

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาการพัฒนาการสุกของกล้วยเล็บมือนาง

1) สีเปลือกและสีเนื้อกล้วยเล็บมือนาง

จากการศึกษาสีเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่ระยะการเก็บเกี่ยวผลอายุ 55 60 และ 65 วันหลังการดอกบานเต็มที่หลังการเก็บรักษาทุกๆ 3 วัน พบว่ากล้วยเล็บมือนางในวันแรกของการเก็บรักษาทั้งระยะการเก็บเกี่ยวผลที่อายุ 55 60 และ 65 วันมีค่า L^* a^* และ b^* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ค่าความสว่าง (L^*) ของเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 39.17 ถึง 41.65 ในวันแรกและเพิ่มขึ้นเป็น 50.25 ถึง 62.51 ในวันที่ 3 และเพิ่มขึ้นเป็น 72.45 ถึง 75.85 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลกล้วยเล็บมือนางสุกเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเนื่องจากสีเปลือกที่เปลี่ยนแปลงไปจากผลดิบสีเขียวเป็นผลสุกสีเหลืองซึ่งสีเหลืองมีค่าความสว่างมากกว่าสีเขียว

ค่า a^* ของเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีค่าอยู่ในช่วง -18.01 ถึง -18.39 ในวันแรกและเปลี่ยนเป็น -14.68 ถึง -19.69 ในวันที่ 3 และเพิ่มขึ้นเป็น 3.66 ถึง 5.39 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลกล้วยเล็บมือนางสุกเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเนื่องจากค่า a^* ที่เป็นลบซึ่งบ่งบอกความเป็นสีเขียวลดลงตามอายุของการเก็บรักษาและเป็นบวกในวันที่ 6 แสดงว่าความเป็นสีเขียวหมดไป

ค่า b^* ของเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีค่าอยู่ในช่วง 32.29 ถึง 32.70 ในวันแรกและเพิ่มขึ้นเป็น 35.21 ถึง 46.25 ในวันที่ 3 และเพิ่มขึ้นเป็น 53.31 ถึง 60.01 ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลกล้วยเล็บมือนางสุกเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเนื่องจากค่า b^* ที่เป็นบวกซึ่งบ่งบอกความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษาซึ่งผลกล้วยเล็บมือนางสุกเพิ่มขึ้น Castellanos and Algecira., (2012) ศึกษาสีเปลือกในกล้วย *Musa acuminata* AA ในระยะสุกที่มีสีผลเหลือง 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าเป็นดังนี้ $L^* = 73.9$ $a^* = 6.9$ และ $b^* = 41.9$ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้ที่ศึกษากล้วยเล็บมือนางซึ่งเป็นชุดจีโนมเดียวกันคือ *Musa acuminata* AA พบว่าเมื่อสุกมีค่า L^* , a^* และ b^* ที่ใกล้เคียงกันในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาซึ่งผลกล้วยสุกเต็มที่ (Table 1)

จากการศึกษาสีเนื้อกล้วยเล็บมือนางที่ระยะการเก็บเกี่ยวผลที่อายุ 55 60 และ 65 วันหลังการเก็บรักษาทุกๆ 3 วัน พบว่ากล้วยเล็บมือนางในวันแรกของการเก็บรักษาทั้งระยะการเก็บเกี่ยวผลที่อายุ 55 60 และ 65 วันมีค่า L^* a^* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่ค่า b^* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระยะการเก็บเกี่ยวผลอายุ 55 วันมีค่า b^* ต่ำกว่าที่อายุ 60 และ 65 วัน เมื่อผ่านไปวันที่ 3 พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า L^* a^* b^* เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในวันที่ 6 มีค่า L^* a^* b^* สูงขึ้นจากวันที่ 3 เล็กน้อย

ค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อกล้วยเล็บมือนางมีค่าอยู่ในช่วง 77.89 ถึง 83.85 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติจึงสรุปได้ว่าตลอดการเก็บรักษาเนื้อกล้วยเล็บมือนางไม่เปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง

ค่า a^* และค่า b^* ของเนื้อกล้วยเล็บมือนางมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยมีค่า a^* อยู่ในช่วง (-0.90) – 0.81 และค่า b^* อยู่ในช่วง 25.51 – 30.22 ตลอดการเก็บรักษาแต่กล้วยเล็บมือนางที่อายุ 55

วันหลังดอกบานเต็มที่สามารเก็บรักษาได้อีกถึง 9 วันโดยมีค่า L^* a^* b^* ไม่แตกต่างหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน (Table 4.1)

Table 4.1 The color value (L^* a^* b^*) in peel and pulp of 'Kluai Leb Mu Nang'.

Days after fruit emergence	Peel			Pulp		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Day 0						
65	41.95	-18.39	32.94	82.56	-0.05	27.51 ^a
60	41.65	-18.32	32.29	83.85	0.81	27.57 ^a
55	39.17	-18.01	32.70	82.18	0.43	25.51 ^b
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*
Day 3						
65	62.51 ^a	-14.68 ^a	46.25 ^a	80.78	0.74	26.76
60	51.15 ^b	-19.69 ^b	35.21 ^b	79.70	0.61	27.92
55	50.25 ^b	-18.97 ^b	35.38 ^b	77.89	-0.49	27.24
F-test	**	**	**	ns	ns	ns
Day 6						
65	72.45 ^b	5.39 ^a	53.31	80.25	-0.77 ^b	29.98
60	73.79 ^a	3.95 ^b	59.96	79.70	0.60 ^a	27.92
55	75.85 ^a	2.66 ^c	60.01	79.86	-0.90 ^b	30.22
F-test	**	**	ns	ns	**	ns

