บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาความความเสียหายของผลมังคุดเมื่อได้รับแรงกดทับ

ภายหลังจากเปลือกผลมังคุดได้รับแรงกดทับขนาด 1 และ 2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร พบว่า เปลือกของผลมังคุดยุบตัวลงเล็กน้อย (เมื่อผ่าผลมังคุดเพื่อสังเกตดูเนื้อผลพบว่าเนื้อผลไม่ได้รับความเสียหาย) เปลือกผลมังคุดที่ได้รับแรงกดทับเป็น 3 และ 4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เปลือกผลมังคุดยุบตัวลงมากขึ้นแต่ยังไม่พบรอยแตกที่เปลือกผล เมื่อผ่าดูเนื้อเนื้อภายในพบว่ามีรอยช้ำเป็นจุดเล็กน้อย เปลือกผลมังคุดที่ได้รับแรงกดทับขนาด 5 และ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เปลือกผลมังคุดมีการยุบตัวลงตามลักษณะของลูกตุ้มที่ใช้กดและเปลือกผลชั้นนอกมีรอยปริแตก โดยรอยแตกของผลมีลักษณะไม่แน่นอน

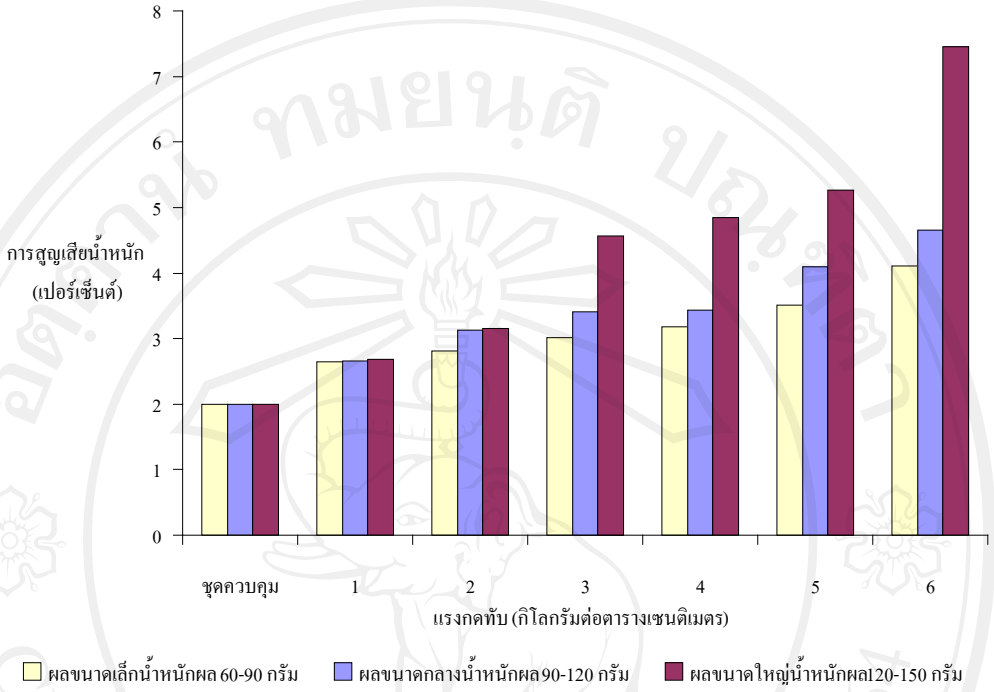
การสูญเสียน้ำหนักสดของผลมังคุด

การสูญเสียน้ำหนักสดของผลมังคุดภายหลังจากได้รับแรงกดทับแล้วเก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักสดระหว่างการเก็บรักษาโดยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามแรงกดทับที่ได้รับและขนาดผลที่ใหญ่ขึ้น (ภาพที่ 5) โดยผลที่ได้รับแรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 5.41 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) และการสูญเสียน้ำหนักสดของผลมังคุดชุดควบคุม (ไม่ได้รับแรงกดทับ) มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.00 เปอร์เซ็นต์

สำหรับปัจจัยด้านขนาดของผลมังคุดขนาดใหญ่ (120 - 150 กรัม) มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดคือ 4.28 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ผลมังคุดขนาดของผลมังคุดขนาดเล็ก (60 – 90 กรัม) มีการ

สำรับปัจจัยด้านขนาดของผลมังคุดและแรงกดทับ แรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด คือ 7.45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด คือ 2.00 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 5 การสูญเสียน้ำหนักสดของผลมังคุดขนาดต่างๆภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กัน เก็บรักษานาน 3 วัน ณ อุณหภูมิห้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 การสูญเสียน้ำหนักสดของผลมังคุดขนาดต่างๆ ภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กัน ที่เก็บรักษาไว้นาน 3 วัน ณ อุณหภูมิห้อง

แรงกดทับ (กก./ตร.ซม)	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์) ของผลขนาด			
	เล็ก[3/]	กลาง	ใหญ่	เฉลี่ย[2/]
ไม่ได้รับแรงกดทับ	2.00	2.00	2.00	2.00d
1	2.65	2.66	2.68	2.66c
2	2.81	3.13	3.16	3.03c
3	3.02	3.41	4.57	3.66b
4	3.18	3.44	4.84	3.82b
5	3.51	4.09	5.27	4.29b
6	4.11	4.66	7.45	5.41a
เฉลี่ย	3.04C[1/]	3.34B	4.28A	

หมายเหตุ [1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

[3/]ผลขนาดเล็ก 60-90 กรัม

ผลขนาดกลาง 90-120 กรัม

ผลขนาดใหญ่ 120-150 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

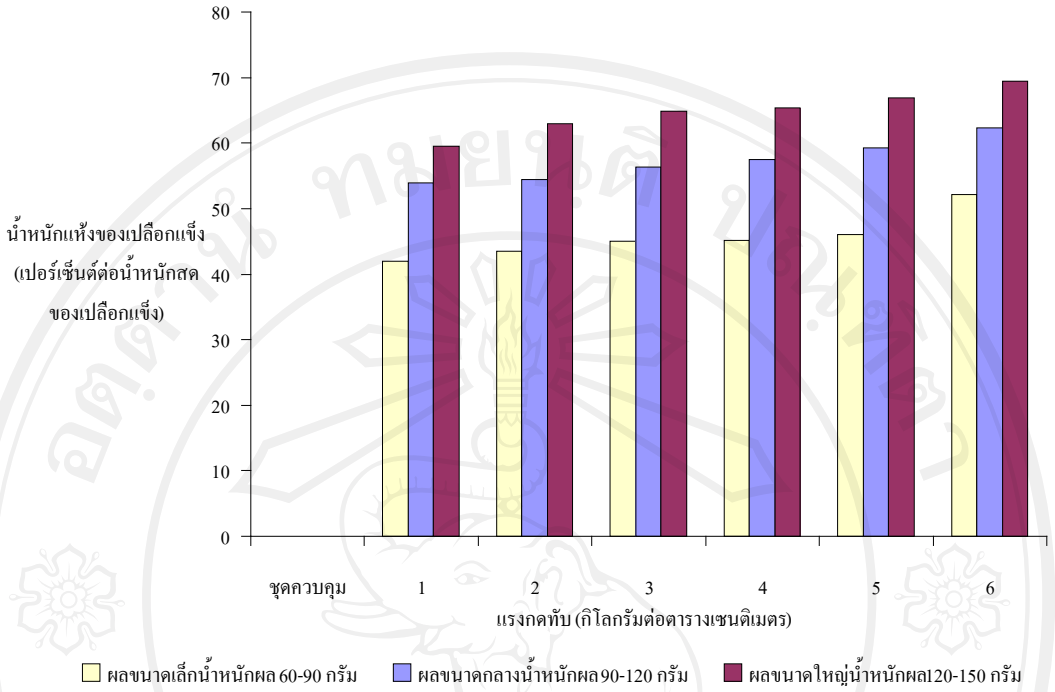
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกมังคุดส่วนที่เกิดอาการเปลือกแข็ง

