให้ค่า  $a^*$  แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาคผนวกที่ ข-4) แต่ไม่มีผลเมื่อมีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 ในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจน 0% และ 5% และที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 ที่ความเข้มข้นของออกซิเจน 0% เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a^*$  สูงที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 9.74, 6.81 และ 6.79 ตามลำดับ

#### 4.3.3 ค่า $b^*$

เมื่อเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  3 ระดับเป็นเวลา 6 เดือน ในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่ระดับแตกต่างกัน พบว่าความเข้มข้นของออกซิเจนมีผลต่อค่า  $b^*$  อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังภาคผนวก ข-5 โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนเท่ากับ 0% และ 5% มีค่า  $b^*$  สูงที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.37 และ 15.91 ตามลำดับ เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 เก็บรักษา ในสภาพความเข้มข้นออกซิเจน 0% มีค่า  $b^*$  สูงที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.16 และ 11.32 ตามลำดับ เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 ค่า  $b^*$  เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา แต่เนื้อลำไยที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 มีค่า  $b^*$  ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 2 เดือนแรกและค่อนข้างคงที่ในช่วงหลังของการเก็บรักษา ยกเว้นที่สภาพออกซิเจน 0% มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในเดือนที่ 3 ดังภาพที่ 4.5(A)-(C)

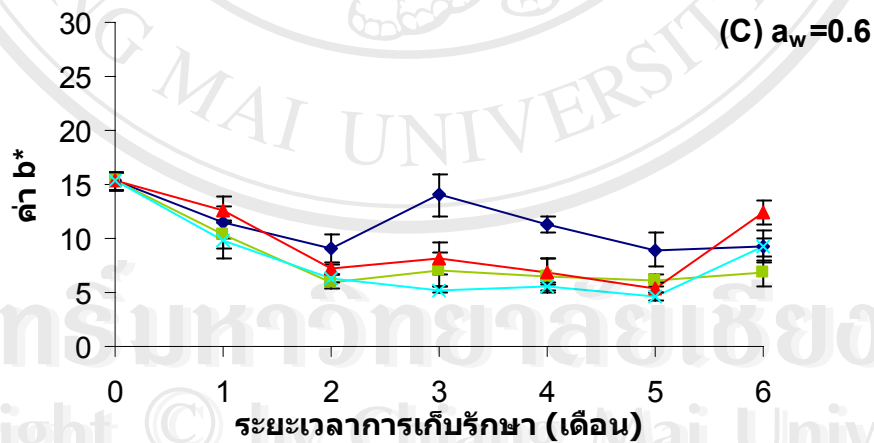
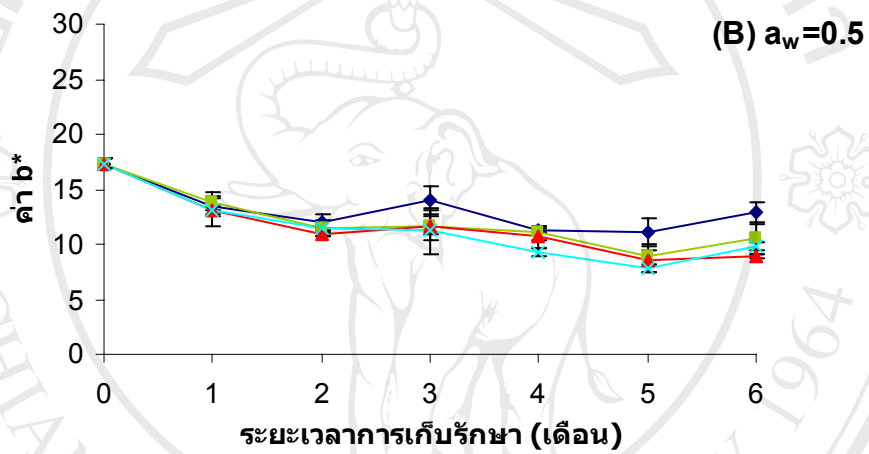
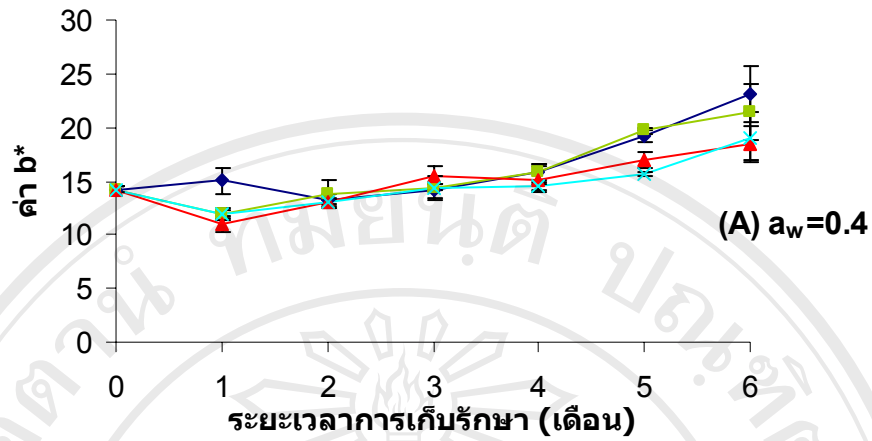
เนื้อลำไยอบแห้งสีเหลืองทองที่จำหน่ายในท้องตลาดมีค่า  $b^*$  อยู่ในช่วง 13.86 ถึง 26.98 เมื่อค่า  $b^*$  เป็นบวกหมายถึงเนื้อลำไยอบแห้งมีสีเหลืองแสดงว่าเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$



ภาพที่ 4.4

การเปลี่ยนแปลงค่า  $a^*$  ของเนื้อปลาไซบอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4(A), 0.5(B) และ 0.6(C) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $23-28^{\circ}\text{C}$ ) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นระยะเวลา 6 เดือน





—◆—  $O_2$  0%    —■—  $O_2$  5%    —▲—  $O_2$  10%    —\*—  $O_2$  21%

ภาพที่ 4.5

การเปลี่ยนแปลงค่า  $b^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4(A), 0.5(B) และ 0.6(C) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $23-28^\circ\text{C}$ ) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นระยะเวลา 6 เดือน

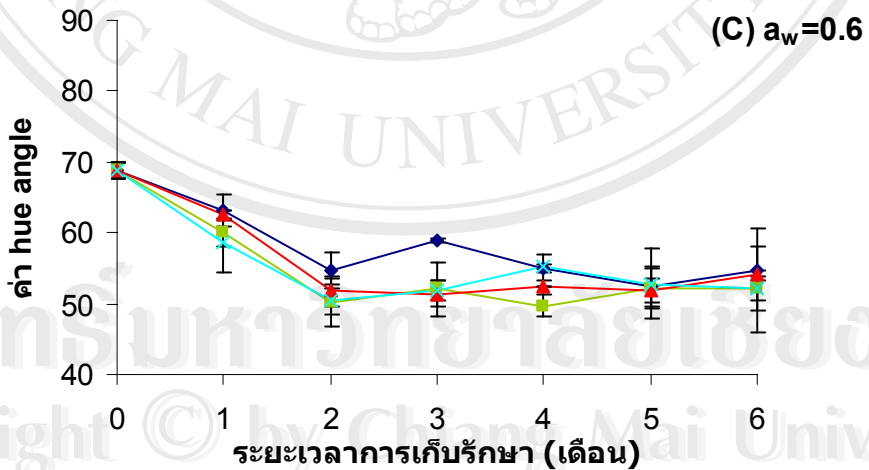
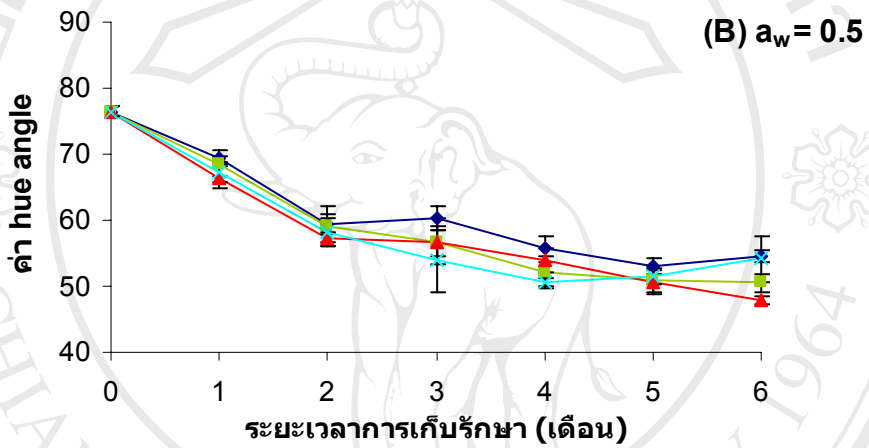
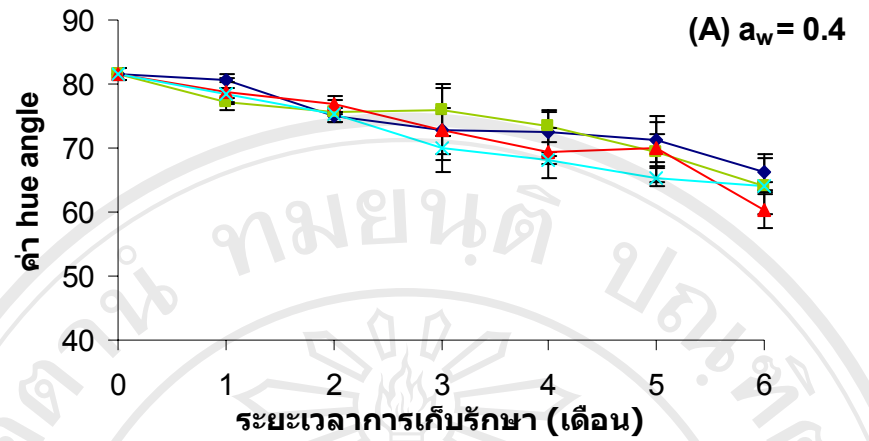
เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 มีสีเหลืองเข้มขึ้น แต่ที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 มีสีเหลืองลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาในสภาพความชื้นของออกซิเจนที่ 0% และ 5% สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า  $b^*$  ได้ดีกว่าที่เก็บในสภาพความชื้นของออกซิเจน 10% และ 21% เมื่อมีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 แต่ที่มีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.5 และ 0.6 ความชื้นของออกซิเจนสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า  $b^*$  ได้ดีที่สุดคือที่ 0% แต่เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 มีค่า  $b^*$  ต่ำกว่าช่วงค่า  $b^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งสีทองที่จำหน่ายในท้องตลาดภายหลังการเก็บรักษาได้ 2 เดือน แสดงว่าเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  สูงควรเก็บรักษาในสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำจึงจะสามารถคงสีเหลืองไว้ได้นาน

#### 4.3.4 ค่า hue angle ( $h^\circ$ )

การเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าความชื้นของออกซิเจนในภาชนะบรรจุมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า  $h^\circ$  อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาพผนวก ข-6) โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 เก็บรักษาในสภาพความชื้นของออกซิเจนเท่ากับ 0% และ 5% และที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 เก็บรักษาในสภาพความชื้นของออกซิเจนเท่ากับ 0% สามารถคงค่า  $h^\circ$  ได้ดีกว่าการเก็บรักษาในสภาพความชื้นของออกซิเจนอื่นๆ

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า  $h^\circ$  ระหว่างการเก็บรักษาในแต่ละเดือน พบว่าค่า  $h^\circ$  ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 มีค่า  $h^\circ$  ลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 มีค่า  $h^\circ$  ลดลงมากในช่วง 2 เดือนแรก หลังจากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงช้าๆ จนมีค่าค่อนข้างคงที่ในช่วงหลังของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.6(A)-(B))

ค่า  $h^\circ$  ที่เข้าใกล้มุม 90 องศา หมายถึงสีของวัตถุจะอยู่ใกล้สีเหลือง (+b) หากมีค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว (-a) แสดงว่า เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 มีสีเหลืองเพิ่มขึ้น แต่ที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 มีสีเหลืองลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น และการเปลี่ยนแปลงมีความแตกต่างกัน ตามสภาพความชื้นของออกซิเจนที่ใช้ในการเก็บรักษา โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 เมื่อเก็บรักษาในสภาพความชื้นของออกซิเจนเท่ากับ 10% และ 21% มีค่า  $h^\circ$  ไม่แตกต่างกัน หากเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 ในสภาพความชื้นของออกซิเจนมากกว่าหรือเท่ากับ 5% จะให้ค่า  $h^\circ$  ไม่แตกต่างจากการเก็บรักษาในสภาพความชื้นของออกซิเจน 21% (สภาพบรรยากาศปกติ)



—◆— O<sub>2</sub> 0%    —■— O<sub>2</sub> 5%    —▲— O<sub>2</sub> 10%    —●— O<sub>2</sub> 21%

ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4(A), 0.5(B) และ 0.6(C) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (23-28°C) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นเวลา 6 เดือน