Means with different lower letters within the same column are significantly different

ns: non significant, ** significant difference at $P \leq 0.05$

2) คุณสมบัติทางกายภาพในผลกล้วยเล็บมือนาง

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพที่อายุการเก็บเกี่ยวผลกล้วยเล็บมือนางอายุ 55 60 และ 65 วันหลังดอกบานเต็มที่ พบว่าขนาดผลทั้งความกว้างและความยาวของแต่ละอายุมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่ออายุวันในการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นผลกล้วยมีขนาดใหญ่ขึ้น ความกว้างผลอยู่ที่ 2.05, 2.16 และ 2.37 เซนติเมตร ความยาวผล 8.89, 9.46 และ 10.17 เซนติเมตร ตามลำดับ ที่อายุ 55 60 และ 65 วันตามลำดับ ความแน่นเนื้อของผลกล้วยพบว่าทุกอายุการเก็บเกี่ยวผลกล้วยเล็บมือนางทั้งอายุ 55 60 และ 65 วันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการศึกษาของ Taper and Jain., 2012 กล้วย *Musa* sp 'Robusta' พบว่าระยะการสุกที่แตกต่างกันปริมาณความแน่นเนื้อมีความแตกต่างกันดังนี้ ที่ระยะสุกระดับ 5 ระดับ 6 และระดับ 7 มีความแน่นเนื้อ 37.29 N, 27.35 N, และ 22.57 N ตามลำดับ โดยระดับการสุกที่เพิ่มมากความแน่นเนื้อยิ่งลดลงแสดงว่ากล้วยอ่อนนุ่มลงเมื่อสุกเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับ

Siriboon and Banlusilp. (2004) ศึกษาระยะเวลาการสุกของกล้วยน้ำว้าโดยวัดความแน่นเนื้อผลทุกวันของการเก็บรักษาพบว่าความแน่นเนื้อของกล้วยลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเนื่องจากกล้วยเกิดกระบวนการสุกทำให้ผลอ่อนนุ่มลง ระยะเวลาในการพัฒนาผลจากผลดิบเป็นผลสุกอยู่ที่ 3.35 – 5.11 วัน ซึ่งอายุการเก็บเกี่ยวผลกล้วยเล็บมือนางเพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลกล้วยเล็บมือนางสุกโดยมีระยะวันเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาสุกจนผลเสื่อมสภาพไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคพบว่าอยู่ที่ 6.75 – 7.25 วันและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ น้ำหนักผลไม่ว่าอายุการเก็บเกี่ยว 55, 60 หรือ 65 วันหลังดอกบานเต็มที่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 28.49 – 29.79 กรัม (Table 4.2)

Table 4.2 Physical and shelf life of 'Kluai Leb Mu Nang'.

Days after blooming	Texture (N)	Size (cm)		Weight (g)	Ripening (Day)	Senescent (Day)	Shelf life (Day)
	Pulp	Long	Wide				
55	50.47	8.89 ^b	2.05 ^b	28.49	5.11 ^a	6.75	10.22 ^a
60	51.99	9.46 ^b	2.16 ^b	29.79	4.66 ^a	7.25	9.73 ^a
65	42.54	10.17 ^a	2.37 ^a	29.04	3.35 ^b	7.00	7.70 ^b
F- test	ns	**	**	ns	**	ns	**

Means with different lower letters within the same column are significantly different

ns: non significant, ** significant difference at $P \leq 0.05$

3) คุณภาพทางเคมีในผลกล้วยเล็บมือนาง

การศึกษาคูณภาพทางเคมีที่อายุการเก็บเกี่ยวผลกล้วยเล็บมือนาง 55 60 และ 65 วัน หลังดอกบานเต็มที่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณวิตามินซีทั้งหมดทั้ง 3 อายุการเก็บเกี่ยว โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ที่ 8.36 , 10.07 และ 11.03 °Brix ในอายุการเก็บเกี่ยวผลกล้วยเล็บมือนาง 55 60 และ 65 วันตามลำดับ ปริมาณวิตามินซีทั้งหมดอยู่ที่ 213.52, 185.91 และ 214.03 µg/ml Ascorbic acid มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในอายุการเก็บเกี่ยวผลกล้วยเล็บมือนาง 55 60 และ 65 วันตามลำดับ ปริมาณกรดทั้งหมดมีความแตกต่างกันทางสถิติในอายุการเก็บเกี่ยวผลกล้วยเล็บมือนาง 65 วันมีปริมาณกรดสูงสุดถึง 1.29 และ 1.21 ในอายุการเก็บเกี่ยวผลกล้วยเล็บมือนาง 60 วัน และ 0.98 อายุการเก็บเกี่ยวผลกล้วยเล็บมือนางที่ 55 วัน การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยมีคะแนนความชอบรวมอยู่ที่ 3.75 – 4 จากระดับ 5คะแนน ซึ่งอายุการเก็บเกี่ยวผลกล้วยเล็บมือนาง 60 และ 65 วัน มีค่าคะแนนสูงกว่าอายุการเก็บเกี่ยวผลกล้วยเล็บมือนาง 55 วันโดยไม่