จากการศึกษาน้ำหนักแห้งของเปลือกมังคุดส่วนที่เกิดอาการเปลือกแข็งของผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กันแล้วเก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน พบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกแข็งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกแข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามแรงกดทับที่ได้รับและขนาดผลที่ใหญ่ขึ้น (ภาพที่ 6) โดยผลที่ได้รับแรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกแข็งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกแข็งมากที่สุด คือ 61.51 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5) ส่วนเปลือกผลของผลในชุดควบคุม (ไม่ได้รับแรงกดทับ) ไม่มีส่วนที่แสดงอาการเปลือกแข็ง

สำหรับปัจจัยด้านขนาดผลมังคุดขนาดใหญ่ (120 - 150 กรัม) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกแข็งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกแข็งมากที่สุด คือ 55.59 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ผลมังคุดขนาดของผลมังคุดขนาดเล็ก (60 – 90 กรัม) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักน้ำหนักแห้งของเปลือกแข็งเมื่อเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกแข็งน้อยที่สุด คือ 37.53 เปอร์เซ็นต์

สำหรับปัจจัยด้านขนาดของผลมังคุดกับแรงกดทับพบว่า แรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกแข็งเมื่อเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกแข็งมากที่สุด คือ 69.40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแรงกดทับที่ 1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกแข็งเมื่อเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกแข็งน้อยที่สุด คือ 41.97 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 6 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกแข็งของผลมังคุดขนาดต่าง ๆ ภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กันหลังเก็บรักษานาน 3 วัน ณ อุณหภูมิห้อง

หมายเหตุ ชุดควบคุมไม่เกิดอาการเปลือกแข็งหลังเก็บรักษานาน 3 วัน ณ อุณหภูมิห้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกแข็งของผลมังคุดขนาดต่างๆ ภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กันหลังเก็บรักษานาน 3 วัน ณ อุณหภูมิห้อง

แรงกดทับ (กก./ตร.ซม)	น้ำหนักแห้งของเปลือกแข็ง (เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักสดของเปลือกแข็ง)			
	เล็ก[3/]	กลาง	ใหญ่	เฉลี่ย[2/]
ไม่ได้รับแรงกดทับ	NA.	NA.	NA.	NA.
1	41.97	53.88	59.51	51.78c
2	43.53	54.45	63.01	53.66bc
3	45.03	56.40	64.89	55.44ab
4	45.12	57.50	65.40	56.00ab
5	46.01	59.23	66.91	57.68ab
6	52.14	62.33	69.40	61.51a
เฉลี่ย	37.53C[1/]	49.11B	55.59A	

หมายเหตุ [1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

NA. = non-available (ไม่เกิดอาการเปลือกแข็ง)

[3/]ผลขนาดเล็ก 60-90 กรัม

ผลขนาดกลาง 90-120 กรัม

ผลขนาดใหญ่ 120-150 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

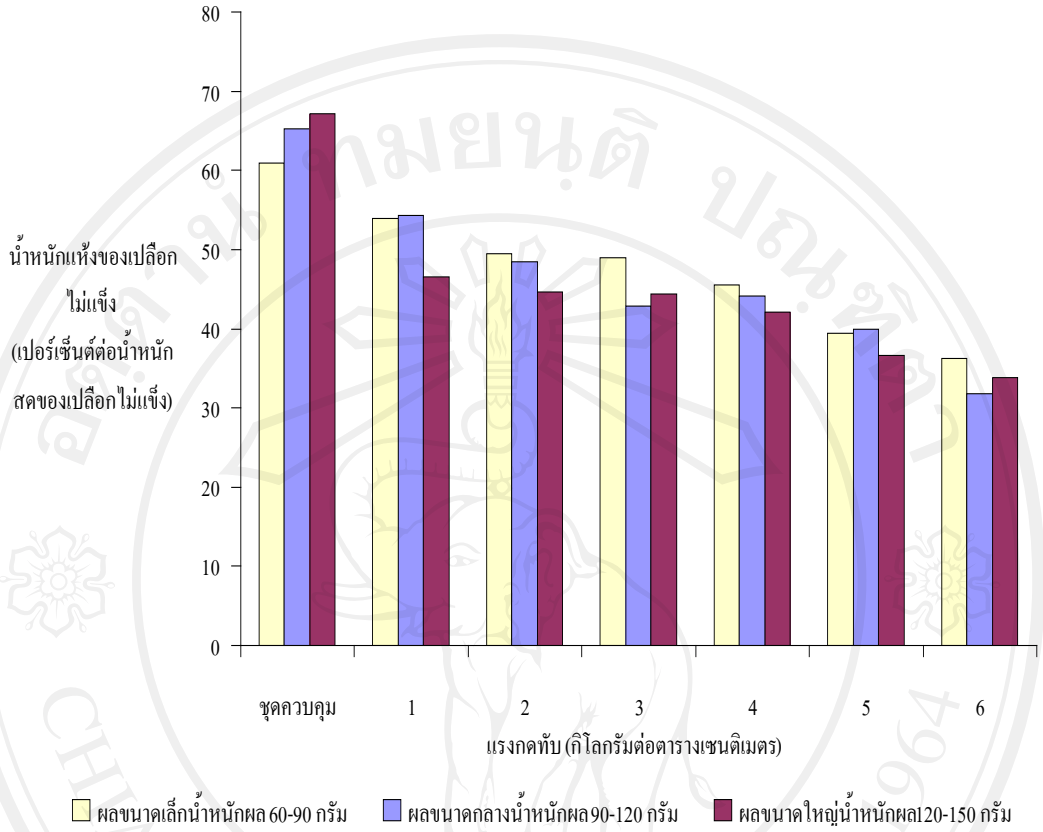
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกมังคุดส่วนที่ไม่เกิดอาการเปลือกแข็ง

จากการศึกษาน้ำหนักแห้งของเปลือกมังคุดส่วนที่ไม่เกิดอาการเปลือกแข็งของผลมังคุดที่ได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กันแล้วเก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน พบว่าน้ำหนักแห้งของเปลือกของมังคุดในส่วนที่ไม่เกิดอาการเปลือกแข็งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกไม่แข็งมีแนวโน้มลดลงตามน้ำหนักของแรงและขนาดผลที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 7) ยกเว้นผลในชุดควบคุม ซึ่งผลขนาดใหญ่มีแนวโน้มที่จะมีน้ำหนักแห้งสูงกว่าผลขนาดเล็ก โดยผลที่ได้รับแรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกไม่แข็งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกที่ไม่แข็งน้อยที่สุด คือ 33.96 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) และน้ำหนักแห้งของเปลือกไม่แข็งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกที่ไม่แข็งของผลในชุดควบคุม (ไม่ได้รับแรงกดทับ) มีน้ำหนักแห้งของเปลือกไม่แข็ง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกที่ไม่แข็ง มากที่สุด คือ 64.42 เปอร์เซ็นต์