#### 4.3.5 ค่า Chroma ( $C^*$ )

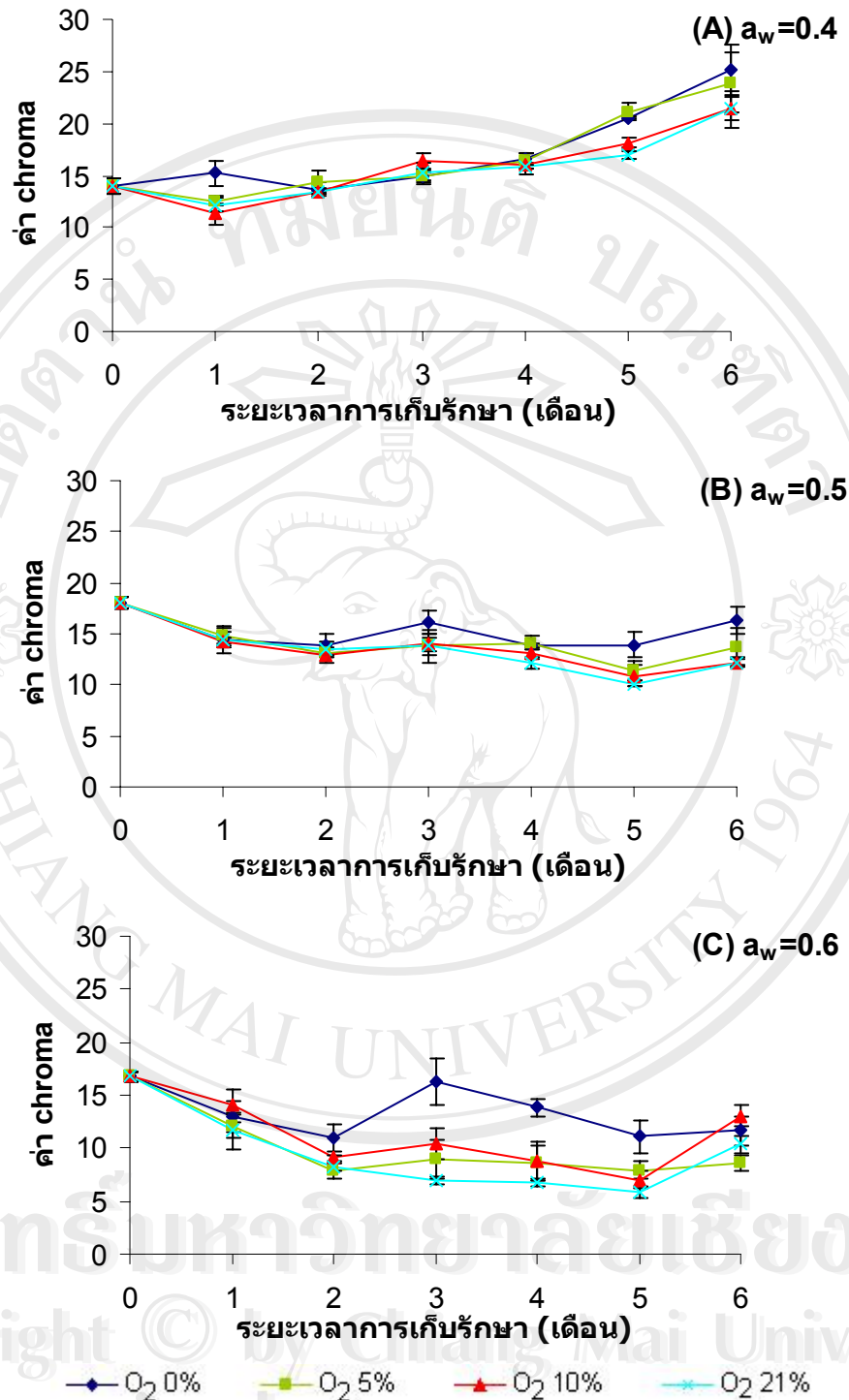
ผลการศึกษาระยะการเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งเป็นเวลา 6 เดือนในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่ต่างกัน มีผลให้ค่า  $C^*$  แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาคผนวก ข-7) โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 ในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนเท่ากับ 0% และ 5% และที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 ที่สภาพความเข้มข้นออกซิเจนเท่ากับ 0% ทำให้มีค่า  $C^*$  มากที่สุด

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า  $C^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งในแต่ละเดือน พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 มีค่า  $C^*$  เพิ่มขึ้น แต่ที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 มีค่า  $C^*$  ลดลง (ภาพที่ 4.7(A)-(C))

ค่า  $h^*$  และ  $C^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นแตกต่างกันจะแสดงแสดงสีที่ปรากฏที่แท้จริงดังภาพที่ 4.8-4.10

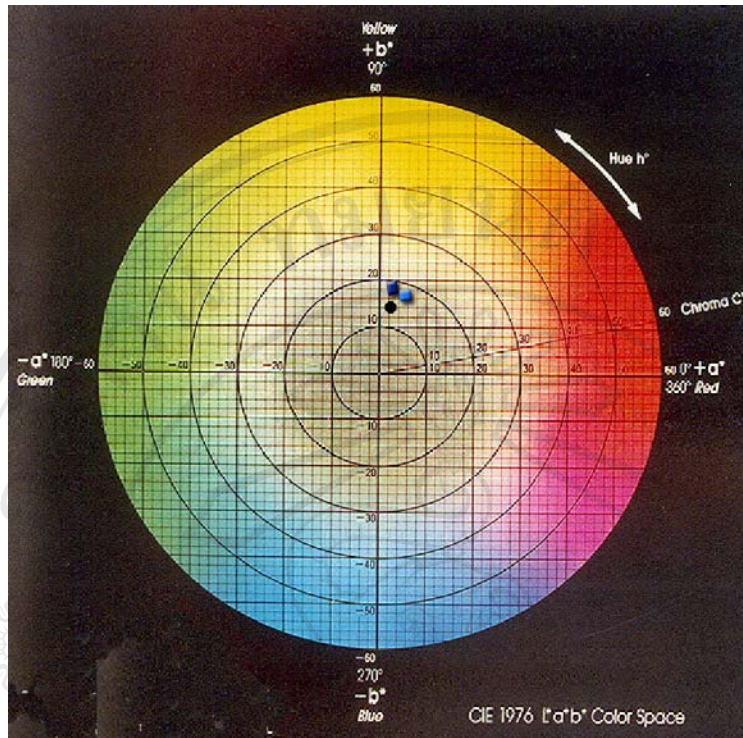
ซึ่งจะเห็นได้ว่าเนื้อลำไยอบแห้ง ที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 มีสีเหลืองน้อยที่สุด และเมื่อเก็บรักษาได้ 3 เดือนมีสีเหลืองเข้มขึ้น จนเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษามีสีเหลืองเข้มขึ้นจากเดือนที่ 3 และมีสีแดงเพิ่มขึ้นด้วย และหากเก็บรักษาในสภาพที่มีปริมาณของออกซิเจนเพิ่มขึ้นทำให้มีค่า  $h^*$  และ  $C^*$  ลดลงไปด้วย แต่มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

ในเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นทำให้มีสีเหลืองลดลง เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 มีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วกว่าที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5

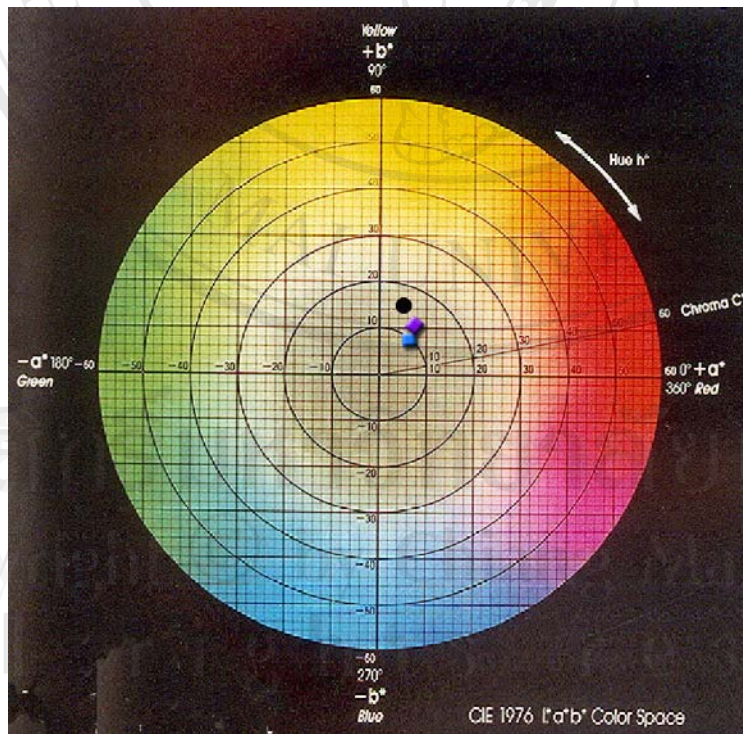


ภาพที่ 4.7

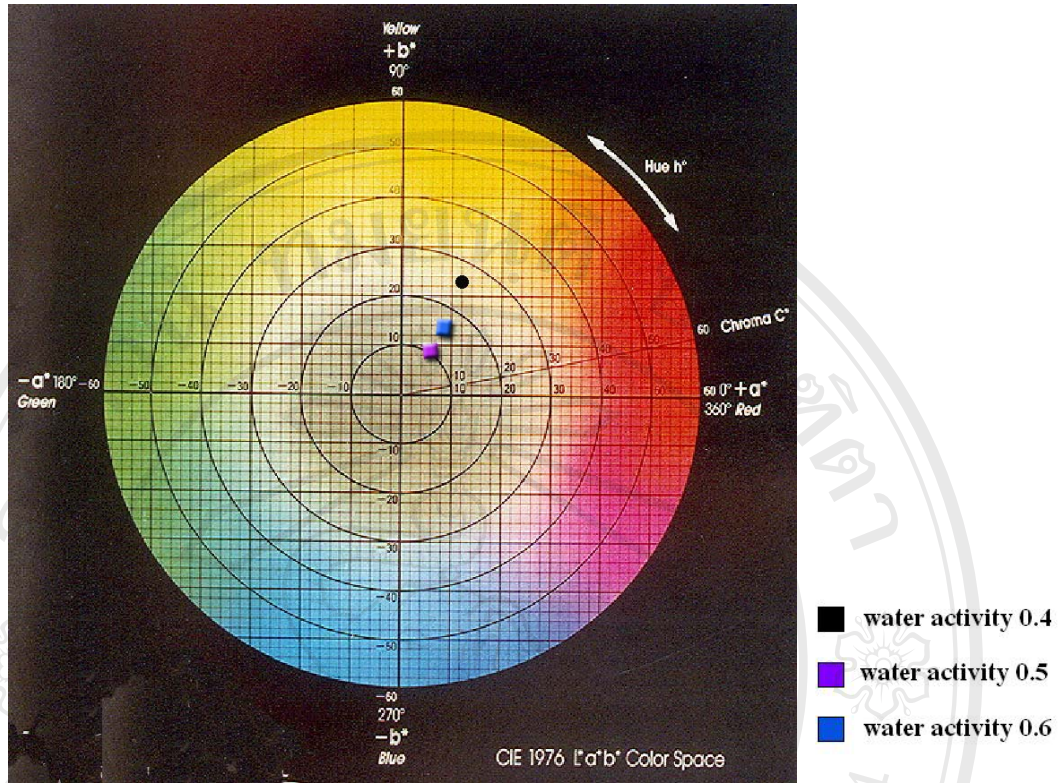
การเปลี่ยนแปลงค่า chroma ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4(A), 0.5(B) และ 0.6(C) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (23-28°C) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นเวลา 6 เดือน



ภาพที่ 4.8 ค่า  $h^\circ$  และ  $C^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นแตกต่างกันเมื่อเริ่มเก็บรักษา

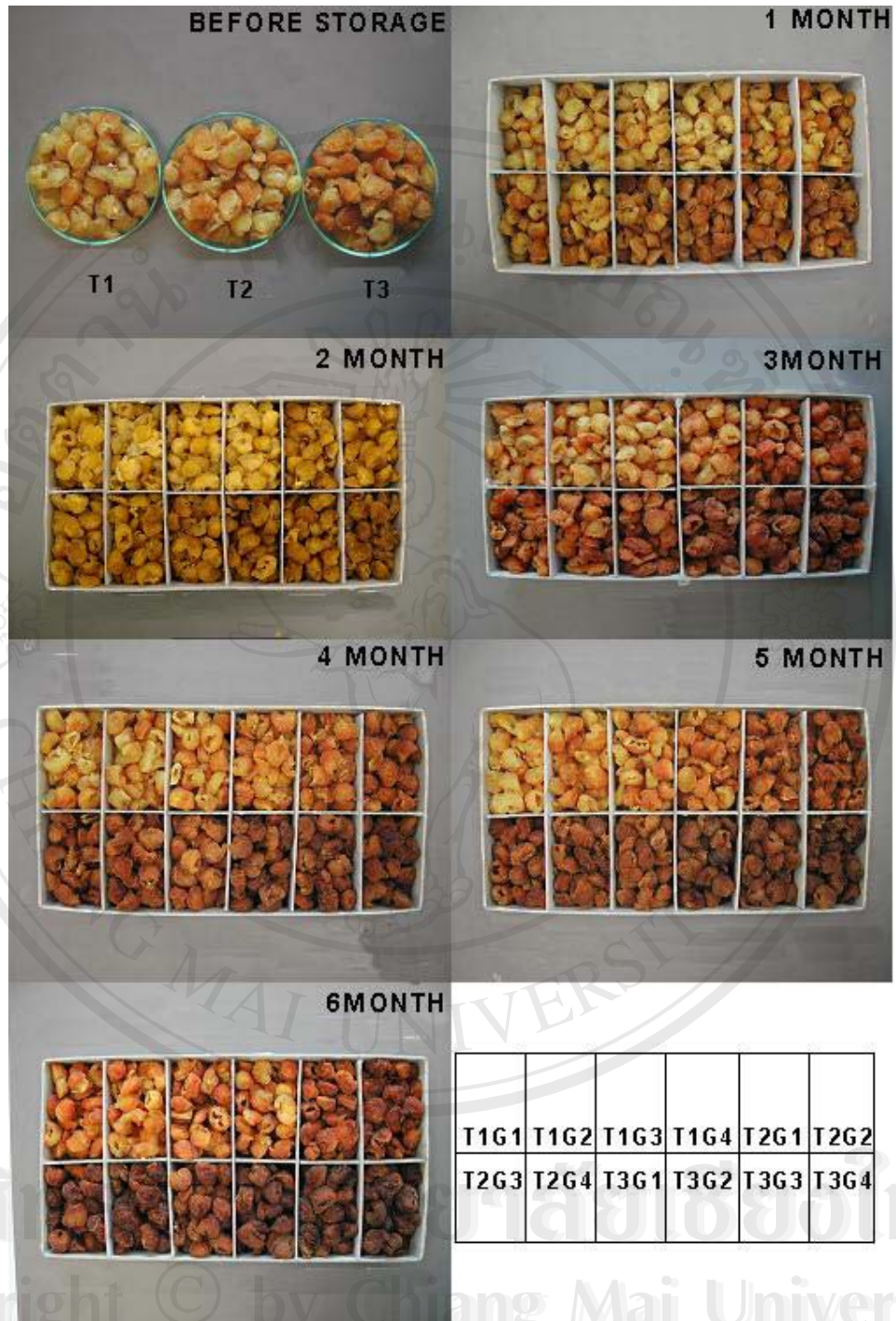


ภาพที่ 4.9 ค่า  $h^\circ$  และ  $C^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นแตกต่างกันหลังการเก็บรักษา 3 เดือน