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) Swami et al., 2012 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในกล้วยต่างสายพันธุ์ 7 สายพันธุ์ในประเทศอินเดียดังนี้ Rasthali, Saba, Bluggoe, Rajapuri, Chandrabali, Udhyam และ Grand naine ซึ่งมีปริมาณกรด ตามลำดับดังนี้ 1.87, 1.84, 1.88, 1.85, 1.78, 1.83 และ 1.73 ตามลำดับ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Brix) ตามลำดับดังนี้ 5.29 5.10 5.14 5.24 5.19 5.57 และ 5.75 ปริมาณวิตามินซีทั้งหมด (mg/100g) ตามลำดับดังนี้ 6.52 7.32 7.42 6.75 6.22 7.69 และ 7.51 ซึ่งปริมาณกรด TA (%) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ TSS มีปริมาณที่สอดคล้องใกล้เคียงกับกล้วยเล็บมือนางที่มี ปริมาณกรด (TA) 0.98 – 1.29 % และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 8.36 – 11.03 °Brix Taper and Jain., (2012) ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรด (TA) ในกล้วย ‘Robusta’ ที่ระยะสุกระดับ 5, 6, และ 7 พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ TSS เป็นดังนี้ 19.2 20.73 และ 23.07 ในระยะการสุกระดับ 5 ระดับ 6 และระดับ 7 ตามลำดับ และปริมาณกรด TA เป็นดังนี้ 0.37 0.41 และ 0.48 ในระยะการสุกระดับ 5 ระดับ 6 และระดับ 7 ตามลำดับ ซึ่งหากเปรียบเทียบกับกล้วยเล็บมือนางแล้วปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในกล้วย ‘Robusta’ มีปริมาณสูงกว่าเป็นเท่าตัวซึ่งกล้วย ‘Robusta’ แต่ปริมาณกรดในกล้วยเล็บมือนางกลับมีปริมาณกรดสูงกว่า ‘Robusta’ ถึงสองเท่าแต่มีความสอดคล้องกันโดยระยะการสุกที่เพิ่มขึ้นปริมาณกรดยิ่งสูงขึ้น อีกทั้ง Siriboon and Banlusilp. (2004) ศึกษาระยะเวลาสุกของกล้วยน้ำว้าโดยการเก็บรักษาและวัดปริมาณกรดและของแข็งที่ละลายน้ำได้พบว่าอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นทั้งปริมาณกรดและของแข็งที่ละลายน้ำได้จะเพิ่มขึ้น (Table 4.3)

Table 4.3 Chemical and sensory evaluation of ‘Kluai Leb Mu Nang’.

Days after blooming	Total soluble solid (°Brix)	Titratable activity (% malic acid)	Ascorbic acid (mg/100 FW)	Sensory evaluation (Score)
55	8.36	0.98 ^b	213.52 ^a	3.75
60	10.07	1.21 ^a	185.91 ^b	4.00
65	11.03	1.29 ^a	214.03 ^a	3.87
F- test	ns	**	**	ns

Means with different lower letters within the same column are significantly different

ns: non significant, ** significant difference at $P \leq 0.05$

4.2 ศึกษากระบวนการพัฒนาและส่วนของผลกล้วยเล็บมือนางต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ

1) สีเปลือกและสีเนื้อกล้วยเล็บมือนาง

การศึกษาสีเปลือกกล้วยเล็บมือนาง ระยะดิบ ระยะสุกและระยะสุกงอม (Table 4.4) พบว่ากล้วยเล็บมือนางระยะดิบ มีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 54.6 -19.79 และ 35.33 ส่วนระยะสุกมีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 75.13 3.23 และ 54.08 ระยะสุกงอมมีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 73.41 4.67 และ 53.40 ตามลำดับ

ค่าความสว่าง (L^*) ของเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 3 ระยะ มีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 54.64 ถึง 75.13 (Table 4.4) โดยสีเปลือกของกล้วยเล็บมือนางทั้ง 3 ระยะ มีค่าความสว่างมากกว่า 50 แสดงว่ามีสีค่อนข้างไปในทางสว่างทุกระยะซึ่งระยะสุกและสุกงอมมีค่าความสว่างมากกว่าระยะดิบมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ค่า a^* ของเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 3 ระยะ มีค่าอยู่ในช่วง (-19.79) ถึง 4.67 (Table 4.4) เปลือกกล้วยเล็บมือนางทั้ง 3 ระยะ มีค่า a^* เป็นลบและบวกเพียงเล็กน้อยแสดงว่ามีความเป็นสีเขียวทุกระยะโดยระยะดิบมีค่า (-19.79) มีความเป็นสีเขียวมากที่สุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับระยะดิบ 3.23 และระยะสุกงอม 4.67 ซึ่งความเป็นสีเขียวลดลงค่อนข้างไปในทางความเป็นสีแดงเนื่องจากค่า a^* เป็นบวกเล็กน้อยซึ่งไม่ปรากฏความเป็นสีเขียวในระยะสุกและสุกงอม

ค่า b^* ของเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 3 ระยะมีค่าอยู่ในช่วง 35.33 ถึง 54.08 (Table 4.4) เปลือกกล้วยเล็บมือนางทั้ง 3 ระยะ มีค่า b^* เป็นบวกแสดงว่ามีความเป็นสีเหลืองทุกระยะโดยระยะสุกและสุกงอมเป็นสีเหลืองสูงกว่าระยะดิบคือ 54.08 และ 53.40 ตามลำดับโดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับระยะดิบ

จากการศึกษาสีเนื้อกล้วยเล็บมือนาง ระยะดิบ ระยะสุกและระยะสุกงอม (Table 4.4) พบว่ากล้วยเล็บมือนางระยะดิบ มีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 78.52 -4.45 และ 26.23 ส่วนระยะสุกมีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 80.81 -1.05 และ 24.08 ระยะสุกงอมมีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 79.88 0.36 และ 30.95 ตามลำดับ