สำหรับปัจจัยด้านขนาดผล ผลมังคุดขนาดใหญ่ (120 - 150 กรัม) มีน้ำหนักแห้งของเปลือกไม่แข็งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกที่ไม่แข็ง น้อยที่สุด คือ 45.07 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ผลมังคุดขนาดของผลมังคุดขนาดเล็ก (60 – 90 กรัม) และขนาดกลางมีน้ำหนักแห้งของเปลือกไม่แข็งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกที่ไม่แข็ง เป็น 47.80 และ 46.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับปัจจัยด้านขนาดของผลและแรงกดทับ พบว่าขนาดของผลขนาดเล็กที่แรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกไม่แข็งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกไม่แข็งน้อยที่สุด คือ 36.25 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ชุดควบคุมและผลขนาดใหญ่มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกที่ไม่แข็งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดของเปลือกไม่แข็งมากที่สุด คือ 67.14 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 7 น้ำหนักแห้งของเปลือกไม่แข็งของผลมังคุดขนาดต่างๆ กันหลังเก็บรักษานาน 3 วัน ณ อุณหภูมิห้องภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6 น้ำหนักแห้งของเปลือกไม่แข็งของผลมังคุดขนาดต่างๆ กันหลังเก็บรักษานาน 3 วัน ณ อุณหภูมิห้องภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กัน

แรงกดทับ(กก./ตร.ซม)	น้ำหนักแห้งของเปลือกไม่แข็ง (เปอร์เซ็นต์)			
	เล็ก[3/]	กลาง	ใหญ่	เฉลี่ย[2/]
ไม่ได้รับแรงกดทับ	60.87	65.25	67.14	64.42a
1	53.97	54.33	46.55	51.62b
2	49.51	48.40	44.58	47.38c
3	48.98	42.92	44.41	45.43c
4	45.58	44.10	42.08	43.92c
5	39.48	39.95	36.66	38.70d
6	36.25	31.76	33.89	33.96e
เฉลี่ย	47.80A[1/]	46.67AB	45.07B	

หมายเหตุ [1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

[3/]ผลขนาดเล็ก 60-90 กรัม

ผลขนาดกลาง 90-120 กรัม

ผลขนาดใหญ่ 120-150 กรัม

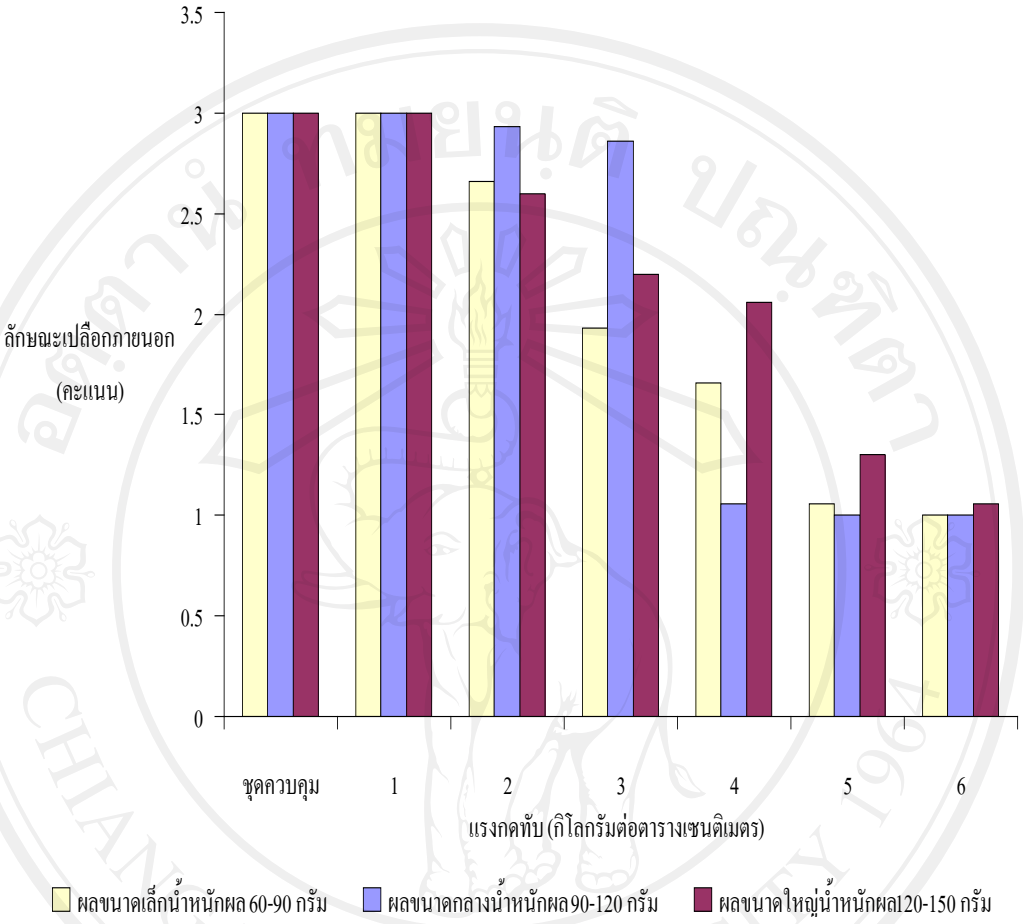
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การยอมรับของผู้บริโภค ด้านลักษณะเปลือกภายนอกของผลมังคุด

จากการศึกษาการยอมรับด้านลักษณะเปลือกภายนอกของผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับแล้วเก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วันพบว่า การยอมรับของผู้บริโภคลดลงตามระดับแรงกดทับที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 8) โดยลักษณะของเปลือกผลของผลมังคุดทุกขนาดยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหากได้รับแรงกดทับน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคเป็น 2.60 – 3.00 คะแนน (ตารางที่ 7) เมื่อแรงกดทับเพิ่มขึ้นเป็น 3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีเฉพาะผลขนาดกลางเท่านั้นที่ลักษณะผลภายนอกยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 2.86 คะแนน ส่วนผลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ลักษณะภายนอกของผล การยอมรับของผู้บริโภคอยู่ในระดับไม่แน่ใจ โดยมีคะแนนการยอมรับเป็น 1.93 และ 2.20 คะแนนตามลำดับ เมื่อแรงกดทับเพิ่มขึ้นเป็น 4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีเฉพาะผลขนาดใหญ่เท่านั้นที่ได้รับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคอยู่ระดับไม่แน่ใจ (2.06 คะแนน) ส่วนผลขนาดเล็กและขนาดกลางไม่ได้รับการยอมรับของผู้บริโภคโดยมีระดับการให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคเป็น 1.66 และ 1.06 คะแนนตาลำดับ เมื่อเพิ่มแรงกดทับเป็น 5 และ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ผลมังคุดทุกขนาดไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีระดับคะแนนการยอมรับเป็น 1.00 – 1.30 คะแนน

สำหรับปัจจัยด้านขนาดของผล ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของขนาดผลต่อคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคโดยการยอมรับของผู้บริโภคอยู่ในช่วงไม่แน่ใจ คือมีระดับคะแนนระหว่าง 2.04 – 2.17 คะแนน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 8 การยอมรับด้านลักษณะเปลือกภายนอกของผลมังคุดขนาดต่างๆ หลังเก็บรักษานาน 3 ภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 การยอมรับด้านลักษณะเปลือกภายนอกของผลมังคุดขนาดต่างๆ ภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กันหลังเก็บรักษานาน 3

แรงกดทับ (กก./ตร.ซม)	ระดับคะแนนการยอมรับด้านลักษณะเปลือกภายนอก (คะแนน)[4/]			
	เล็ก[3/]	กลาง	ใหญ่	เฉลี่ย[2/]
ไม่ได้รับแรงกดทับ	3.00	3.00	3.00	3.00a
1	3.00	3.00	3.00	3.00a
2	2.66	2.93	2.60	2.73a
3	1.93	2.86	2.20	2.33b
4	1.66	1.06	2.06	1.60c
5	1.06	1.00	1.30	1.12d
6	1.00	1.00	1.06	1.02d
เฉลี่ย	2.04C[1/]	2.12B	2.17A	