ภาพที่ 4.10 ค่า  $h^\circ$  และ  $C^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นแตกต่างกันหลังการเก็บรักษา 6 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved



ภาพที่ 4.11

สีของเนื้อลำไยอบแห้งเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน เมื่อ T คือค่า  $a_w$  เริ่มต้น (T1  $a_w=0.4$ , T2  $a_w=0.5$ , T3  $a_w=0.6$ ) และ G คือความเข้มข้นออกซิเจนที่ใช้เก็บรักษา (G1=0%, G2=5%, G3=10% และ G4=21%)



#### 4.3.6 การเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม (Total color difference, $\Delta E$ )

ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในภาชนะบรรจุต่อคุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นแตกต่างกัน เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่า  $\Delta E$  แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4.2) แต่ไม่มีผลต่อค่า  $\Delta E$  เมื่อมีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นออกซิเจน 10% และ 21% มีค่า  $\Delta E$  สูงกว่าที่เก็บในสภาพความเข้มข้นออกซิเจน 5% และ 10% อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจน 5%, 10% และ 21% มีค่า  $\Delta E$  สูงกว่าที่เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นออกซิเจน 0% อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Tarr และ Clingeffer (2004) ในการเก็บรักษา dried vine fruit โดยลดออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์พบว่าในสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำทำให้ dried vine fruit มีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่าในสภาวะที่มีออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์สูง เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 มีค่า  $\Delta E$  เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาต่ำที่สุด และที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 มีค่า  $\Delta E$  เฉลี่ยสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าปฏิกิริยาสีน้ำตาล จะเกิดขึ้นเมื่อมีค่า  $a_w$  เพิ่มขึ้น หรือมีความชื้นเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการเก็บรักษาหอมอบแห้ง โดยบรรจุในถุง HDPE เป็นระยะเวลา 80 วัน ที่ค่า  $a_w$  ต่างๆ พบว่าเมื่อค่า  $a_w$  ที่เพิ่มขึ้นทำให้ หอมอบแห้งมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Figen and Gedik, 2005)

เมื่อนำค่า  $\Delta E$  ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาและความเข้มข้นของออกซิเจน มาหาความสัมพันธ์ พบว่าค่า  $\Delta E$  กับความเข้มข้นของออกซิเจน มีความสัมพันธ์กันแบบ polynomial ดังสมการข้างล่าง

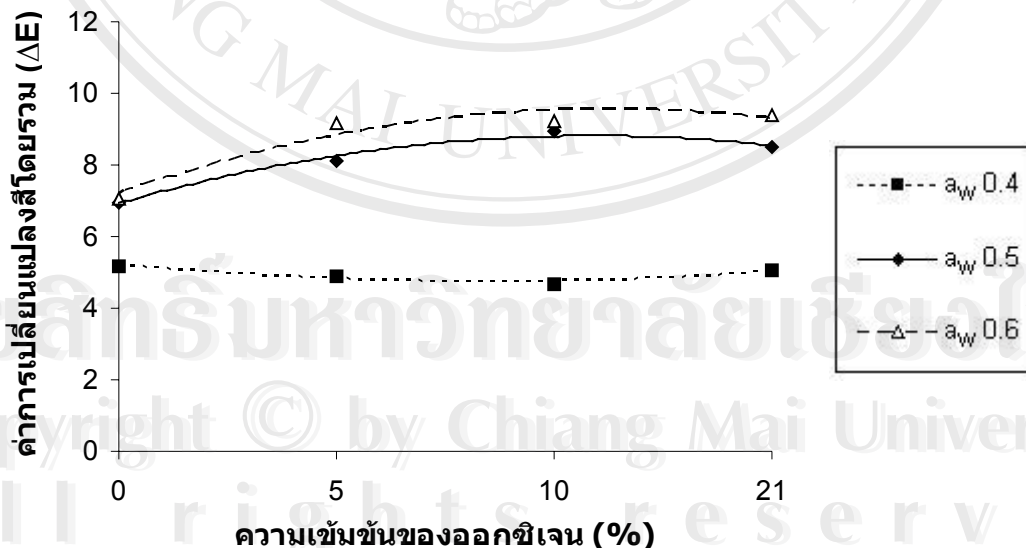
$$a_w \text{ เท่ากับ } 0.4 \quad y = 0.16x^2 - 0.87x + 5.91 \quad R^2 = 0.88$$

$$a_w \text{ เท่ากับ } 0.5 \quad y = -0.39x^2 + 2.52x + 4.79 \quad R^2 = 0.98$$

$$a_w \text{ เท่ากับ } 0.6 \quad y = -0.46x^2 + 3.04x + 4.61 \quad R^2 = 0.93$$

เมื่อ  $y$  คือการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม  
 $x$  คือความเข้มข้นของออกซิเจน (%)

ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ทำให้เนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $\Delta E$  เพิ่มขึ้น ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่ใช้ในการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.12) เมื่อเนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $a_w$  สูงขึ้นทำให้ออกซิเจนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า  $\Delta E$  มากขึ้น ความเข้มข้นของออกซิเจนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า  $\Delta E$  ที่ค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.4 แต่มีผลเมื่อค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และความเข้มข้นของออกซิเจนมากกว่าหรือเท่ากับ 10% ทำให้เนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $\Delta E$  ไม่ต่างจากที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ (ออกซิเจน 21%) และเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 เมื่อเก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนมากกว่าหรือเท่ากับ 5% มีค่า  $\Delta E$  ไม่ต่างจากที่เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจน 21% แสดงว่าเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  สูง ระดับความเข้มข้นของออกซิเจนเพียงเล็กน้อยจะทำให้เนื้อลำไยอบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงของสีอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับ Giovanelli and Angela (2002) ที่พบว่าค่า  $a_w$  ที่เพิ่มขึ้นจะส่งเสริมให้ออกซิเจนเกิดปฏิกิริยาออกโตออกซิเดชัน และปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ดีขึ้น โดยออกซิเจนจะออกซิไดซ์สารอื่นให้อยู่ในรูปที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล เมื่อมีปริมาณออกซิเจนมากพออัตราการเกิดปฏิกิริยาจะไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของออกซิเจน (นิธิยา, 2545) แต่จะขึ้นอยู่กับค่า  $a_w$  โดยค่า  $a_w$  ที่เพิ่มขึ้นทำให้มีปริมาณความชื้นมากขึ้น ส่งผลให้สารตั้งต้นและสับสเตรตเคลื่อนที่เข้ามาทำปฏิกิริยากันได้ดี (สุคนธ์ชื่น, 2539)



ภาพที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมเฉลี่ย ( $\Delta E$ ) ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้น และความเข้มข้นของออกซิเจนที่ใช้ในการเก็บรักษาแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.2

การเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม ( $\Delta E$ ) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน

water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.4	0	0	2.25±0.75 <b>c</b>	2.75±0.46	3.67±0.53	3.73±0.44	8.89±1.02	14.93±0.97	5.17
	5	0	2.91±0.27 <b>bc</b>	2.71±1.08	2.56±0.84	3.33±1.01	9.20±1.95	13.59±2.32	4.90
	10	0	4.49±1.15 <b>ab</b>	2.36±0.87	3.76±0.62	4.36±0.81	6.11±1.88	11.58±0.97	4.66
	21	0	5.51±2.02 <b>a</b>	2.36±1.01	4.13±0.65	4.68±0.80	7.58±0.35	11.02±0.74	5.04
	mean	0 ง	3.79 <b>ค</b>	2.54 <b>ฆ</b>	3.53 <b>ค</b>	4.0 <b>ค</b>	7.95 <b>ข</b>	12.78 <b>ก</b>	4.94
LSD <sub>0.05</sub>	ns	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
%CV	0	21.38	20.84	25.22	12.18	11.83	9.63	6.88	
0.5	0	0	8.12±0.80	5.87±0.91 <b>b</b>	6.11±1.05	8.68±1.63	8.77±0.73 <b>c</b>	11.27±0.91	6.97 <b>c</b>
	5	0	8.54±0.30	6.42±1.24 <b>b</b>	7.29±1.20	11.33±339	10.03±1.43 <b>bc</b>	13.26±1.08	8.12 <b>b</b>
	10	0	8.62±0.46	8.05±1.05 <b>a</b>	8.01±1.04	10.82±1.23	12.37±0.17 <b>a</b>	14.72±0.59	8.94 <b>a</b>
	21	0	7.95±0.75	7.45±0.81 <b>a</b>	8.05±1.84	11.53±3.01	11.65±0.65 <b>ab</b>	12.87±0.15	8.50 <b>ab</b>
	mean	0 ง	8.31 <b>ค</b>	6.95 <b>ฆ</b>	7.37 <b>ฆ</b>	10.59 <b>ข</b>	10.70 <b>ข</b>	13.03 <b>ก</b>	8.13
LSD <sub>0.05</sub>	ns	ns	0.81	ns	ns	2.14	ns	0.71	
%CV	0	6.50	4.75	21.59	8.69	8.13	7.29	4.30	

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม ( $\Delta E$ ) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน (ต่อ)

water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.6	0	0	9.14±1.37 <sup>ab</sup>	6.80±1.45 <sup>b</sup>	6.46±3.36 <sup>b</sup>	7.70±1.09 <sup>b</sup>	8.14±0.11 <sup>b</sup>	11.34±1.56	7.08 <sup>b</sup>
	5	0	8.68±1.21 <sup>b</sup>	10.16±1.67 <sup>a</sup>	9.27±1.72 <sup>ab</sup>	11.30±1.91 <sup>a</sup>	11.60±0.52 <sup>a</sup>	13.10±1.79	9.16 <sup>a</sup>
	10	0	9.53±1.09 <sup>a</sup>	8.74±2.53 <sup>ab</sup>	10.76±3.38 <sup>a</sup>	11.10±0.58 <sup>a</sup>	11.97±1.23 <sup>a</sup>	12.27±1.56	9.20 <sup>a</sup>
	21	0	7.95±0.98 <sup>c</sup>	9.58±3.64 <sup>a</sup>	10.98±0.28 <sup>a</sup>	12.71±0.15 <sup>a</sup>	12.91±1.52 <sup>a</sup>	11.64±1.38	9.40 <sup>a</sup>
mean		0 ง	8.82 ค	8.82 ค	9.37 ข	10.70 กข	11.16 ก	12.09 ก	8.71
LSD <sub>0.05</sub>		ns	0.62	2.04	3.16	2.84	2.73	ns	1.15
%CV		0	2.83	9.41	13.77	10.84	9.95	13.82	6.55

หมายเหตุ

ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาไทยที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

#### 4.3.7 ลักษณะทางเนื้อสัมผัส

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยการวัดค่าแรงเฉือน พบว่าความเข้มข้นของออกซิเจนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนของเนื้อลำไยอบแห้งในทุกค่า  $a_w$  อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4.3) โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 มีค่าแรงเฉือนลดลงจาก 148.18 เป็น 61.46 นิวตัน เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 มีแรงเฉือนผันแปรเล็กน้อยอยู่ในช่วง 42.67-59.52 และ 38.02-50.32 นิวตัน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.13)

ผลการทดลองเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุดมีค่าแรงเฉือนมากที่สุด ในทางตรงข้ามเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 มีปริมาณความชื้นสูง ส่งผลให้มีค่าแรงเฉือนน้อยแสดงว่าเนื้อลำไยอบแห้งที่มีปริมาณน้ำภายในน้อย ค่า  $a_w$  ต่ำจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็ง ส่งผลให้มีค่าแรงเฉือนมากด้วย ลักษณะดังกล่าวคล้ายคลึงกับ บลอคโคลิออบแห้งเมื่อมีความชื้นลดลงจะทำให้บลอคโคลิมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น (Sanjuan *et al.*, 2004) และเมื่อนำค่าแรงเฉือนและ ค่า  $a_w$  มาหา regression พบว่ามีความสัมพันธ์กันแบบ second order polynomial โดยสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ (coefficient of correlation,  $R^2$ ) มีค่าเท่ากับ 0.91 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงเฉือนและค่า  $a_w$  ของเนื้อลำไยอบแห้งแสดงดัง ภาพที่ 4.14 เป็นดังและมีสมการดังนี้

$$y = 1877.5x^2 - 2331.8x + 762.5$$

เมื่อ	y	คือค่าแรงเฉือนของเนื้อลำไยอบแห้ง (นิวตัน)
	x	คือค่า $a_w$ ของเนื้อลำไยอบแห้ง

เมื่อเนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $a_w$  ต่ำๆ การเปลี่ยนแปลงของค่า  $a_w$  เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยมีผลทำให้ค่าแรงเฉือนลดลงเป็นอย่างมาก ซึ่งต่างจากเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  มาก การเปลี่ยนแปลงของค่า  $a_w$  จะไม่มีผลต่อค่าแรงเฉือนมากนัก

ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของแรงเหวี่ยง (นิวตัน) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน

water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.4	0	148.18±14.12	117.08±4.44	127.79±9.02 <sup>a</sup>	94.32±4.67	82.60±10.13	71.03±21.23	63.08±4.25	100.58
	5	148.18±14.12	116.02±8.10	111.38±5.07 <sup>b</sup>	91.68±7.97	74.01±5.85	78.27±19.22	62.81±3.45	97.48
	10	148.18±14.12	113.05±8.08	102.71±4.90 <sup>b</sup>	100.30±6.06	72.62±9.43	85.27±6.21	57.37±2.73	97.07
	21	148.18±14.12	116.88±16.09	103.89±5.31 <sup>b</sup>	106.79±8.17	78.52±5.47	66.23±7.10	62.59±0.16	97.58
mean		148.18 <sup>ก</sup>	115.76 <sup>ข</sup>	111.44 <sup>ข</sup>	98.27 <sup>ค</sup>	76.94 <sup>ง</sup>	75.2 <sup>ง</sup>	61.46 <sup>ง</sup>	98.18
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	10.14	ns	ns	ns	ns	ns
%CV		0.00	5.67	3.72	5.60	7.34	10.17	4.08	2.86
0.5	0	51.49±1.28	42.16±2.26	44.76±1.73 <sup>ab</sup>	51.07±3.09	54.79±7.33	57.92±4.49	54.65±3.76	50.98
	5	51.49±1.28	40.82±5.46	43.74±1.00 <sup>ab</sup>	48.15±3.62	54.13±5.81	63.38±6.47	51.60±2.08	50.47
	10	51.49±1.28	44.50±0.16	48.15±2.04 <sup>a</sup>	46.11±0.59	50.18±3.66	59.20±4.98	53.09±4.52	50.39
	21	51.49±1.28	43.19±0.92	41.00±3.79 <sup>b</sup>	46.46±2.06	47.99±8.48	57.59±6.07	50.94±3.62	48.38
mean		51.49 <sup>ข</sup>	42.67 <sup>ง</sup>	44.41 <sup>ง</sup>	47.95 <sup>ค</sup>	51.77 <sup>ข</sup>	59.52 <sup>ก</sup>	52.57 <sup>ข</sup>	50.06
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	4.60	ns	ns	ns	ns	ns
%CV		0.00	5.46	4.23	4.73	5.91	6.47	5.69	2.38

ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของแรงเหวี่ยง (นิวตัน) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน (ต่อ)

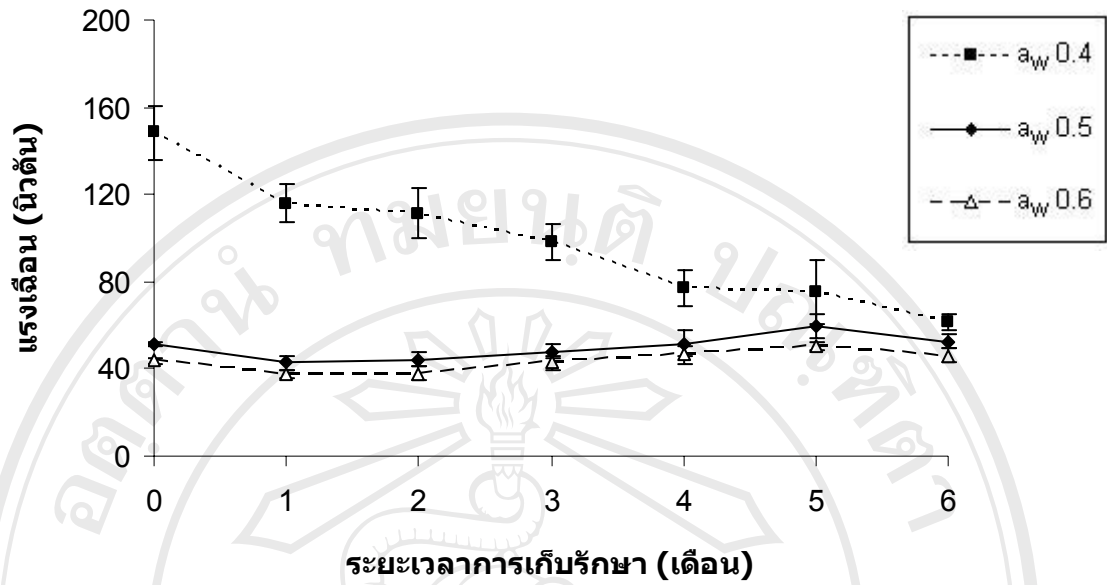
water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.6	0	43.67±1.92	38.80±2.24	39.40±3.99	42.77±5.42	47.76±2.44	48.55±1.19 <sup>b</sup>	49.53±2.85	44.35
	5	43.67±1.92	36.50±1.25	37.66±3.60	41.22±2.78	44.01±4.68	52.33±1.27 <sup>a</sup>	44.96±3.25	42.91
	10	43.67±1.92	37.29±2.75	38.64±1.11	44.62±1.65	48.25±7.46	51.29±0.99 <sup>ab</sup>	44.88±2.42	44.09
	21	43.67±1.92	37.39±2.63	36.38±2.68	42.45±1.85	45.61±0.41	49.10±1.69 <sup>b</sup>	45.89±2.31	42.93
mean		43.67 <sup>ค</sup>	37.49 <sup>ค</sup>	38.02 <sup>ข</sup>	42.76 <sup>ค</sup>	46.41 <sup>ข</sup>	50.32 <sup>ก</sup>	46.31 <sup>ข</sup>	43.57
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	2.76	ns	ns
%CV		0.00	0.06	0.07	0.06	0.07	0.02	0.05	0.02

หมายเหตุ

ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

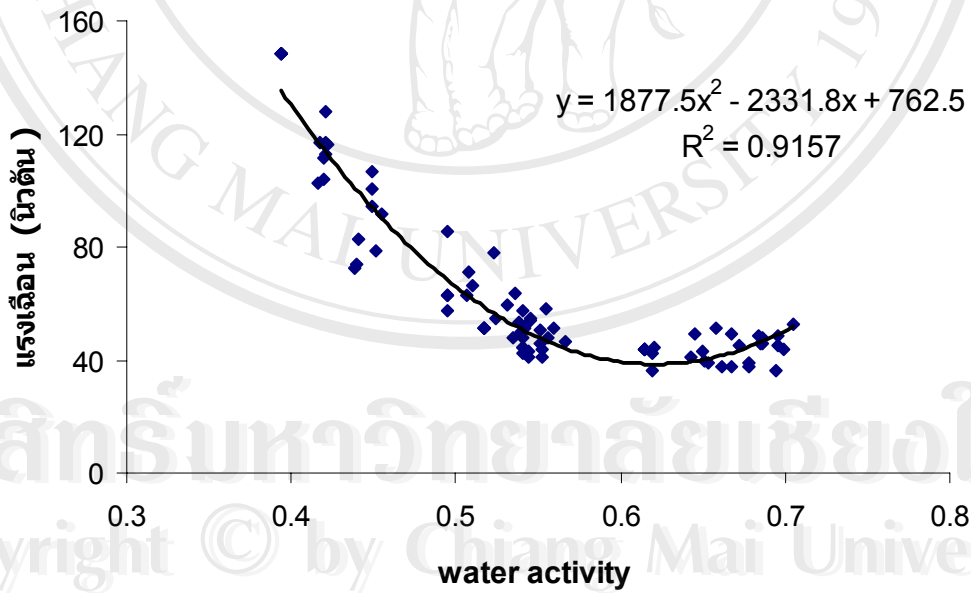
ตัวอักษรภาษาไทยที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.13

การเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือน (นิวัตน์) ของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เมื่อเริ่มต้นต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน



ภาพที่ 4.14

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $a_w$  กับแรงเฉือนของเนื้อลำไยอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน



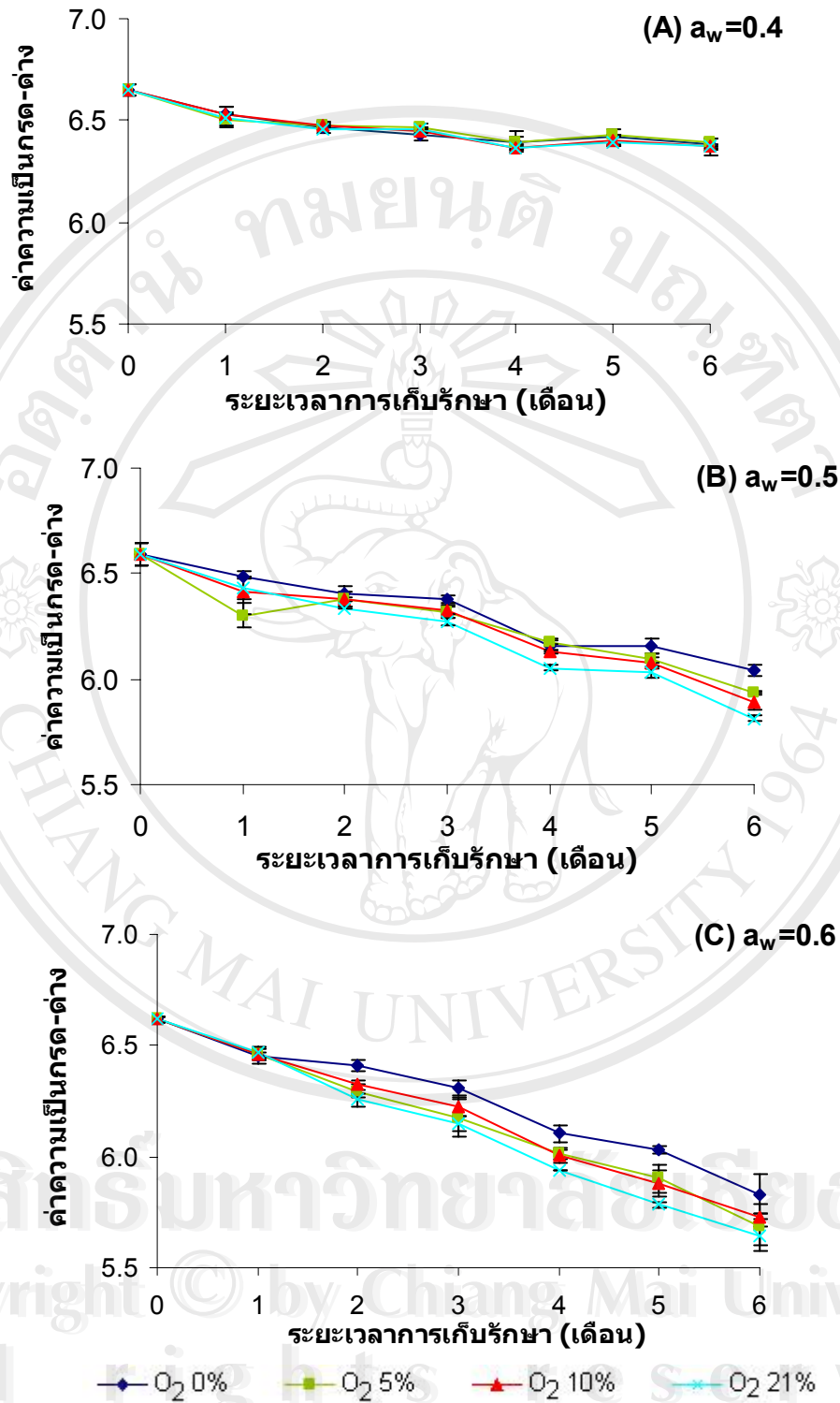
#### 4.4 ผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษา แสดงดังภาพที่ 4.15 ถึงภาพที่ 4.20 และ ตารางที่ 4.4 ถึงตารางที่ 4.8

##### 4.4.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ระหว่างการเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ไม่มีผลต่อเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 (ตารางที่ 4.4) และเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 เมื่อเก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนเท่ากับ 0% มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 6.47 และ 6.32 ตามลำดับ หากเก็บรักษาที่สภาพความเข้มข้นของออกซิเจนเท่ากับ 21% มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยน้อยที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.22 และ 6.12