ค่าความสว่าง (L^*) ของสีเนื้อกล้วยเล็บมือนาง 3 ระยะ มีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 78.52 - 80.81 (Table 4.4) โดยสีเนื้อของกล้วยเล็บมือนางทั้ง 3 ระยะ มีค่าความสว่างมากกว่า 50 แสดงว่ามีสีค่อนข้างไปในทางสว่างทุกระยะและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ค่า a^* ของสีเนื้อกล้วยเล็บมือนาง 3 ระยะ มีค่าอยู่ในช่วง (-4.41) ถึง (0.36) (Table 4.4) สีเนื้อกล้วยเล็บมือนางทั้ง 3 ระยะ มีค่า a^* เป็นลบและบวกแสดงถึงความเป็นสีเขียวและสีแดงเล็กน้อย มีความเป็นสีเขียวมากที่สุดในระยะดิบเนื่องจากค่า a^* เป็นลบสูงสุด

ค่า b^* ของสีเนื้อกล้วยเล็บมือนาง 3 ระยะมีค่าอยู่ในช่วง 24.08 ถึง 30.95 (Table 4.4) เนื้อกล้วยเล็บมือนางทั้ง 3 ระยะ มีค่า b^* เป็นบวกมีความเป็นสีเหลืองทุกระยะโดยระยะสุกงอมมีความเป็นสีเหลืองมากที่สุด 30.95 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับระยะดิบ และระยะสุก

Figure 4.1 ลักษณะที่ปรากฏของกล้วยเล็บมือนี่ระยะดิบ สุกและสุกงอม กล้วยดิบสีผิวเขียวทั้งผล กล้วยสุกผลสีเหลืองแต่หัวผลสีเขียว ส่วนระยะสุกงอมมีจุดกระเล็กน้อยหัวผลเป็นสีดำ การเสื่อมสภาพของกล้วยสาเหตุจากการผิดปกติทางสรีระวิทยาเมื่อเข้าระยะสุกอาการเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (Ketsa, 2000)



Figure 4.1 Appearance of mature green, ripe and overripe 'Kluai Leb Mu Nang' banana fruit.

Table 4.4 Peel and pulp colour of mature green, ripe and overripe stages of 'Kluai Leb Mu Nang' banana fruit.

Colour	Mature green	Ripe	Overripe
Peel colour			
L^*	47.85±3.37 c	72.65±2.66 a	65.62±4.55 b
a^*	-19.06±0.77 c	3.11±0.72 b	9.09±1.35 a
b^*	34.50±1.74 b	58.20±3.25 a	59.47±4.29 a
Pulp colour			
L^*	82.72±2.42 a	78.81±7.43 ab	75.45±3.17 b
WI	68.58±2.84 a	65.44±5.68 a	58.11±3.83 b
b^*	26.06±0.90 b	26.75±2.52 b	33.76±4.09 a

Values followed by the same letter within a row are not significantly different at $p < 0.05$ level.

2) ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดของกล้วยเล็บมือนางแต่ละระยะการสุก

การศึกษาคุณภาพทางเคมีในกล้วยเล็บมือนาง ที่ระยะ ดิบ สุกและสุกงอม ความแน่นเนื้อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดอินทรีย์ เป็นตัวบ่งชี้ความบริสุทธิ์และคุณภาพของกล้วยเล็บมือนางการเปลี่ยนแปลง ความแน่นเนื้อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดอินทรีย์ (Figure 4.2A และ 4.2B) ความแน่นเนื้อมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในระยะดิบ 40.85 N และลดลงเหลือเพียง 6.13 N 5.61 N ในระยะสุกและระยะสุกงอม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในระยะสุกและสุกงอม เช่นเดียวกับการลดลงของกล้วย 'Baxi'(Musa sp. AAA group) ระหว่างการสุก จากการรายงานของ (Li et al., 2009) การอ่อนนุ่มของกล้วยเกี่ยวข้องกับการสลายตัวของผนังเซลล์ การลดลงของแป้งและการเพิ่มขึ้นของน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกล้วยเล็บมือนางเพิ่มขึ้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจาก 3.58 °Brix เพิ่มขึ้น 27.17 และ 28.93 ° Brix ในระยะสุกและระยะสุกงอม ตามลำดับ(Figure 4.2B) Li et al. (2009) รายงานว่า การเพิ่มขึ้นของน้ำตาลของกล้วย 'Baxi' (Musa sp. AAA group) เกิดจากการทำงานของเอนไซม์ sucrose phosphate synthase , sucrose synthase และ invertases ที่เพิ่มขึ้นระหว่างการสุก ปริมาณกรดมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญพบว่าปริมาณกรดในระยะดิบ 0.05 เปอร์เซนต์และสูงในระยะสุกและสุกงอม ตามลำดับ เช่นเดียวกับ Siriboon and Banlusiip. (2004) ปริมาณกรดในกล้วยน้ำว้าระหว่างการเก็บรักษา พบว่าปริมาณกรดเพิ่มขึ้น Will et al. (1982) ปริมาณกรดของกล้วย William (Musa sp AAA group) ในกล้วยดิบมีปริมาณกรดระดับต่ำกว่ากล้วยสุก เกี่ยวข้องกับการลดลงของ pH อย่างไรก็ตามแตกต่างในกล้วย Musa sp., AAA group, cv. Zhonggang (Jiang et al., 2004) และในกล้วย Musa acuminata, AAA group, cv. Gross Michel (Thaiphantit and Anprung, 2010)