หมายเหตุ [1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

[3/]ผลขนาดเล็ก 60-90 กรัม

ผลขนาดกลาง 90-120 กรัม

ผลขนาดใหญ่ 120-150 กรัม

[4/]1.00 – 1.67 หมายถึง ผู้บริโภคไม่ยอมรับได้โดยเปลือกผลมีการยุบตัวมากสังเกตด้วยตาเปล่าได้อย่างชัดเจน

1.68 – 2.34 หมายถึง ผู้บริโภคไม่แน่ใจโดยเปลือกผลมีการยุบตัวลงเล็กน้อยสังเกตด้วยตาเปล่าได้

2.35 – 3.00 หมายถึง ผู้บริโภคยอมรับได้โดยเปลือกผลเป็นปกติไม่มีส่วนของเปลือกผลที่ยุบตัวลง

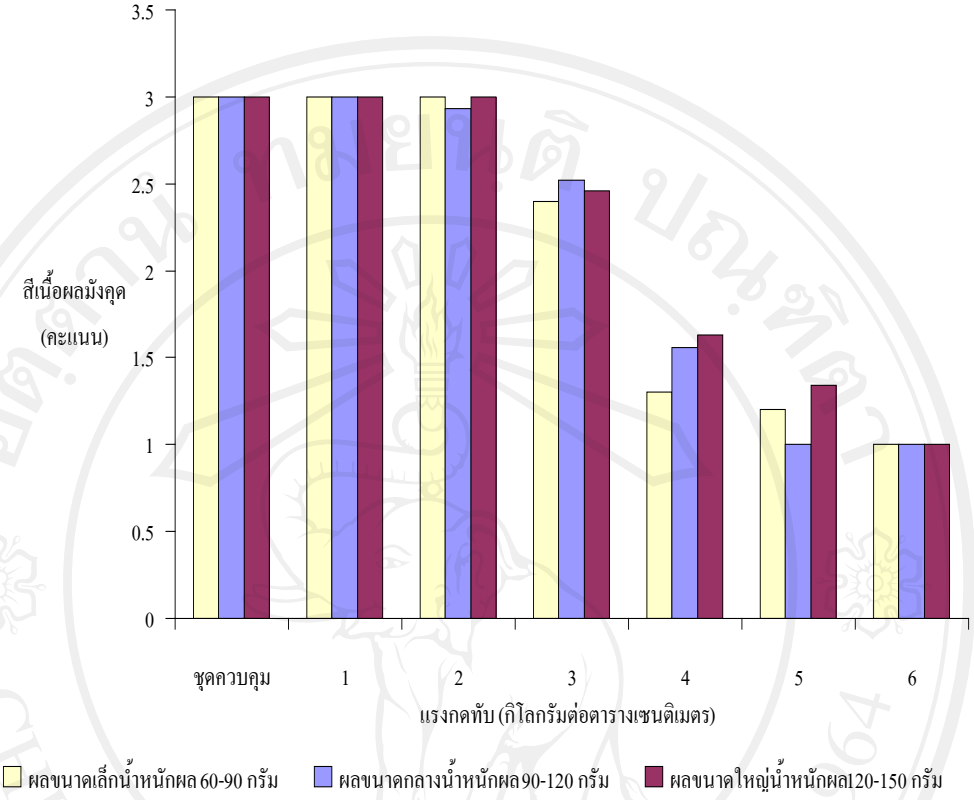
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การยอมรับของผู้บริโภคด้านสีเนื้อของผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับ

จากการศึกษาการยอมรับด้านสีเนื้อของผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับแล้วเก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วันพบว่า การยอมรับของผู้บริโภคมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลได้รับแรงกดทับที่มากกว่า 2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 9) เมื่อผลมังคุดได้รับแรงกดทับระดับที่ 3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร การยอมรับของผู้บริโภคลดต่ำลงเหลือ 2.40 – 2.52 คะแนน (ตารางที่ 8) แต่ยังอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคยังยอมรับได้ แต่ผลมังคุดที่ได้รับแรงกดทับที่ระดับ 4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรหรือมากกว่าคุณภาพของสีเนื้อผลไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยเนื้อผลมีลักษณะสีน้ำตาลคล้ำเนื้อเละและมีคะแนนการยอมรับเป็น 1.00 -1.63 คะแนน

สำหรับปัจจัยด้านขนาดผล ผลมังคุดขนาดใหญ่ได้รับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าผลขนาดเล็กและขนาดกลาง โดยมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคเป็น 2.20, 2.14 และ 2.12 คะแนน ตามลำดับซึ่งหมายถึงผลมังคุดทุกขนาดได้รับการยอมรับในระดับไม่แน่ใจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 9 การยอมรับด้านสีเนื้อของผลมังคุดขนาดต่างๆ กันหลังเก็บรักษานาน 3 วันภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 การยอมรับด้านสีเนื้อของผลมังคุดขนาดต่างๆ กันหลังเก็บรักษานาน 3 วันภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กัน

แรงกดทับ (กก./ตร.ซม)	ระดับคะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อ (คะแนน)[4/]			
	เล็ก[3/]	กลาง	ใหญ่	เฉลี่ย[2/]
ไม่ได้รับแรงกดทับ	3.00[4/]	3.00	3.00	3.00a
1	3.00	3.00	3.00	3.00a
2	3.00	2.93	3.00	2.97a
3	2.40	2.52	2.46	2.46b
4	1.30	1.56	1.63	1.49c
5	1.20	1.00	1.34	1.18c
6	1.00	1.00	1.00	1.00c
เฉลี่ย	2.12B[1/]	2.14B	2.20A	

หมายเหตุ [1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

[3/]ผลขนาดเล็ก 60-90 กรัม

ผลขนาดกลาง 90-120 กรัม

ผลขนาดใหญ่ 120-150 กรัม

[4/]1.00 – 1.67 หมายถึง ผู้บริโภคไม่ยอมรับโดยเนื้อผลมีสีคล้ำมากไม่เหมาะต่อการใช้บริโภค