นอกจากนี้ยังพบว่าภายหลังการเก็บรักษานาน 6 เดือน เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 มีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจาก 6.65 เป็น 6.38, 6.59 เป็น 5.92 และ 6.62 เป็น 5.72 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.15(A)-(C)) แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นสูง ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงมากขึ้นด้วย การที่เนื้อลำไยอบแห้งมีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงหรือมีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น และสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่แตกต่างกัน ทำให้เนื้อลำไยอบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ต่างกันด้วย โดยที่ความเข้มข้นของออกซิเจนที่สูงขึ้นทำให้เนื้อลำไยอบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น เห็นได้จากเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.5 และ 0.6 เมื่อสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนจาก 0% เป็น 5% มีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของออกซิเจนเป็น 10% ค่าความเป็นกรด-ด่างจะไม่ต่างจากที่ความเข้มข้นของออกซิเจน 5% และหากเพิ่มความเข้มข้นของออกซิเจนเป็น 21% ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงแตกต่างจากที่ระดับ 5% และ 10% เนื่องจากเมื่อมีค่า  $a_w$  เพิ่มขึ้น และความเข้มข้นของออกซิเจนสูงขึ้นมีผลทำให้จุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดีขึ้น ซึ่งคล้อยกับงานทดลอง ชารา (2540) ที่การเก็บรักษาพลับกึ่งแห้งในสภาพบรรยากาศปรกติ รายงานว่าค่าความเป็นกรด-ด่างลดมากกว่าการเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศ นอกจากนั้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลงด้วย



ภาพที่ 4.15

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4(A), 0.5(B) และ 0.6(C) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (23-28°C) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 4.4		การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน							
water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.4	0	6.65±0.03	6.53±0.03	6.47±0.01	6.43±0.03	6.39±0.03	6.42±0.04	6.39±0.02	6.47
	5	6.65±0.03	6.50±0.03	6.48±0.02	6.47±0.02	6.40±0.05	6.43±0.00	6.39±0.02	6.47
	10	6.65±0.03	6.53±0.01	6.48±0.01	6.45±0.01	6.37±0.01	6.41±0.03	6.37±0.01	6.46
	21	6.65±0.03	6.52±0.05	6.46±0.02	6.46±0.01	6.37±0.02	6.40±0.02	6.37±0.04	6.46
mean		6.65ก	6.52ข	6.47ค	6.45ค	6.38ง	6.41ง	6.38ง	6.47
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV		0	0.31	0.15	0.16	0.31	0.31	0.31	0.12
0.5	0	6.59±0.05	6.48±0.01	6.40±0.04	6.38±0.02a	6.16±0.03a	6.16±0.04a	6.04±±0.03a	6.32a
	5	6.59±0.05	6.30±0.06	6.38±0.01	6.32±0.03bc	6.17±0.01a	6.10±0.02b	5.93±0.01b	6.26 b
	10	6.59±0.05	6.41±0.10	6.38±0.03	6.33±0.02b	6.13±0.01a	6.08±0.02b	5.89±0.03c	6.26 b
	21	6.59±0.05	6.43±0.05	6.34±0.01	6.27±0.02c	6.05±0.01b	6.03±0.02c	5.81±0.02d	6.22 c
mean		6.59ก	6.41ข	6.37ค	6.32ง	6.13ง	6.09จ	5.92ฉ	6.27
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	0.04	0.04	0.02	0.03	0.02
%CV		0	0.78	0.31	0.16	0.16	0.15	0.17	0.16

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน(ต่อ)

water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.6	0	6.62±0.02	6.45±0.02	6.41±0.02a	6.31±0.03a	6.1±0.04a	6.03±0.02a	5.83±0.09a	6.25a
	5	6.62±0.02	6.46±0.04	6.30±0.03b	6.18±0.09bc	6.02±0.02b	5.90±0.06b	5.68±0.11b	6.16 b
	10	6.62±0.02	6.46±0.02	6.32±0.02b	6.22±0.04ab	6.00±0.03b	5.88±0.06b	5.73±0.01ab	6.18 b
	21	6.62±0.02	6.47±0.02	6.26±0.03b	6.15±0.03c	5.91±0.00c	5.78±0.01c	5.65±0.04b	6.12 c
mean		6.62ก	6.46ข	6.32ค	6.21ฅ	6.02ง	5.9จ	5.72ฉ	6.18
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	0.05	0.1	0.04	0.07	0.13	0.03
%CV		0	0.15	0.32	0.64	0.17	0.51	0.87	0.16

หมายเหตุ

ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาไทยที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

#### 4.4.2 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริกของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งไม่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ที่ระดับของค่า  $a_w$  ต่างๆ (ตารางที่ 4.5) เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ใช้ในการเก็บรักษาจะเริ่มมีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ในเดือนที่ 6 คือในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจน 0% มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้น้อยกว่าที่ความเข้มข้นของออกซิเจน 21% คือมีค่าเท่ากับ 0.91 และ 1.02 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อลำไยอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาคือที่ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ 21% จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่าที่เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจน 0%

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าในแต่ละเดือนเนื้อลำไยอบแห้งในทุกค่า  $a_w$  มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้น้อยที่สุด จาก 0.58% เป็น 0.98% ที่ค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 เปลี่ยนแปลงจาก 0.55% เป็น 0.96% และที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ จาก 0.50% เป็น 0.94% (ภาพที่ 4.16) แสดงให้เห็นว่าระหว่างการเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  สูงขึ้นปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษาเนื้อลำไยอบแห้งที่มี ค่า  $a_w$  เริ่มต้นต่างๆ การเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้อาจเป็นผลมาจากเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลในเนื้อลำไยอบแห้งให้กลายเป็นกรด

#### 4.4.3 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด

ระหว่างการเก็บรักษานาน 6 เดือน พบว่าสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่ใช้ในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ไม่มีผลต่อเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 แสดงดังตารางที่ 4.6 โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 ที่สภาพความเข้มข้นของออกซิเจนเท่ากับ 0% และ 5% เนื้อลำไยมี

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (%กรดซิตริก) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.4	0	0.58±0.01	0.61±0.02	0.70±0.01	0.82±0.03	0.87±0.01	0.89±0.04	0.95±0.04	0.77
	5	0.58±0.01	0.60±0.03	0.68±0.02	0.78±0.02	0.85±0.04	0.85±0.03	0.97±0.06	0.76
	10	0.58±0.01	0.62±0.02	0.69±0.00	0.80±0.03	0.83±0.01	0.86±0.03	1.01±0.02	0.77
	21	0.58±0.01	0.59±0.02	0.67±0.02	0.75±0.01	0.86±0.01	0.84±0.03	0.99±0.02	0.75
mean		0.58 <sup>จ</sup>	0.60 <sup>ง</sup>	0.69 <sup>ข</sup>	0.79 <sup>ค</sup>	0.85 <sup>ช</sup>	0.86 <sup>ฅ</sup>	0.98 <sup>ก</sup>	0.76
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV		0.00	3.58	1.67	2.78	2.03	3.61	3.14	0.92
0.5	0	0.55±0.01	0.56±0.04	0.60±0.03	0.81±0.06	0.85±0.03	0.96±0.09	1.00±0.01 <sup>a</sup>	0.76
	5	0.55±0.01	0.64±0.02	0.65±0.06	0.81±0.02	0.91±0.03	0.89±0.06	0.95±0.05 <sup>ab</sup>	0.77
	10	0.55±0.01	0.63±0.05	0.60±0.04	0.81±0.04	0.87±0.04	0.93±0.04	0.89±0.01 <sup>b</sup>	0.75
	21	0.55±0.01	0.66±0.01	0.63±0.04	0.83±0.04	0.92±0.01	0.93±0.02	0.98±0.01 <sup>a</sup>	0.79
mean		0.55 <sup>ง</sup>	0.62 <sup>ข</sup>	0.62 <sup>ข</sup>	0.81 <sup>ค</sup>	0.89 <sup>ช</sup>	0.93 <sup>ก</sup>	0.96 <sup>ก</sup>	0.77
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.06	ns
%CV		0.00	4.87	5.90	2.81	3.03	5.24	2.66	1.50

**ตารางที่ 4.5** การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (%กรดซिटริก) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน (ต่อ)

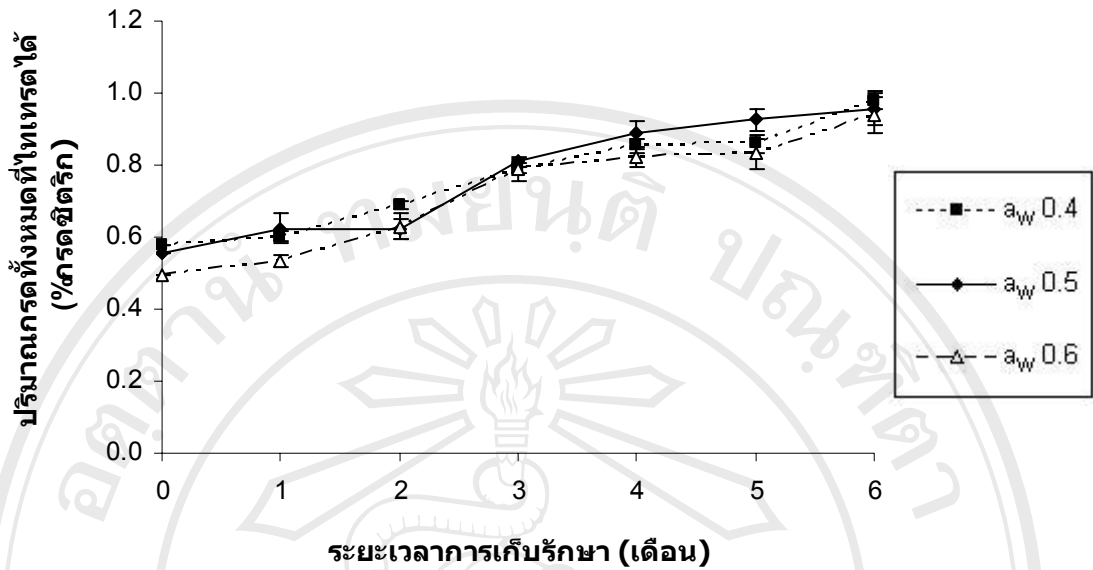
water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.6	0	0.50±0.02	0.51±0.03	0.67±0.09	0.78±0.00	0.79±0.03	0.78±0.15	0.91±0.01 <b>b</b>	0.70
	5	0.50±0.02	0.53±0.02	0.62±0.03	0.79±0.02	0.84±0.07	0.87±0.03	0.91±0.03 <b>b</b>	0.72
	10	0.50±0.02	0.55±0.01	0.59±0.01	0.79±0.03	0.81±0.05	0.86±0.01	0.92±0.04 <b>b</b>	0.72
	21	0.50±0.02	0.54±0.01	0.64±0.04	0.79±0.01	0.84±0.05	0.83±0.05	1.02±0.02 <b>a</b>	0.74
mean		0.50 <b>จ</b>	0.53 <b>จ</b>	0.63 <b>ง</b>	0.79 <b>ม</b>	0.82 <b>ขค</b>	0.83 <b>ข</b>	0.94 <b>ก</b>	0.72
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.058	ns
%CV		0.00	3.26	7.37	1.55	4.93	6.60	2.55	1.93

**หมายเหตุ**

ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาไทยที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.16

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของเนื้อลำไยอบแห้งมีค่า  $a_w$  เริ่มต้นแตกต่างกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $23 - 28 \text{ }^\circ\text{C}$ ) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นเวลา 6 เดือน