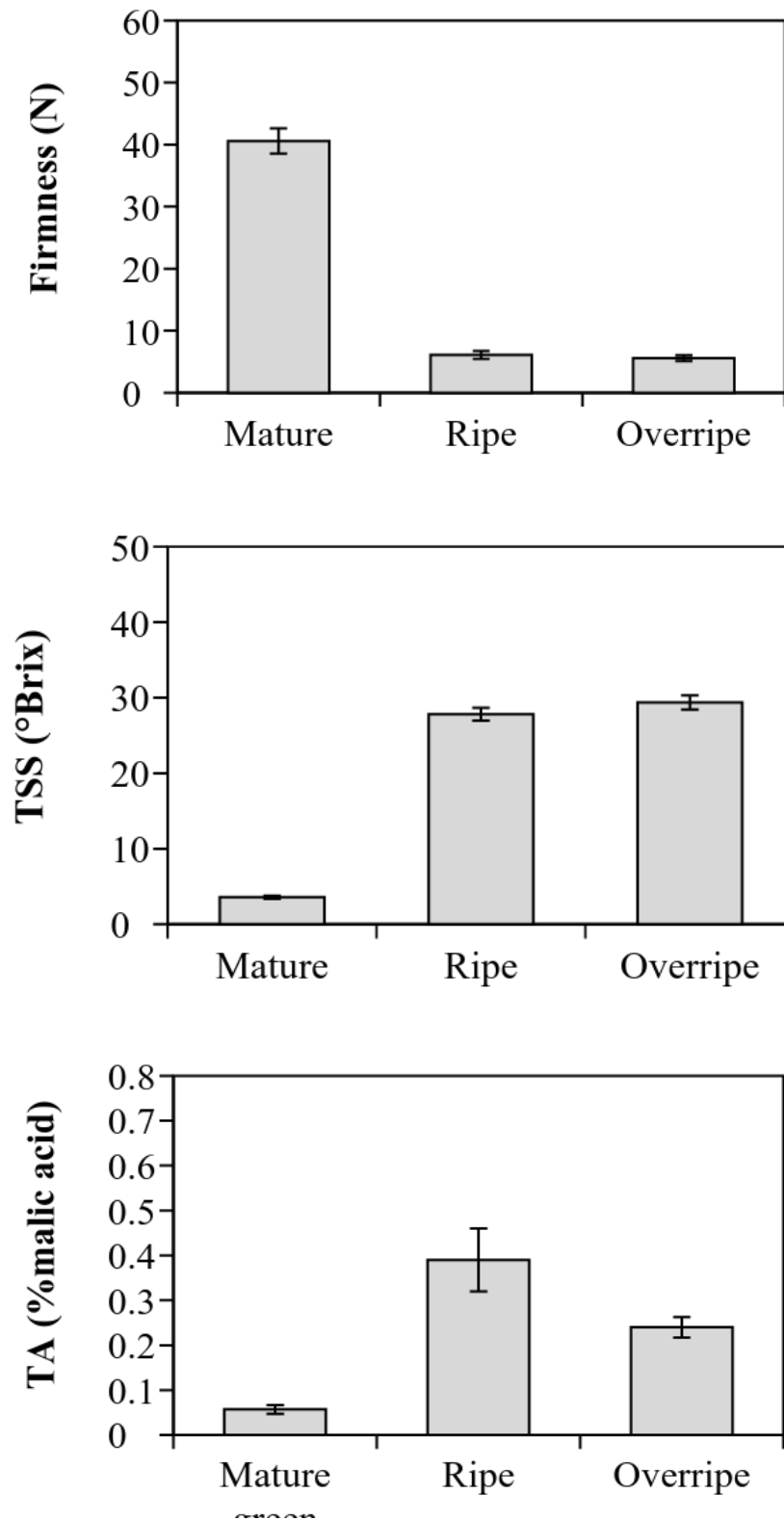


Figure 4.2 Firmness, total soluble solids (TSS) and total acidity (TA) of mature green, ripe and overripe stages of 'Kluai Leb Mu Nang' banana fruit. Bars represent mean (n=10) ± SD. Samples followed by the same letter were not significantly different ($p>0.05$).

3) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและ DPPH radical scavenging activity ของกล้วยเล็บมือนาง ระหว่างการสุก (Figure 4.3) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในกล้วยเล็บมือนางสุกสูงกว่าระยะดิบ และสุกงอม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) (Figure 4.3A) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ต่างกับวิธีการ DPPH radical scavenging activity (Figure 4.3B) DPPH radical scavenging activity ปริมาณสูงในระยะดิบและปริมาณใกล้เคียงกันในระยะสุกงอม วิธีการ DPPH radical scavenging activity ผลเหมือนในกล้วย ‘Gross Michel’ banana fruit (Thaiphanit and Anprung, 2010). Macheix et al. (1999) รายงานความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในเนื้อกล้วยเนื่องจากมีฟลาโวนอยด์และปริมาณฟีนอลิก