1.68 – 2.34 หมายถึง ผู้บริโภคไม่แน่ใจโดยเนื้อผลมีสีคล้ำเล็กน้อยยังบริโภคได้

2.35 – 3.00 หมายถึง ผู้บริโภคยอมรับได้โดยเนื้อผลมีสีขาวเหมาะต่อการบริโภค

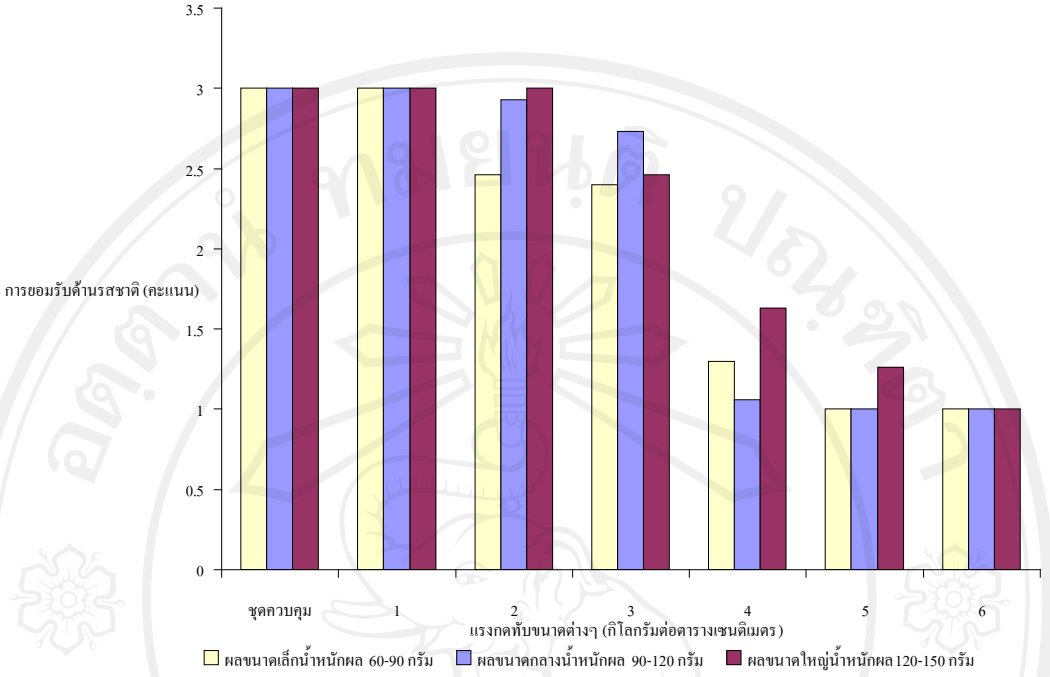
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การยอมรับของผู้บริโภค ด้านรสชาติของผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับ

จากการศึกษาการยอมรับด้านรสชาติของผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับแล้วเก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วันพบว่า การยอมรับของผู้บริโภคมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลได้รับแรงกดทับที่มากกว่า 1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรยกเว้นในผลที่มีขนาดใหญ่ (ภาพที่ 10) เมื่อผลมังคุดได้รับแรงกดทับที่ระดับ 4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรหรือมากกว่าคุณภาพของสีเนื้อผลไม่เป็น ที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยเนื้อผลมีลักษณะสีน้ำตาลคล้ำเนื้อเละและมีคะแนนการยอมรับเป็น 1.00 – 1.63 คะแนน (ตารางที่ 9)

สำหรับปัจจัยด้านขนาดผล ผลมังคุดขนาดใหญ่ได้รับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าผลขนาดเล็กและขนาดกลาง โดยมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคเป็น 2.19, 2.10 และ 2.02 คะแนน ตามลำดับซึ่งหมายถึงผลมังคุดทุกขนาดได้รับการยอมรับในระดับไม่แน่ใจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 10 การยอมรับด้านรสชาติของผลมังคุดขนาดต่างๆ กันหลังเก็บรักษานาน 3 วันภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 9 การยอมรับด้านรสชาติของผลมังคุดขนาดต่างๆ กันหลังเก็บรักษานาน 3 วันภายหลังได้รับแรงกดทับขนาดต่างๆ กัน

แรงกดทับ (กก./ตร.ซม)	ระดับคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ (คะแนน)[4/]			
	เล็ก[3/]	กลาง	ใหญ่	เฉลี่ย[2/]
ไม่ได้รับแรงกดทับ	3.00[4/]	3.00	3.00	3.00a
1	3.00	3.00	3.00	2.97a
2	2.46	2.93	3.00	2.82a
3	2.40	2.73	2.46	2.53b
4	1.30	1.06	1.63	1.21c
5	1.00	1.00	1.26	1.21c
6	1.00	1.00	1.00	1.00c
เฉลี่ย	2.02C[1/]	2.10B	2.19A	

หมายเหตุ [1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

[3/]ผลขนาดเล็ก 60-90 กรัม

ผลขนาดกลาง 90-120 กรัม

ผลขนาดใหญ่ 120-150 กรัม

[4/]1.00 – 1.67 หมายถึง ผู้บริโภคไม่ยอมรับโดยเนื้อผลของมังคุดมีรสชาติไม่ดีไม่เหมาะสมต่อการใช้บริโภค

1.68 – 2.34 หมายถึง ผู้บริโภคไม่แน่ใจโดยเนื้อของผลมังคุดมีรสชาติปกติสามารถใช้บริโภคได้

2.35 – 3.00 หมายถึง ผู้บริโภคยอมรับได้โดยเนื้อผลของมังคุดมีรสชาติดีเหมาะต่อการใช้บริโภค

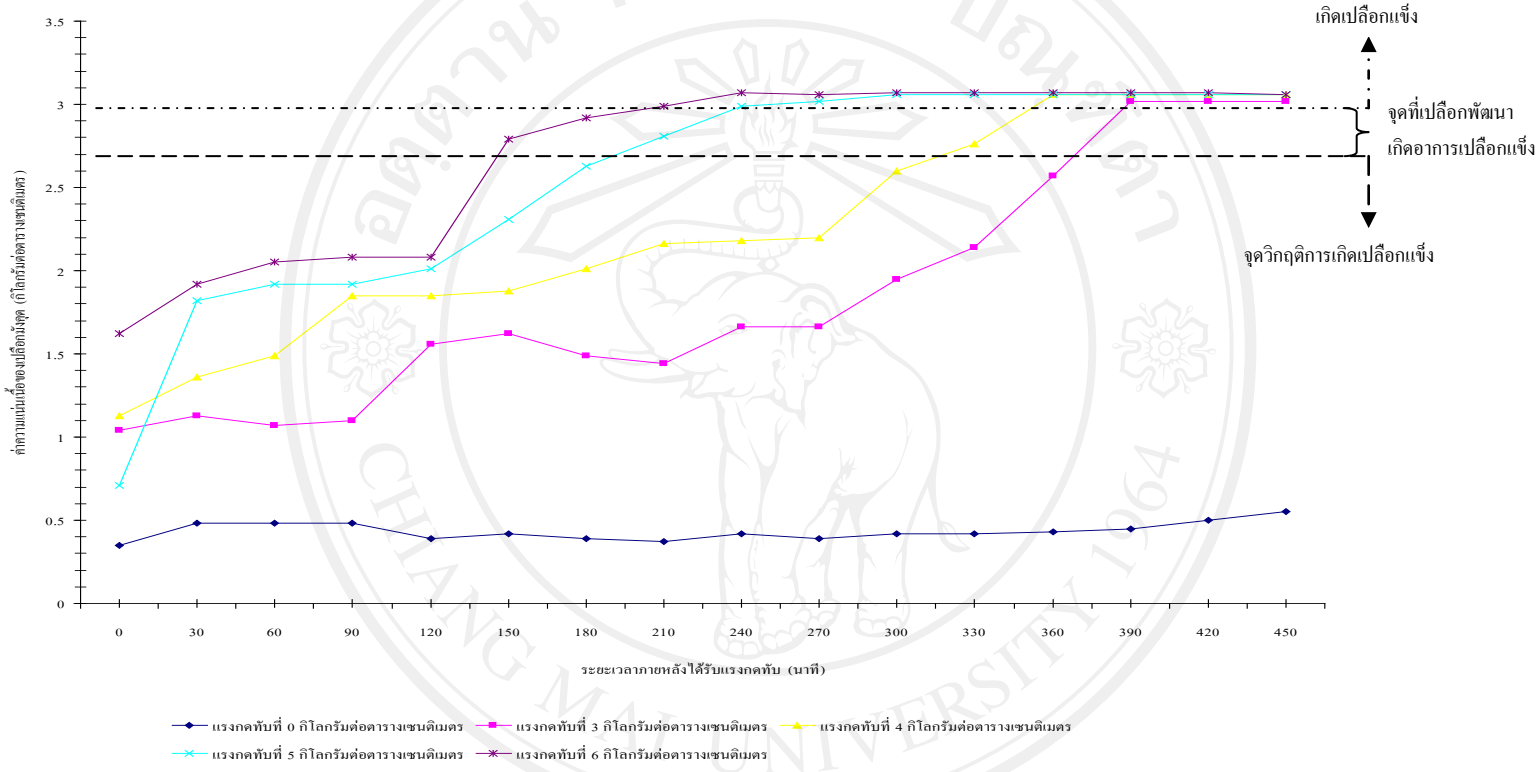
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2 ศึกษาระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงของเปลือกมังคุดเมื่อได้รับแรงกดทับ