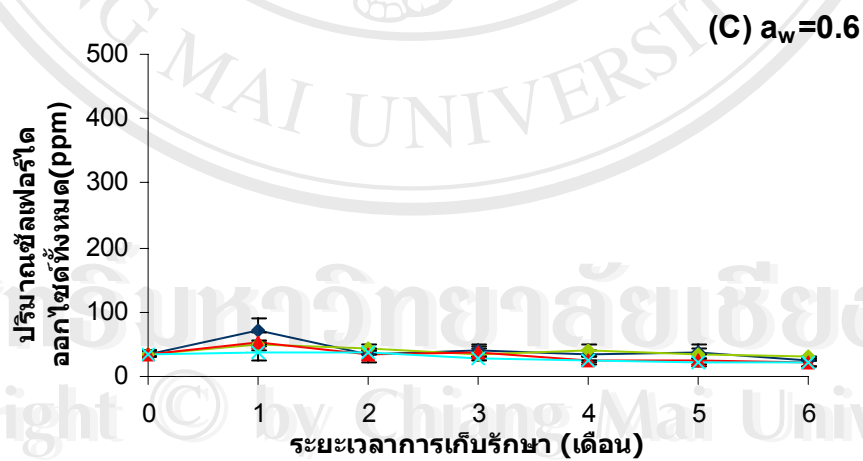
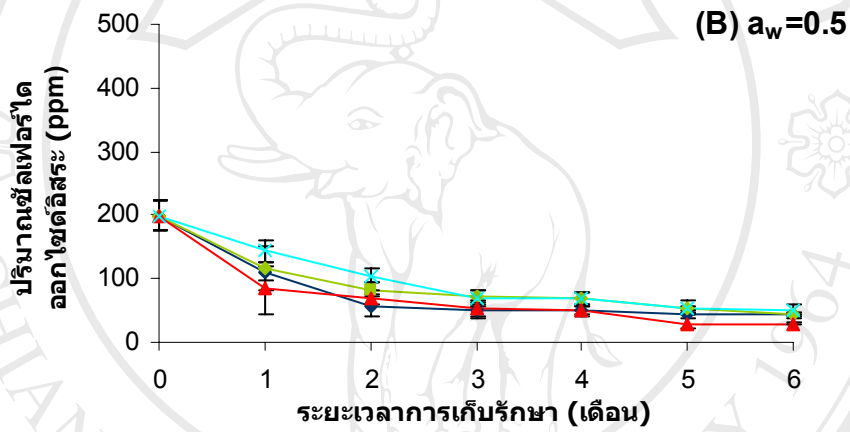
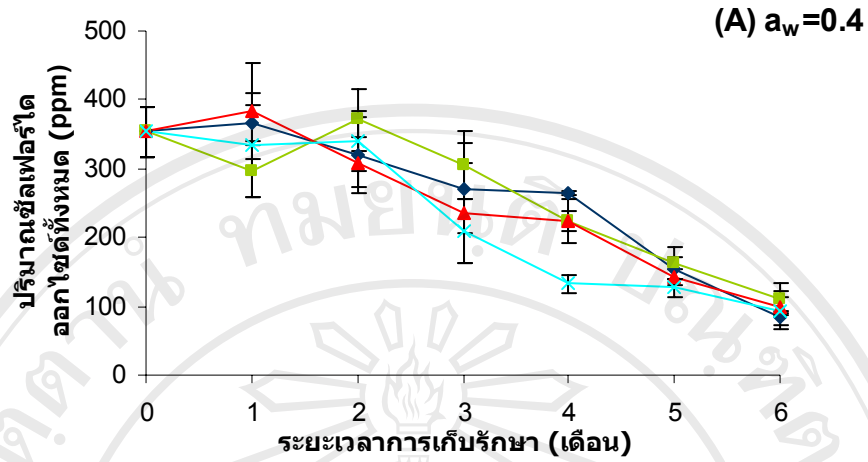
ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดคงเหลือมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 เก็บรักษาที่ความเข้มข้นของออกซิเจน 10% ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดไม่แตกต่างจากที่ความเข้มข้นของออกซิเจน 21% (ภาพที่ 4.17(A)-(C)) และเมื่อพิจารณาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด และค่า  $L^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้ง พบว่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในเนื้อลำไยอบแห้งมีความสัมพันธ์กับค่า  $L^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งแบบ exponential (ภาพที่ 4.18) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ (Coefficient of correlation,  $R^2$ ) เท่ากับ 0.82 และมีความสัมพันธ์กันดังสมการ

$$y = 0.1583e^{0.1475x}$$

เมื่อ  $y$  คือปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด (ppm)  
 $x$  คือค่า  $L^*$

ภาพที่ 4.18 แสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดมีค่าลดลงจะมีผลทำให้สีของเนื้อลำไยอบแห้งคล้ำขึ้น เช่นเดียวกับอะพริคอตอบแห้ง (Mahmutoglu *et al.*, 1996)



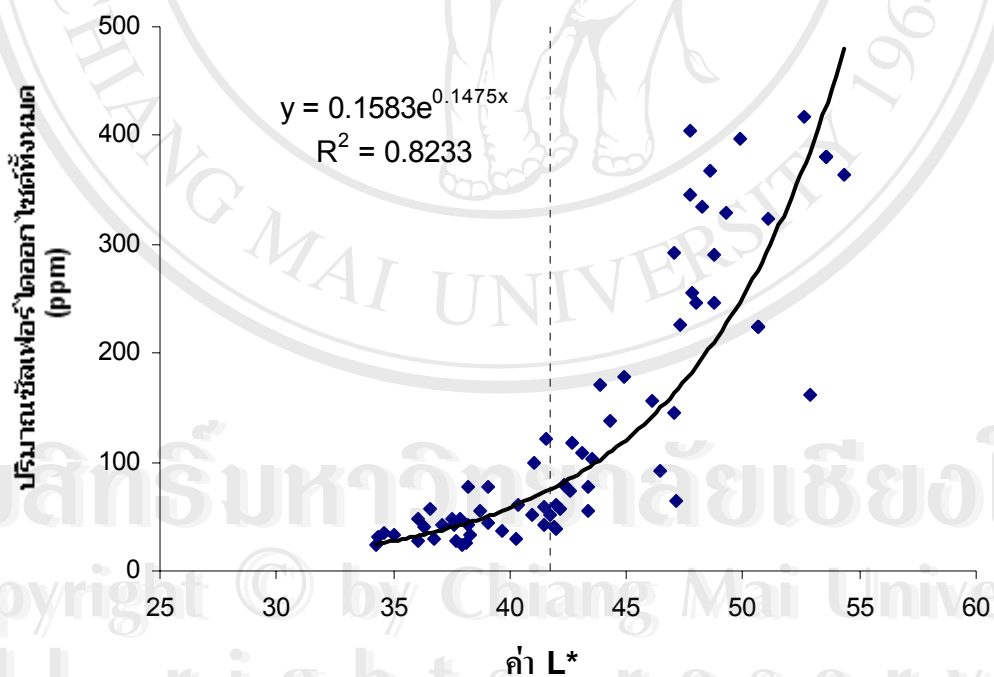


◆ O<sub>2</sub> 0%    
 ■ O<sub>2</sub> 5%    
 ▲ O<sub>2</sub> 10%    
 ✱ O<sub>2</sub> 21%

ภาพที่ 4.17

การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดของเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4(A), 0.5(B) และ 0.6(C) ระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง (23-28°ซ) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นเวลา 6 เดือน

ค่า  $L^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งมีค่าลดลงจนมีค่าต่ำกว่าค่า  $L^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งสีทองในท้องตลาดที่มีค่า  $L^*$  อยู่ในช่วง 41.76 ถึง 53.08 เมื่อมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดเท่ากับ 76 ppm หรือสูญเสียปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดไปประมาณ 80% ของค่าเริ่มต้น เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 สูญเสียปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์น้อยกว่า 80% ของค่าเริ่มต้นในทุกสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนภายหลังการเก็บรักษา 6 เดือน เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 สูญเสียซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดมีค่ามากกว่า 80% ของค่าเริ่มต้น ในเดือนที่ 3 ในทุกสภาพความเข้มข้นของออกซิเจน และเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.6 เก็บรักษาที่ความเข้มข้นออกซิเจน 0% มีการสูญเสียซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดมากกว่า 80% ของค่าเริ่มต้น ในเดือนที่ 3 แต่ที่ความเข้มข้นออกซิเจน 5% 10% และ 21% สูญเสียซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดมากกว่า 80% ของค่าเริ่มต้นในเดือนแรกของการเก็บรักษาแสดงว่าเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เพิ่มขึ้นเก็บรักษาในสภาวะที่มีความเข้มข้นของออกซิเจนสูง จะทำให้สูญเสียซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้เร็วขึ้น



ภาพที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในเนื้อลำไยอบแห้งและค่า  $L^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด (ppm) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.4	0	380.76±39.53	397.58±33.57	346.43±33.56	292.25±17.70	291.09±0.53a	170.04±24.96	99.90±5.47	282.58
	5	380.76±39.53	323.21±27.92	403.64±26.96	329.31±37.19	246.25±1.37a	177.54±7.28	121.76±14.21	283.21
	10	380.76±39.53	416.52±14.92	334.90±42.19	255.13±35.03	245.73±27.07a	156.39±10.57	107.88±5.06	271.04
	21	380.76±39.53	364.36±82.06	368.15±30.91	226.43±12.68	145.54±34.08b	138.45±21.42	102.89±25.39	245.65
	mean	380.76ก	375.42ก	363.28ก	275.78ข	232.15ข	160.6ค	108.11ค	270.87
LSD <sub>0.05</sub>	ns	ns	ns	ns	65.60	ns	ns	ns	
%CV	0.00	29.11	17.55	19.26	11.55	21.61	7.95	10.43	
0.5	0	223.84±7.63	160.95±31.31	117.34±0.82a	73.76±2.31	76.37±3.51	60.78±1.87a	57.23±1.70	110.03a
	5	223.84±7.63	130.44±14.38	92.48±5.99ab	76.37±9.14	77.81±2.36	61.51±7.39a	48.00±0.24	101.49ab
	10	223.84±7.63	96.08±18.73	78.38±6.26b	56.75±7.25	55.53±1.68	33.31±2.66b	33.42±3.53	82.47c
	21	223.84±7.63	121.84±9.28	64.33±1.86b	54.97±12.18	58.18±2.28	51.14±2.32a	48.31±5.21	88.94 bc
	mean	223.84ก	127.33ข	88.13ค	65.44ง	66.97ง	51.69คข	46.74ค	95.73
LSD <sub>0.05</sub>	ns	ns	30.43	ns	ns	14.62	ns	14.08	
%CV	0.00	18.46	14.10	25.08	21.38	11.55	15.21	7.31	

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด (ppm) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน(ต่อ)									
water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.6	0	40.04±0.00	84.51±10.33	41.31±0.05	42.44±1.93	41.66±2.18	44.27±3.59	30.38±1.23 <b>b</b>	46.37 <b>a</b>
	5	40.04±0.00	58.93±3.18	50.97±5.37	37.59±5.86	47.22±2.36	41.51±0.88	35.44±0.09 <b>a</b>	44.52 <b>a</b>
	10	40.04±0.00	62.72±6.02	37.97±2.52	40.90±7.84	29.51±4.45	28.43±2.49	24.26±1.38 <b>c</b>	37.69 <b>b</b>
	21	40.04±0.00	44.26±9.29	42.79±8.80	28.95±0.77	27.36±0.84	26.09±2.13	24.30±0.45 <b>c</b>	33.39 <b>b</b>
mean		40.04 <b>ขค</b>	62.61 <b>ก</b>	43.26 <b>ข</b>	37.47 <b>ขค</b>	36.44 <b>ขค</b>	35.07 <b>คข</b>	28.59 <b>ข</b>	70.87
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	4.39	5.88
%CV		0.00	18.50	14.61	19.67	32.35	22.47	6.26	4.13

หมายเหตุ

ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาไทยที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

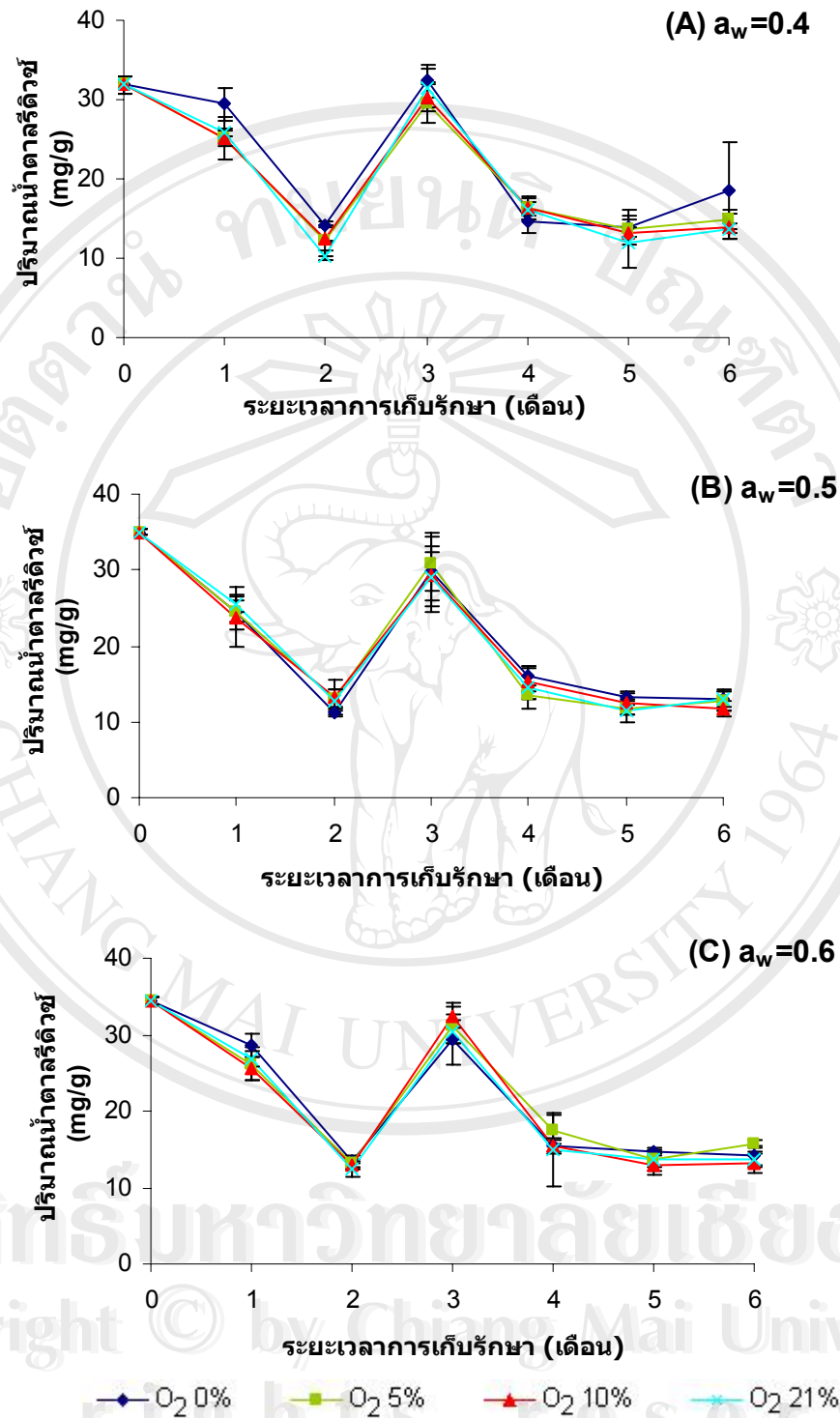
#### 4.4.4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาระยะเวลา 6 เดือน พบว่าเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนแตกต่างกันมีผลต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ไม่มีผลต่อเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.5 และ 0.6 (ตารางที่ 4.7) โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4 เก็บรักษาในสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนเท่ากับ 0%, 5%, 10% และ 21% มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 22.10, 20.53, 20.42 และ 20.18 มิลลิกรัมต่อกรัมตามลำดับ และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงเมื่อการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.19(A)-(C))

ผลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระหว่างการเก็บรักษาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ มีเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสภาพความเข้มข้นของออกซิเจน และค่า  $a_w$  เริ่มต้นของเนื้อลำไยอบแห้ง ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากน้ำตาลรีดิวซ์ถูกใช้ป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning reaction) โดยทำปฏิกิริยากับสารประกอบอะมิโน (Proudlove, 1989) ทำให้เนื้อลำไยอบแห้งมีสีเข้มขึ้น หากอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจะทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงเร็วขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่า  $L^*$  ของเนื้อลำไยอบแห้งที่ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นเดียวกันและ ผลการทดลองสอดคล้องกับการเก็บรักษาปลับกึ่งแห้งในสภาพสุญญากาศ ที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปรกติ รวมทั้งมีค่า  $L^*$  และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นกัน (ชารา, 2540)

#### 4.4.5 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

ผลการศึกษการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในเนื้อลำไยอบแห้งทุกค่า  $a_w$  (ตารางที่ 4.8) เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยเท่ากับ 85.03%, 81.15% และ 77.87% ตามลำดับ



ภาพที่ 4.19

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4(A), 0.5(B) และ 0.6(C) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (23-28 °ซ) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อกรัม) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.4	0	31.84±1.10	29.39±2.04 <b>a</b>	14.08±0.11 <b>a</b>	32.33±1.99	14.54±1.43	13.92±2.17	18.59±6.04	22.10 <b>a</b>
	5	31.84±1.10	25.14±2.60 <b>b</b>	12.09±0.23 <b>ab</b>	29.56±2.52	16.42±1.03	13.71±1.14	14.96±1.22	20.53 <b>b</b>
	10	31.84±1.10	25.20±1.13 <b>b</b>	12.50±2.15 <b>ab</b>	30.19±1.66	16.27±1.47	13.24±0.63	13.94±1.55	20.42 <b>b</b>
	21	31.84±1.10	25.77±0.38 <b>b</b>	10.30±0.65 <b>b</b>	31.49±2.51	16.05±1.06	12.05±3.20	13.74±0.57	20.18 <b>b</b>
mean		31.84 <b>ก</b>	26.37 <b>ข</b>	12.17 <b>ฅ</b>	30.89 <b>ก</b>	15.82 <b>ค</b>	13.23 <b>ฅ</b>	15.31 <b>ค</b>	20.81
LSD <sub>0.05</sub>		ns	2.03	2.29	ns	ns	ns	ns	1.21
%CV		0	3.15	7.64	5.99	7.14	14.51	13.91	2.88
0.5	0	34.95±0.43	24.58±1.49	11.20±0.58	29.73±5.28	16.02±1.32	13.30±0.52	12.91±1.00	20.38
	5	34.95±0.43	24.48±2.20	13.02±1.14	30.74±3.55	13.50±0.55	11.64±0.60	12.77±1.36	20.16
	10	34.95±0.43	23.80±4.01	13.20±2.28	29.18±3.10	15.22±2.18	12.48±1.62	11.82±1.02	20.11
	21	34.95±0.43	25.47±0.99	12.81±1.38	29.08±3.93	14.44±2.73	11.51±1.60	12.88±1.38	20.16
mean		34.95 <b>ก</b>	24.62 <b>ค</b>	12.56 <b>ง</b>	29.68 <b>ข</b>	14.79 <b>ฅ</b>	12.23 <b>ง</b>	12.59 <b>ง</b>	20.20
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV		0	8.73	8.84	12.43	11.63	7.11	8.42	3.27

**ตารางที่ 4.7** การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อกรัม) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน (ต่อ)

water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.6	0	34.42±0.45	28.63±1.52	13.40±0.84	29.36±3.24	15.49±0.81	14.67±0.25	14.14±1.30	21.44
	5	34.42±0.45	26.19±2.06	13.05±0.73	31.25±2.42	17.58±1.87	13.68±1.12	15.61±0.53	21.68
	10	34.42±0.45	25.59±1.47	12.81±0.28	32.51±1.72	15.46±1.01	12.90±1.30	13.22±1.29	20.99
	21	34.42±0.45	26.88±1.00	12.39±1.09	30.31±1.57	14.97±4.81	13.69±1.46	13.64±1.02	20.90
mean		34.42ก	26.82ค	12.92ง	30.86ข	15.87ฅ	13.74จ	14.15ฉ	21.25
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV		0	4.18	5.57	7.07	13.17	6.92	7.14	2.35

**หมายเหตุ**

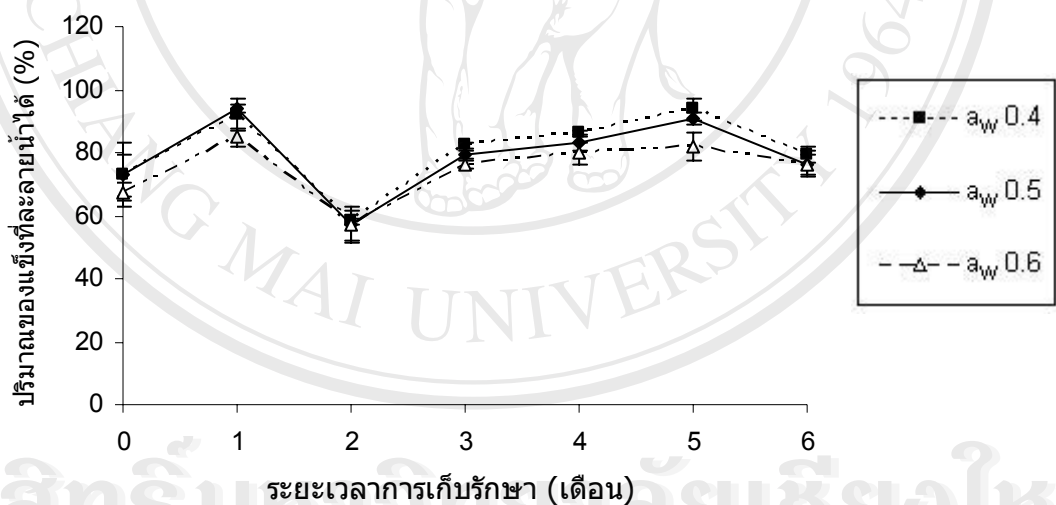
ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาไทยที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มลดลงในทุกสภาพการเก็บรักษา แต่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมน้อยมาก (ภาพที่ 4.20) สอดคล้องกับการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จืดอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (เบญจมาศ, 2544) แต่การเก็บรักษาอะพริคอตอบแห้งที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง (Mahmutoglu *et al.*, 1996) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลซึ่งเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์เกิดเป็นสาร เมลานอยดิน ส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นในผลิตภัณฑ์ (ไพโรจน์, 2539) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ดังกล่าวอาจลดน้อยลง เนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในเนื้อลำไยอบแห้งใช้เป็นแหล่งอาหารด้วย



ภาพที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  ต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง (23-28 °ซ) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

water activity	ความเข้มข้น ออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.4	0	72.90±7.85	95.67±2.08	89.17±0.29	82.80±0.78	86.67±1.15	95.17±3.82 <b>a</b>	78.17±2.31	85.79
	5	72.90±7.85	91.00±2.00	88.33±1.26	82.95±0.26	86.50±1.32	94.83±0.58 <b>a</b>	78.67±4.75	85.03
	10	72.90±7.85	93.33±2.52	87.67±1.15	82.65±0.26	85.83±0.76	96.00±1.32 <b>a</b>	80.83±1.61	85.60
	21	72.90±7.85	88.33±8.33	88.17±0.29	81.45±1.19	85.83±0.76	88.83±0.29 <b>b</b>	80.33±1.15	83.69
mean		72.90 <b>ง</b>	92.08 <b>ก</b>	88.33 <b>ข</b>	82.46 <b>ค</b>	86.21 <b>ช</b>	93.71 <b>ฉ</b>	79.50 <b>ฆ</b>	85.03
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	3.84	ns	ns
%CV		0.00	4.47	0.83	0.65	1.03	1.68	3.21	1.29
0.5	0	73.00±12.18	95.00±0.00	73.67±2.31	80.70±0.69	82.00±3.28	89.83±3.18	79.33±2.08 <b>ab</b>	81.93
	5	73.00±12.18	92.67±1.53	75.33±4.25	78.00±1.13	85.33±1.26	92.50±1.32	75.17±1.76 <b>bc</b>	81.71
	10	73.00±12.18	93.33±2.08	64.17±4.54	79.35±1.30	81.33±2.52	91.17±1.04	71.67±2.84 <b>c</b>	79.15
	21	73.00±12.18	94.67±0.58	70.67±5.51	79.95±0.26	84.17±2.75	90.50±1.32	79.83±2.02 <b>a</b>	81.83
mean		73.00 <b>ฆง</b>	93.92 <b>ก</b>	70.96 <b>ง</b>	79.50 <b>ขค</b>	83.21 <b>ช</b>	91.00 <b>ก</b>	76.50 <b>ขฆ</b>	81.15
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	1.88	ns
%CV		0.00	2.67	4.94	1.38	4.65	5.76	4.09	1.41

ตารางที่ 4.8		การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน (ต่อ)							
water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.6	0	67.60±3.02	88.00±1.00	80.17±5.97	74.85±1.45	80.17±2.75	84.50±3.50	76.00±3.61	78.75
	5	67.60±3.02	84.00±3.61	75.17±4.07	76.65±0.69	80.00±4.77	80.67±5.51	74.83±3.33	76.99
	10	67.60±3.02	82.67±1.53	77.00±4.50	76.50±1.62	79.17±4.91	82.67±3.88	76.17±3.89	77.40
	21	67.60±3.02	85.00±3.00	82.33±1.15	75.90±0.26	80.33±3.06	80.00±6.61	77.33±2.57	78.36
mean		67.60 ง	84.92 ก	78.67 ขม	75.98 ม	79.92 ขค	81.96 ข	76.08 ม	77.87
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV		0.00	2.67	4.94	1.38	4.65	5.76	4.09	1.41

หมายเหตุ

ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาไทยที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

#### 4.5 ผลการเปลี่ยนแปลงทางจูลินทรีย์

ผลการเปลี่ยนแปลงทางจูลินทรีย์ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษา แสดงดังตารางที่ 4.9 ถึงตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.21 ถึงภาพที่ 4.22

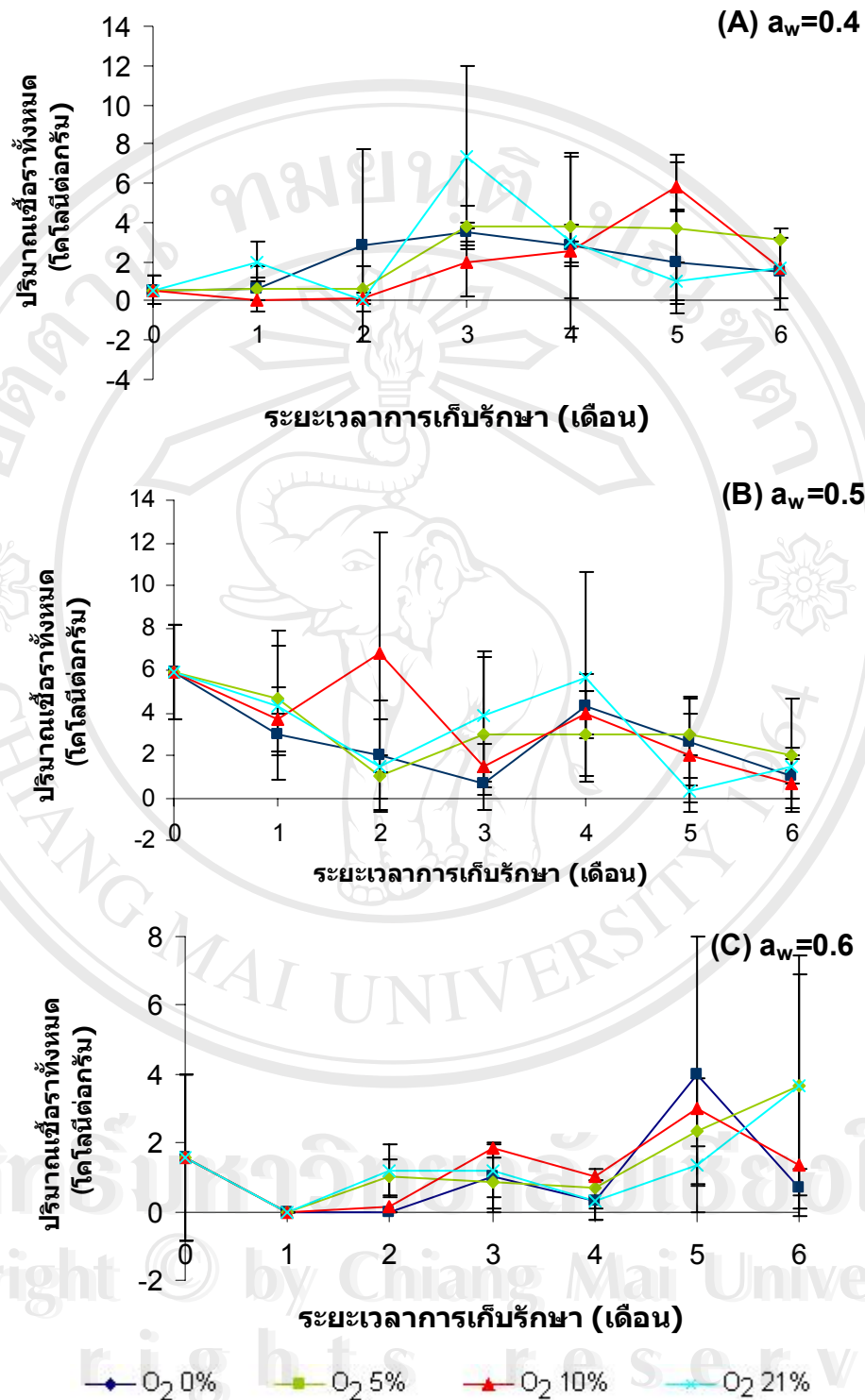
##### 4.5.1 ปริมาณเชื้อราทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อราทั้งหมดในเนื้อลำไยอบแห้งทุกค่า  $a_w$  ระหว่างการเก็บรักษา พบว่าสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อราทั้งหมดในเนื้อลำไยอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ตารางที่ 4.9) โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 มีปริมาณเชื้อราทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 2.09, 3.20 และ 1.27 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 4.21(A)-(C)) โดยปริมาณเชื้อราขั้นต่ำสุดที่กำหนดไว้คือต้องตรวจพบในตัวอย่างไม่เกิน 500 โคโลนีต่อกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2548) ปริมาณเชื้อราที่มีในเนื้อลำไยอบแห้งมีค่าต่ำ