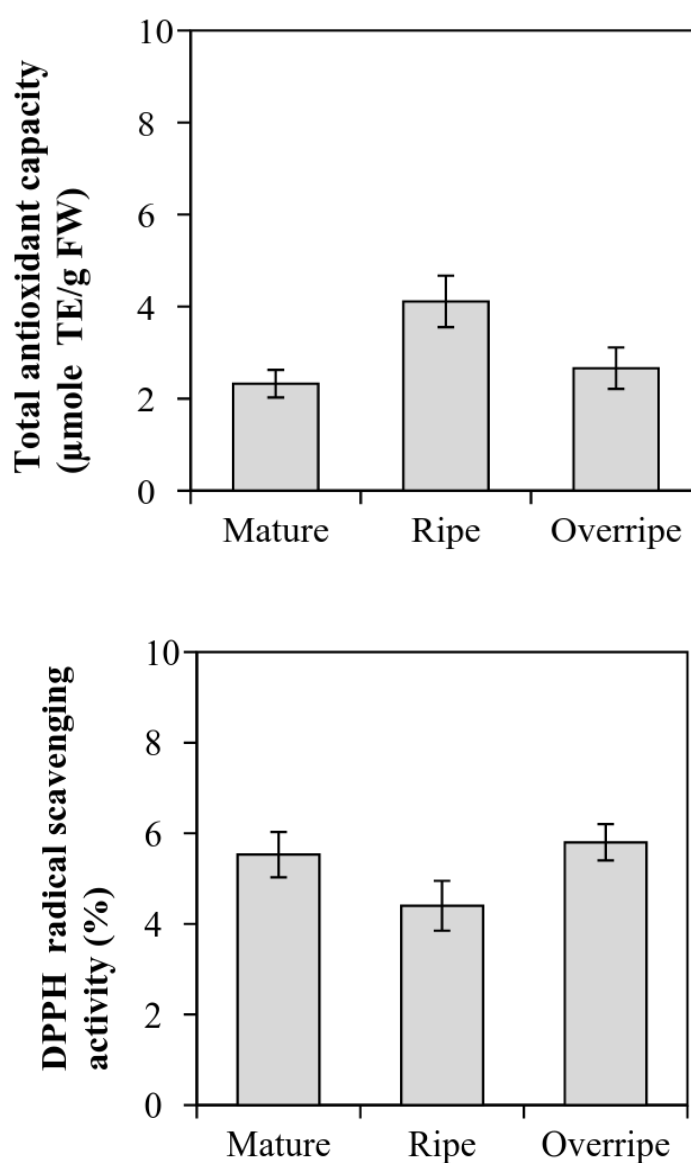


Figure 4.3 Total antioxidant capacity and DPPH scavenging activity of mature green, ripe and overripe stages of ‘Kluai Leb Mu Nang’ banana fruit. Bars represent mean ($n=10$) $\pm$ SD. Samples followed by the same letter were not significantly different ($p > 0.05$).

4) ปริมาณฟีนอลและฟลาโวนอยด์

การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟีนอลและฟลาโวนอยด์ของกล้วยเล็บมือนางทั้งสามระยะพบว่า ปริมาณฟีนอลกล้วยดิบมีระดับต่ำกว่ากล้วยสุกและสุกงอมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) (Figure 4.4A) แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างระยะกล้วยสุกและสุกงอม ส่วนปริมาณฟลาโวนอยด์ระดับสูงกว่า ระยะสุกและสุกงอมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) (Figure 4.4B) แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างระยะสุกและสุกงอม การเปลี่ยนแปลงของฟีนอลในกล้วยเล็บมือนางเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยการหาด้วยวิธี FRAP ดังนั้นความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กับปริมาณฟีนอลลิคเนื่องจากฟีนอลลิคเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในกล้วย (Someya et al., 2002) เช่นเดียวกับรายงานของ Bennett et al. (2010) ในเนื้อกล้วยเป็นแหล่งสะสมสารออกฤทธิ์ สำหรับในกล้วยเล็บมือนางมีระดับฟลาโวนอยด์สูงแต่ฟีนอลต่ำซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Macheix et al. (1999) มีปริมาณฟีนอลและแทนนินสูงในระยะดิบและมีการสลายตัวเมื่อเข้าระยะสุก Bennett et al. (2010) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของฟีนอลและฟลาโวนอยด์ของกล้วยขึ้นอยู่กับพันธุ์ของกล้วย

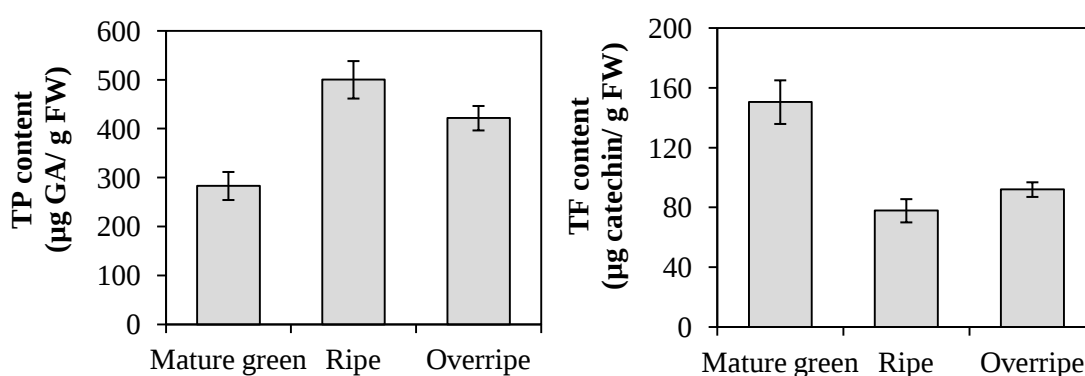


Figure 4.4 Total phenols (TP) (A) and total flavonoids (TF) (B) content of mature green, ripe and overripe stages of 'Kluai Leb Mu Nang' banana fruit. Bars represent mean ($n=10$) $\pm$ SD. Samples followed by the same letter were not significantly different.