ความแน่นเนื้อของเปลือกผลมังคุด

จากการทดลองให้ผลมังคุดรับแรงกดทับที่ต่างกันเพื่อศึกษาหาระยะเวลาในการแข็งตัวของเปลือกผลมังคุดโดยศึกษาทุก 30 นาที ภายหลังจากผลมังคุดได้รับแรงกดทับ พบว่าความแน่นเนื้อของเปลือกผลมังคุดชุดควบคุมที่ไม่ได้รับแรงกดทับมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา (ภาพที่ 11) ค่าความแน่นเนื้อของเปลือกผลมังคุดที่ได้รับแรงกดทับ พบว่าเพิ่มขึ้นตามระดับแรงกดทับภายหลังจากได้รับแรงกดทับทันที โดยที่แรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรมีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด ส่วนที่ไม่ได้รับแรงกดทับ (ชุดควบคุม) มีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด ซึ่งมีความแน่นเนื้อของเปลือกผลมังคุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ภายหลังได้รับแรงกดทับทันทีไปจนถึง 450 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 11 ค่าความแน่นเนื้อของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับได้รับแรงกดทับที่ต่างๆ กัน (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 10 ผลของความแน่นเนื้อของเปลือกผลมังคุดต่อระยะเวลาที่เปลือกมังคุดเกิดการแข็งตัว (นาที)

แรงกดทับ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	ค่าความแน่นเนื้อของเปลือกผลบริเวณที่ถูกกดทับ(กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)[1/] ระยะเวลาหลังได้รับแรงกดทับ(นาที)															
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450
ไม่ได้รับแรงกดทับ	0.35e	0.48c	0.48d	0.48c	0.39c	0.42d	0.39e	0.37e	0.42d	0.39b	0.42d	0.42d	0.43c	0.45b	0.50b	0.55b
3	1.04 c	1.13b	1.07c	1.10b	1.56b	1.62c	1.49b	1.44d	1.66c	1.66c	1.95c	2.14c	2.57b	3.02a	3.02a	3.02a
4	1.13b	1.36b	1.49b	1.85b	1.85ab	1.88c	2.01c	2.16c	2.18b	2.20b	2.60b	2.76b	3.06a	3.06a	3.06a	3.06a
5	0.71d	1.82a	1.92a	1.92ab	2.01a	2.31b	2.63a	2.81b	2.99a	3.02a	3.06a	3.06a	3.06a	3.06a	3.06a	3.06a
6	1.62a	1.92a	2.05a	2.08a	2.08a	2.79a	2.92a	2.99a	3.07a	3.06a	3.07a	3.07a	3.07a	3.07a	3.07a	3.06a
$LSD_{0.05}$	0.09	0.12	0.05	0.09	0.13	0.10	0.10	0.11	0.10	0.08	0.04	0.05	0.03	0.01	0.02	2.06
CV.%	20.78	15.86	6.47	10.31	14.39	10.25	9.74	9.92	8.84	6.77	3.14	3.95	2.14	0.88	1.51	1.44

หมายเหตุ [1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสดมภ์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

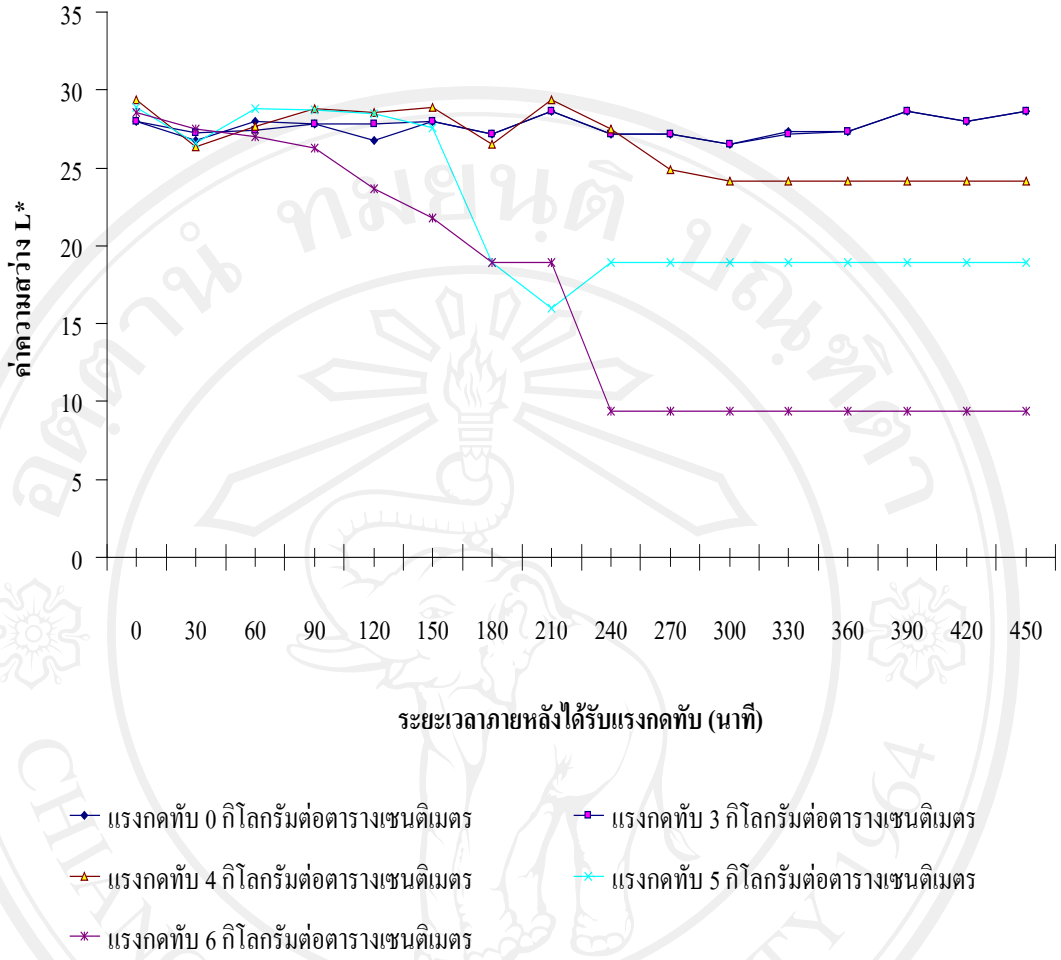
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลมังคุด

ค่าความสว่าง L*

จากการทดลองให้ผลมังคุดรับแรงกดทับที่ต่างกันเพื่อศึกษาหาระยะเวลาในการแข็งตัวของเปลือกผลมังคุดโดยศึกษาทุก 30 นาทีภายหลังจากผลมังคุดได้รับแรงกดทับที่ขนาด 3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรพบว่าความสว่างของสีเปลือกใกล้เคียงกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รับแรงกดทับ (ภาพที่ 12) โดยมีความสว่างของสีเปลือกผลเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา ค่า L* ของเปลือกผลชุดควบคุมและกรรมวิธีที่ได้รับแรงกดทับ 3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีค่าเป็น 25.53 – 28.63 ส่วนเปลือกผลที่ได้รับแรงกดทับ 4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเปลือกผลเริ่มมีค่าความสว่างน้อยกว่าในชุดควบคุมเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 360 นาที (ตารางที่ 11) และเมื่อเพิ่มแรงกดทับที่เปลือกผลมังคุดมากขึ้นค่าความสว่างของสีเปลือกผลก็จะลดลงในระยะเวลาที่เร็วขึ้น คือเปลือกผลมีสีคล้ำขึ้นอย่างรวดเร็วโดยที่เปลือกได้รับแรงกดทับ 5 และ6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีค่า L* ลดลงจนแตกต่างจากชุดควบคุม ภายหลังจากเก็บรักษาผลที่ได้รับแรงกดทับไว้นาน 180 นาทีและ 60 นาทีตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 12 ค่าความสว่างของ L* ของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับได้รับแรงกดทับที่ต่างๆ กัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 11 ค่าความสว่างของ L* ของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับได้รับแรงกดทับที่ต่างๆ กัน

แรงกดทับ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	ค่าความสว่าง L* ของเปลือกผลบริเวณที่ถูกกดทับ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ระยะเวลาหลังได้รับแรงกดทับ (นาที)															
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450
ไม่ได้รับแรงกดทับ	28.00a	26.73a	28.00ab	27.83a	26.73ab	28.00a	27.20a	28.63a	27.17a	27.20a	26.53a	27.37a	27.37a	28.67a	28.00a	28.63a
3	28.00a	27.24a	27.45ab	27.83a	27.86ab	28.00a	27.20a	28.63a	27.17a	27.20a	26.53a	27.17a	27.32a	28.67a	28.00a	28.63a
4	29.37a	26.33a	27.63ab	28.82a	28.53a	28.88a	26.55a	29.35a	27.46a	24.91a	24.16a	24.16a	24.16b	24.16b	24.16b	24.16b
5	28.91a	26.61a	28.81a	28.72a	28.49a	27.59a	18.89b	15.97b	18.89b	18.89b	18.89b	18.89b	18.89c	18.89c	18.89c	18.89c
6	28.57a	27.48a	26.98b	26.29a	23.68b	21.78b	18.89b	18.89b	9.37c	9.37c	9.37c	9.37c	9.37b	9.37d	9.37d	9.37d
$LSD_{0.05}$	2.66	3.60	1.72	3.13	3.82	1.84	3.95	3.69	3.81	3.98	3.17	4.72	2.73	3.00	3.02	3.03
CV.%	5.12	7.39	3.40	6.17	7.83	3.76	9.15	8.34	9.52	10.16	8.27	12.10	6.99	7.52	7.65	7.60

หมายเหตุ abcd ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

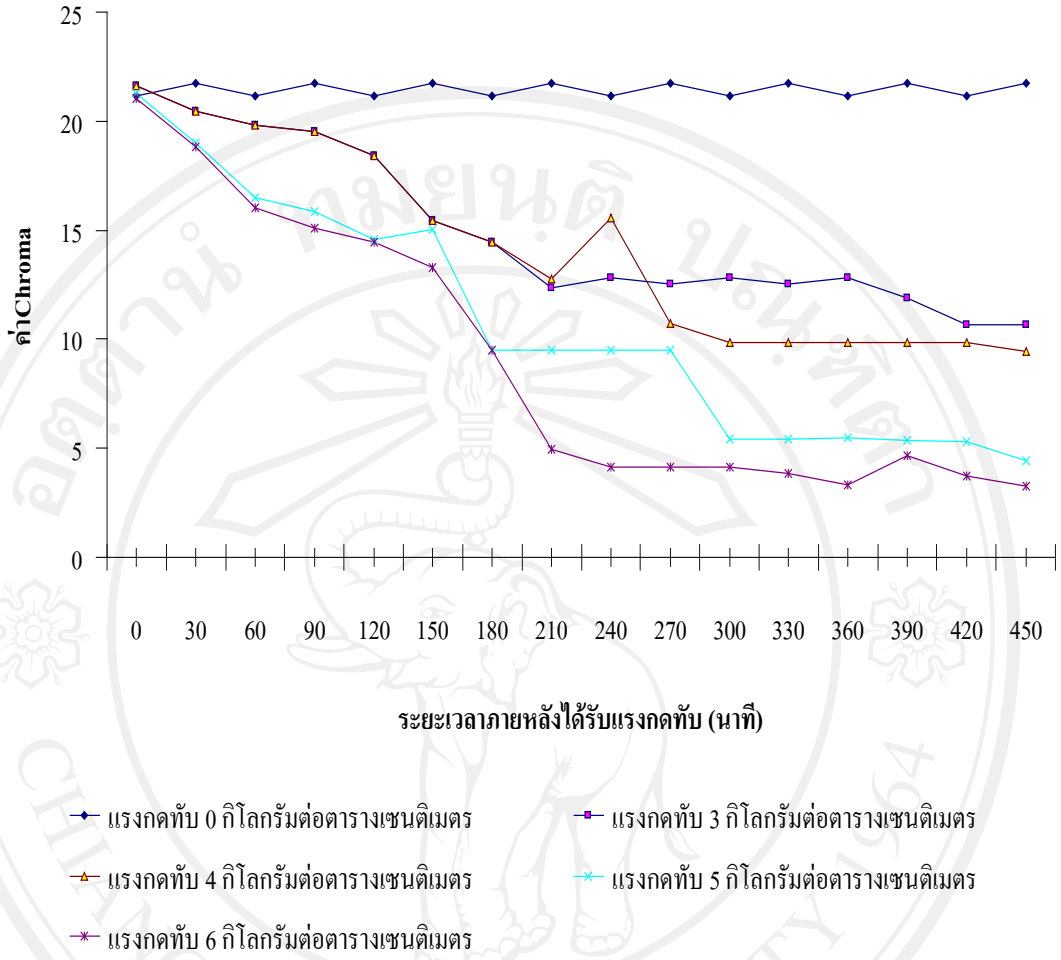
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า Chroma

จากการทดลองให้ผลมังคุดรับแรงกดทับที่ต่างกันเพื่อศึกษาหาระยะเวลาในการแข็งตัวของเปลือกผลมังคุดโดยศึกษาทุก 30 นาที ผลมังคุดที่นำมาใช้ในการศึกษามีสีม่วงแดง (ระยะที่ 4) ภายหลังจากได้รับแรงกดทับเปลือกผลบริเวณพื้นที่ได้รับแรงกดทับมีสีม่วงแดงคงเดิมแต่เมื่อทำการเก็บรักษาผลที่ได้รับแรงกดทับไว้ ณ อุณหภูมิห้อง พื้นที่ที่ได้รับแรงกดทับสีเปลือกบริเวณนั้นเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในลักษณะที่มีสีแดงอมม่วงและมีสีคล้ำมากว่าบริเวณที่ไม่ได้ถูกกดทับ โดยเริ่มสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงด้วยตาเปล่าในผลที่ได้รับแรงกดทับทุกขนาดของแรงเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 30 นาที โดยพวกที่ได้รับแรงกดทับมากจะมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า (ภาพที่ 13) สำหรับค่า Chroma ในผลที่ได้รับแรงกดทับ 5 และ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว จนแตกต่างจากชุดควบคุม หลังจากที่ได้รับแรงกดทับที่ 30 นาทีและพวกที่ได้รับแรงกดทับ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่า Chroma จะลดลงจนมีค่าเกือบคงที่ (13.28 – 4.94) (ตารางที่ 12) เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 210 นาทีภายหลังได้รับแรงกดทับซึ่งผลที่ได้รับรับแรงกดทับ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เกิดอาการเปลือกแข็งสังเกตได้ที่เวลา 180 นาที ภายหลังได้รับแรงกดทับส่วนที่ได้รับแรงกดทับ 5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่า Chroma ค่อนข้างคงที่ (4.40 – 5.44) ซึ่งผลที่ได้รับแรงกดทับ5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เกิดอาการเปลือกแข็งสังเกตได้ที่เวลา 240 นาที ภายหลังได้รับแรงกดทับ