##### 4.5.2 ปริมาณยีสต์ทั้งหมด

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ทั้งหมดในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษา ภาพที่ 4.22(A)-(C) พบว่าสภาพความเข้มข้นของออกซิเจนที่แตกต่างกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ทั้งหมด (ตารางที่ 4.10) โดยเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.4 และ 0.6 ความเข้มข้นของออกซิเจนไม่มีผลต่อปริมาณยีสต์ทั้งหมด แต่เนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.5 ความเข้มข้นของออกซิเจนมีผลต่อปริมาณยีสต์ทั้งหมดในเนื้อลำไยอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือที่ความเข้มข้นออกซิเจน ที่ 21% มีปริมาณยีสต์ทั้งหมดสูงที่สุดคือ 3.07 โคโลนีต่อกรัม โดยปริมาณยีสต์ทั้งหมดขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือต้องตรวจพบในตัวอย่างไม่เกิน 1000 โคโลนีต่อกรัม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2548) ซึ่งเป็นค่าที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อราที่มีในเนื้อลำไยอบแห้งที่ใช้ในการทดลอง

เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลปริมาณเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ มีความผันแปรมากในแต่ละกรรมวิธีการทดลอง และที่ระยะเวลาต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา ทำให้การพิจารณาปริมาณเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดจากจำนวนโคโลนีต่อกรัมเป็นไปได้ยาก เนื่องมาจากการเจือจางตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้เพียงความเข้มข้นเดียวเท่านั้นคือ 1:10 จึงทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ได้มีความผันแปรค่อนข้างสูง



ภาพที่ 4.21

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อราทั้งหมดในเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4(A), 0.5(B) และ 0.6(C) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (23-28°C) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อรา (Log (10+x)) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาในสภาพต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน									
water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.4	0	1.02±0.03	1.03±0.05	1.09±0.15	1.13±0.02	1.11±0.03	1.07±0.09	1.06±0.05	1.07
	5	1.02±0.03	1.03±0.02	1.03±0.05	1.14±0.03	1.13±0.11	1.13±0.11	1.11±0.08	1.08
	10	1.02±0.03	1.00±0.00	1.01±0.01	1.08±0.06	1.10±0.02	1.20±0.03	1.06±0.06	1.07
	21	1.02±0.03	1.08±0.04	1.00±0.00	1.23±0.13	1.10±0.14	1.04±0.04	1.06±0.08	1.08
mean		1.02 ค	1.03 ค	1.03 ค	1.14 ก	1.11 กข	1.11 กข	1.07 ขค	1.07
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV		0.00	1.94	5.82	5.25	7.22	4.51	5.58	1.86
0.5	0	1.20±0.06	1.11±0.03	1.07±0.09	1.03±0.02	1.15±0.05	1.10±0.07	1.04±0.04	1.10
	5	1.20±0.06	1.16±0.08	1.04±0.04	1.10±0.12	1.11±0.07	1.11±0.03	1.07±0.09	1.11
	10	1.20±0.06	1.13±0.05	1.21±0.14	1.06±0.04	1.15±0.03	1.07±0.09	1.03±0.05	1.12
	21	1.20±0.06	1.15±0.11	1.06±0.08	1.13±0.10	1.18±0.15	1.01±0.02	1.06±0.03	1.11
mean		1.20 ก	1.14 กขค	1.09 ขคฆ	1.08 คฆ	1.15 กข	1.07 ฆ	1.05 ฆ	1.11
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV		0.00	3.51	6.39	4.63	5.23	3.72	3.81	1.80

ตารางที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อรา (Log (10+x)) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาในสภาพต่างๆ เป็นระยะเวลา 6 เดือน (ต่อ)

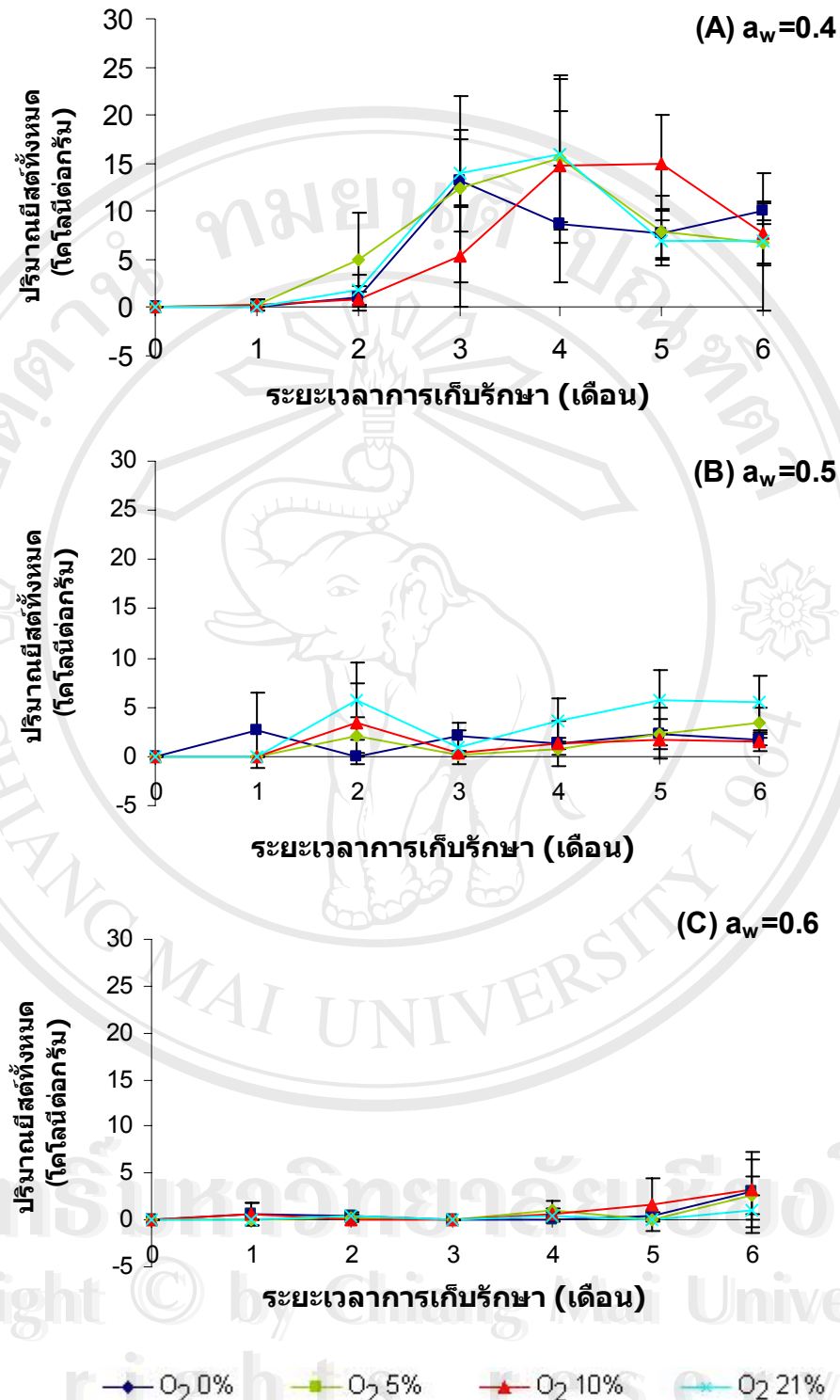
water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.6	0	1.06±0.09	1.00±0.00	1.00±0.00	1.04±0.04	1.01±0.02	1.13±0.013	1.03±0.02	1.04
	5	1.06±0.09	1.00±0.00	1.04±0.02	1.03±0.03	1.03±0.02	1.09±0.05	1.13±0.11	1.05
	10	1.06±0.09	1.00±0.00	1.01±0.01	1.07±0.05	1.04±0.04	1.11±0.09	1.05±0.06	1.05
	21	1.06±0.09	1.00±0.00	1.05±0.03	1.05±0.03	1.01±0.02	1.05±0.02	1.13±0.11	1.05
mean		1.06 กขค	1.00 ค	1.02 คม	1.05 ขค	1.02 คม	1.10 ก	1.08 กข	1.05
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV		0.00	0.00	0.98	1.91	19.53	6.39	6.46	0.95

หมายเหตุ

ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรไทยที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.22

การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์ทั้งหมดในเนื้อลำไยอบแห้งที่มีค่า  $a_w$  เริ่มต้นเท่ากับ 0.4(A), 0.5(B) และ 0.6(C) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (23-28°C) และความชื้นสัมพัทธ์ 45-60% เป็นเวลา 6 เดือน



ตารางที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณยีสต์ (Log (10+x)) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาในสภาพต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน									
water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.4	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.04±0.05	1.36±0.10	1.25±0.16	1.24±0.06	1.30±0.02	1.17
	5	1.00±0.00	1.01±0.02	1.16±0.15	1.32±0.17	1.39±0.14	1.25±0.09	1.22±0.05	1.19
	10	1.00±0.00	1.01±0.02	1.03±0.03	1.17±0.15	1.38±0.10	1.39±0.09	1.24±0.08	1.18
	21	1.00±0.00	1.00±0.00	1.07±0.06	1.38±0.07	1.40±0.12	1.23±0.05	1.20±0.17	1.18
mean		1.00 <b>ฆ</b>	1.01 <b>คฆ</b>	1.08 <b>ค</b>	1.31 <b>กข</b>	1.36 <b>ก</b>	1.28 <b>ข</b>	1.24 <b>ข</b>	1.18
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV		0.00	0.99	5.58	5.36	7.36	4.69	7.25	1.69
0.5	0	1.00±0.00	1.09±0.12	1.00±0.00	1.08±0.05	1.05±0.02	1.09±0.09	1.07±0.02	1.05 <b>b</b>
	5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.08±0.06	1.01±0.01	1.03±0.03	1.09±0.05	1.12±0.05	1.05 <b>b</b>
	10	1.00±0.00	1.00±0.00	1.11±0.13	1.01±0.01	1.05±0.08	1.07±0.02	1.06±0.03	1.04 <b>b</b>
	21	1.00±0.00	1.00±0.00	1.19±0.10	1.04±0.07	1.13±0.08	1.19±0.08	1.19±0.08	1.10 <b>a</b>
mean		1.00 <b>ค</b>	1.02 <b>ขค</b>	1.10 <b>ก</b>	1.03 <b>ขค</b>	1.07 <b>กข</b>	1.11 <b>ก</b>	1.11 <b>ก</b>	1.06
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.03
%CV		0.00	4.89	7.31	2.90	3.75	5.42	3.61	0.94

ตารางที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณยีสต์ (Log (10+x)) ในเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาในสภาพต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน (ต่อ)

water activity	ความเข้มข้นออกซิเจน (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							mean
		0	1	2	3	4	5	6	
0.6	0	1.00±0.00	1.03±0.05	1.01±0.02	1.00±0.00	1.00±0.00	1.01±0.02	1.10±0.14	1.02
	5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.01±0.01	1.00±0.00	1.04±0.04	1.00±0.00	1.10±0.07	1.02
	10	1.00±0.00	1.03±0.05	1.00±0.00	1.00±0.00	1.03±0.02	1.06±0.10	1.12±0.10	1.03
	21	1.00±0.00	1.00±0.00	1.01±0.01	1.00±0.00	1.01±0.02	1.00±0.00	1.04±0.07	1.01
mean		1.00 ข	1.01 ข	1.01 ข	1.00 ข	1.02 ข	1.02 ข	1.09 ก	1.02
LSD <sub>0.05</sub>		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV		0.00	1.97	0.99	0.00	0.98	2.95	6.43	0.98

หมายเหตุ

ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาไทยที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%