4.3 ศึกษาความสามารถด้านอนุมูลอิสระต่ออายุการเก็บรักษากล้วยเล็บมือนาง

1) สีเปลือกกล้วยเล็บมือนาง

จากการศึกษาค่าสีเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส อายุการเก็บรักษา 0,4 ,8,12 และ 16 วัน (Table 4.5) พบว่ากล้วยเล็บมือนาง ค่าความสว่าง (L^*) ของเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 63.16 ถึง 73.53 (Table 4.5) โดยสีเปลือกของกล้วยเล็บมือนางที่อายุการเก็บรักษา 0, 4, 8,12 และ 16 วันมีค่าความสว่างมากกว่า 50 แสดงว่ามีสีค่อนข้างไปในทางสว่างทุก ระยะโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าความสว่างลดลง ส่วนค่า a^* ของเปลือกกล้วยเล็บมือนางอายุการเก็บรักษา 0, 4, 8,12 และ 16 วันมีค่าอยู่ในช่วง 3.89 ถึง 9.04 (Table 4.5) เปลือกกล้วยเล็บมือนางทุกอายุการเก็บรักษาทั้ง 0, 4, 8,12 และ 16 วัน มีค่า a^* เป็นบวกแสดงว่ากล้วยที่นำมาเก็บรักษานั้นเกิดกระบวนการสุกแล้วเนื่องจากไม่มีความเป็นสีเขียวโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นความเป็นสีเขียวยิ่งลดลง (Table 4.5) ค่า b^* ของเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่อายุการเก็บรักษาทั้ง 0, 4, 8,12 และ 16 วัน มีค่าอยู่ในช่วง 56.73 ถึง 59.08 (Table 4.5) เปลือกกล้วยเล็บมือนางทั้งอายุการเก็บรักษาที่ 0, 4, 8,12 และ 16 วันมีค่า b^* เป็นบวกแสดงว่ามีความเป็นสีเหลืองทุกระยะโดยทุกระยะไม่มีความแตกต่างกัน

จากการศึกษาสีเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่เก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ที่อายุการเก็บรักษา 0, 4, และ 8 วัน (Table 4.5) พบว่ากล้วยเล็บมือนางมีค่าความสว่าง (L^*) ของเปลือกอยู่ในช่วง 64.52 ถึง 770.20 (Table 5) โดยสีเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่อายุการเก็บรักษา 0, 4 และ 8 วันมีค่าความสว่างมากกว่า 50 แสดงว่ามีสีค่อนข้างไปในทางสว่างทุก ระยะแต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าความสว่างลดลง ส่วนค่า a^* ของเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่อายุการเก็บรักษาทั้ง 0, 4, และ 8 วันมีค่าอยู่ในช่วง 4.07 ถึง 10.22 (Table 4.5) เปลือกกล้วยเล็บมือนางทุกอายุการเก็บรักษาทั้ง 0, 4, และ 8 วัน มีค่า a^* เป็นบวกและแสดงถึงความเป็นสีแดงซึ่งแสดงว่ากล้วยที่นำมาเก็บรักษานั้นสุกแล้วเนื่องจากไม่มีความเป็นสีเขียวโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.05$) อายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นความเป็นสีเขียวยิ่งลดลง (Table 4.5) ค่า b^* ของเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่อายุการเก็บรักษาทั้ง 0, 4, และ 8 วัน มีค่าอยู่ในช่วง 51.73 ถึง 59.01 (Table 4.5) เปลือกกล้วยเล็บมือนางทั้งอายุการเก็บรักษาที่ 0, 4, และ 8 วันมีค่า b^* เป็นบวกแสดงว่ามีความเป็นสีเหลืองทุกระยะโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการเก็บรักษาผลกล้วยเล็บมือนางที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 วันกล้วยยังคงเป็นสีเขียวและไม่พบจุดดำและเกล็ดบนผิว ในส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 วันกล้วยเกิดอาการเหี่ยวและมีจุดสีดำ (Figure 4.5) การเกิดจุดสีดำเป็นอาการผิดปกติในเปลือกเมื่อสุก Chen et al. (2008) อาการผิดปกติทางสรีระวิทยาเกิดขึ้นเนื่องจากความผิดปกติของเยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์เสื่อมสภาพจึงทำให้กล้วยเกิดกระบวนการเสื่อมสภาพ Choehom et al. (2004) รายงานว่าอาการจุดสีน้ำตาลในกล้วย Musa AA หรือ Sucrier หรือ Klui Khai ระหว่างการสุกเกี่ยวข้องกับเอนไซม์และ PPO



Figure 4.5 Visual appearance of 'Kluai Leb Mu Nang' banana (*Musa* AA group) fruit at initial day of storage and held at 25°C for 8 days and 13°C for 16 days.

Table 4.5 Superficial colour of peel and pulp of 'Kluai Leb Mu Nang' banana (*Musa* AA group) fruit during storage at 25 °C and 13 °C.

Temperature (°C)	Time (Days)	Peel			Pulp		
		<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]	<i>L</i> [*]	WI	<i>b</i> [*]
25	0	70.20±2.5 ^a	4.07±0.3 ^b	59.01±1.7 ^a	81.93±0.5 ^a	71.20±1.4 ^a	22.26±2.1 ^b
	4	64.52±1.6 ^b	9.00±0.8 ^a	51.73±5.7 ^b	79.32±0.8 ^b	67.65±1.5 ^b	24.69±1.4 ^{ab}
	8	66.91±4.7 ^{ab}	10.22±1.6 ^a	53.80±3.6 ^b	79.32±1.5 ^b	65.78±2.2 ^b	27.03±1.6 ^a
13	0	71.56±3.0 ^a	4.27±0.7 ^b	58.50±4.9	81.17±0.8	70.90±1.4	21.87±1.2
	4	73.53±2.5 ^a	3.89±0.6 ^b	59.67±2.8	81.40±0.5	70.65±0.6	22.56±2.1
	8	67.45±3.1 ^{ab}	8.07±1.8 ^a	59.80±4.0	82.03±2.1	70.70±2.1	22.92±1.0
	12	65.73±1.9 ^b	7.75±0.9 ^a	56.73±4.8	80.40±0.3	70.86±0.3	21.50±0.5
	16	63.16±3.1 ^b	9.04±1.2 ^a	57.03±2.9	80.62±0.5	70.54±0.1	22.00±0.6

Data represent the mean of ten replication ±SD. Values of each storage temperature followed by the same letter within a column are not significantly different at $P < 0.05$ level.

2) ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของกล้วยเล็บมือนางระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถรักษาความแน่นเนื้อได้จนกระทั่ง 16 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างการเก็บรักษา แต่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความแน่นเนื้อลดลงหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) (Figure 4.6) เช่นเดียวกันกับกล้วย 'Goldfinger' ความแน่นเนื้อลดลงเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส 22 วัน (Nunes et al., 2013) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพ เนื่องจากลดกระบวนการเมตาบอลิซึมทำให้รักษาความแน่นเนื้อได้เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

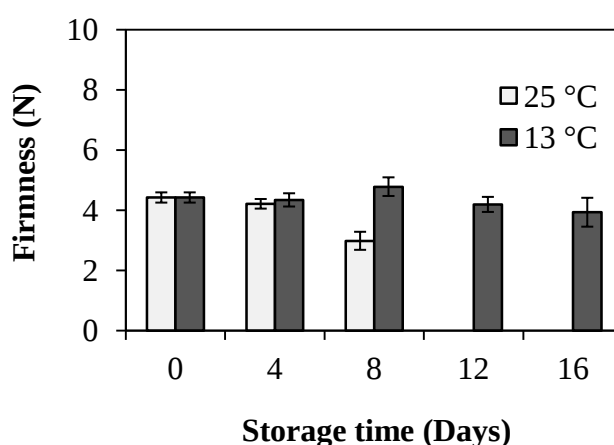


Figure 4.6. Firmness of 'Kluai Leb Mu Nang' banana (*Musa AA* group) fruit during storage at 25 and 13 °C. Data represent the mean of ten replications $\pm$ SD.C.

3) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในกล้วยเล็บมือนางโดยวิธี DPPH scavenging activity และ ferric reducing antioxidant potential (FRAP) (Figure 4.7) ทั้งวิธี DPPH และ FRAP ที่หลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณสูงกว่าภายหลังการเก็บรักษามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) วิธี DPPH ลดลงภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน และลดลงจนกระทั่ง 16 วัน ทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 และ 25 องศาเซลเซียส (Figure 4.7A) ผลการทดลองเช่นเดียวกันเมื่อวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP (Figure 4.7B) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของกล้วยเล็บมือนางทั้ง 2 อุณหภูมิลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษามากขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติปริมาณฟลาโวนอยด์ พบว่าที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 4.8) ดังนั้นควรเก็บรักษากล้วยเล็บมือนางที่อุณหภูมิต่ำเพื่อรักษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่า 25 องศาเซลเซียส

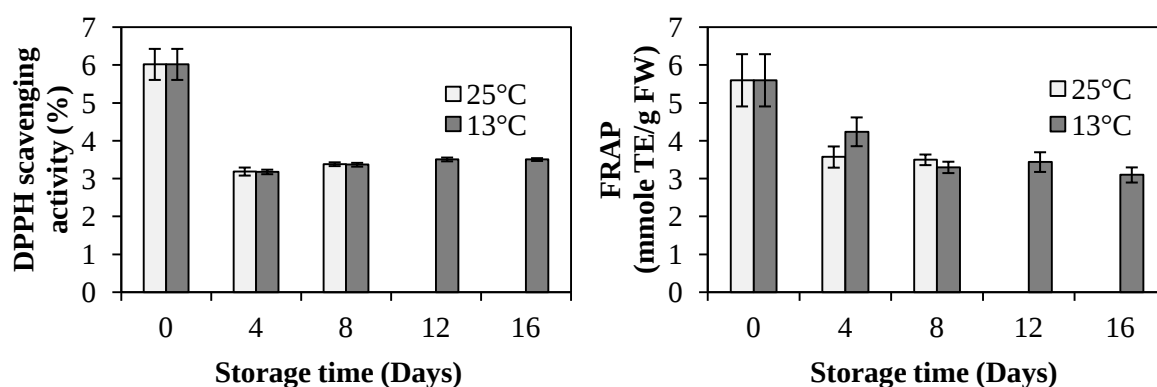


Figure 4.7. Total phenolic (TP) compounds (A) and total flavonoids (TF) content (B) of 'Kluai Leb Mu Nang' banana (*Musa* AA group) fruit during storage at 25 °C and 13 °C. Data represent the mean of ten replications $\pm$ SD.

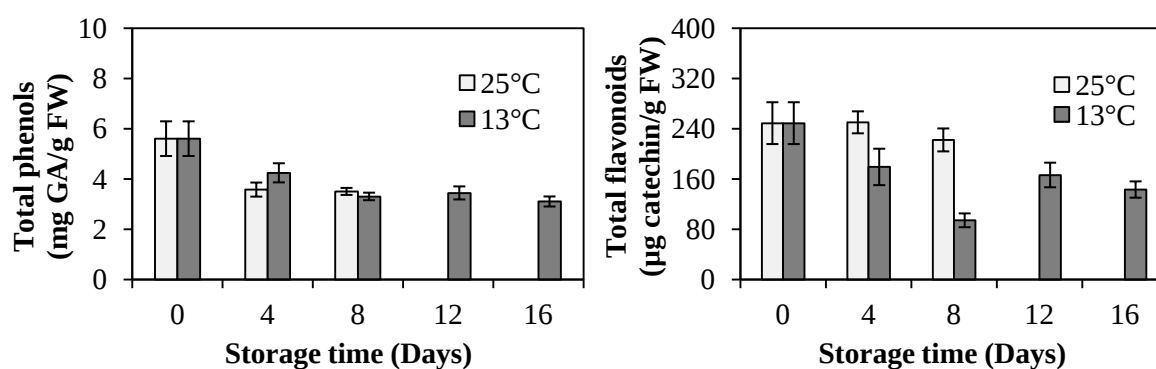


Figure 4.8 Total phenolic (TP) compounds (A) and total flavonoids (TF) content (B) of 'Kluai Leb Mu Nang' banana (*Musa* AA group) fruit during storage at 25 °C and 13 °C. Data represent the mean of ten replications $\pm$ SD.