สำหรับผลที่ได้รับแรงกดทับ 3 และ 4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่า Chroma ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นและเริ่มมีค่าน้อยกว่าผลที่ไม่ได้รับแรงกดทับเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 60 นาทีโดยค่า Chroma ของผลของผลทั้งสองกรรมวิธีที่มีค่าเข้าใกล้เคียงกันจนกระทั่งหลังจากการเก็บรักษาไว้นาน 240 นาทีมีค่า Chroma ของผลที่ได้รับแรงกดทับ 4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรจึงมีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 13 ค่า Chroma ของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับได้รับแรงกดทับที่ต่างๆ กัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 12 ค่า Chroma ของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับได้รับแรงกดทับที่ต่างๆ กัน

แรงกดทับ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	ค่าสี **Chroma** ของเปลือกผลบริเวณที่ถูกกดทับ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ระยะเวลาหลังได้รับแรงกดทับ (นาที)															
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450
ไม่ได้รับแรงกดทับ	21.17a	21.73a	21.17a	21.73a	21.17a	21.73a	21.17a	21.73a	21.17a	21.73a	21.17a	21.73a	21.17a	21.73a	21.17a	21.73a
3	21.60a	20.48ab	19.79b	19.52b	18.39b	15.45b	14.46b	12.36b	12.83c	12.54b	12.83b	12.54b	12.83b	11.91b	10.69b	10.64b
4	21.60a	20.48ab	19.79b	19.52b	18.39b	15.45b	14.46b	12.79b	15.58b	10.75bc	9.85c	9.85c	9.85c	9.85b	9.85b	9.43b
5	21.26a	18.97b	16.48c	15.85c	14.57c	15.01b	9.49c	9.49c	9.49d	9.49c	5.44d	5.44c	5.47d	5.34c	5.28c	4.40c
6	21.02a	18.80b	16.05c	15.11c	14.46c	13.28b	9.49c	4.94d	4.11e	4.11d	4.16d	3.85d	3.31e	4.64c	3.75c	3.28c
$LSD_{0.05}$	2.14	1.73	1.21	1.33	2.12	2.44	3.19	2.13	2.16	2.31	2.04	2.69	2.04	2.40c	1.87	2.06
CV.%	5.51	4.72	3.57	4	6.61	8.29	12.7	9.54	10.02	10.83	10.51	13.85	10.66	12.11	9.98	11.44

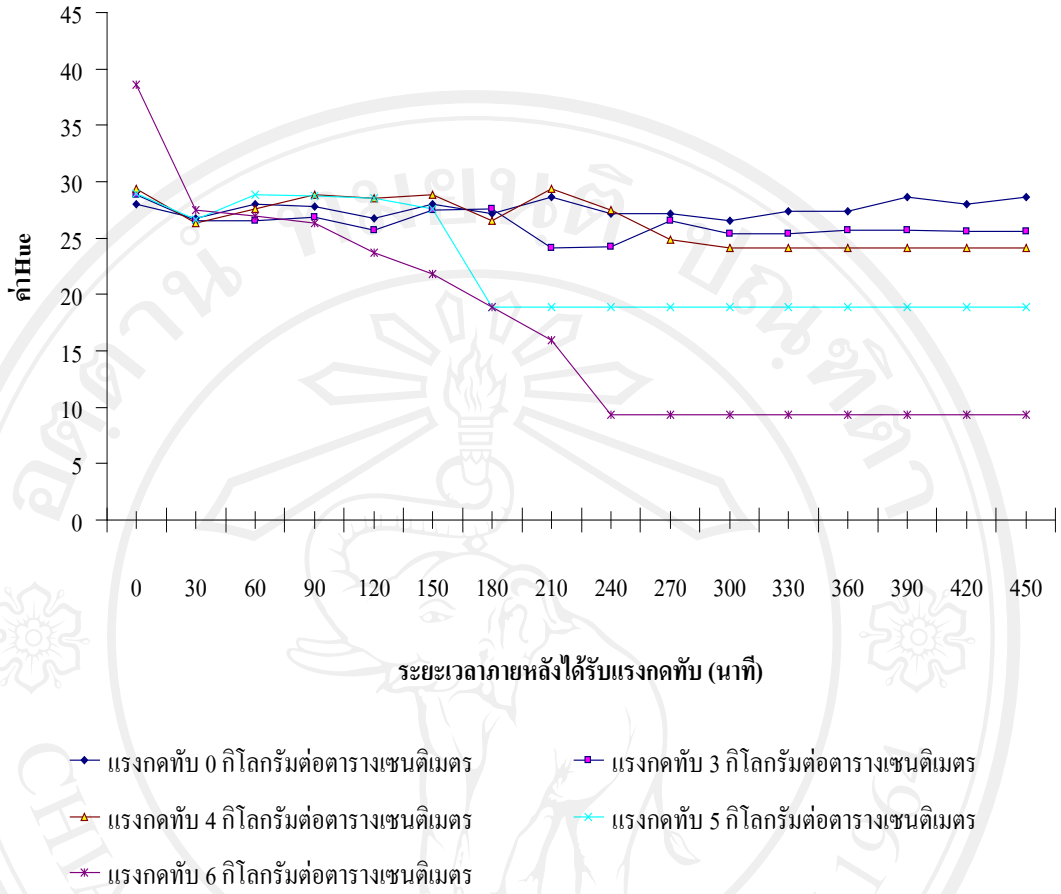
หมายเหตุ abcde ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าอุณหภูมิของสี h°

จากการทดลองให้ผลมังคุดรับแรงกดทับที่ต่างกันเพื่อศึกษาหาระยะเวลาในการแข็งตัวของเปลือกผลมังคุดโดยศึกษาทุก 30 นาที ผลมังคุดที่ไม่ได้รับแรงกดทับเปลือกมีสีม่วงแดง ส่วนผลมังคุดที่ได้รับแรงกดทับที่ขนาด 3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรพบว่าเปลือกผลมีสีใกล้เคียงกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รับแรงกดทับ (ภาพที่ 15) ส่วนเปลือกผลบริเวณที่ได้รับแรงกดทับ 4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเปลือกผลเริ่มมีสีคล้ำมากกว่าบริเวณที่ไม่ได้รับแรงกดทับ และสภาพสีของเปลือกผลโดยรวมทั้งผลก็มีสีม่วงแดงเข้มกว่าผลในชุดควบคุมเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 360 นาที โดยมีค่า h° ลดลงเหลือ 24.16 (ตารางที่ 13) และเมื่อเพิ่มแรงกดทับที่เปลือกผลมังคุดมากขึ้นเปลือกผลมีสีคล้ำขึ้นอย่างรวดเร็วจนแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญโดยที่เปลือกได้รับแรงกด 5 และ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีค่า h° ลดลงเหลือ 18.89 และ 26.98 ภายหลังจากเก็บรักษาผลที่ได้รับแรงกดทับไว้นาน 180 นาทีและ 60 นาทีตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 14 ค่าอุณหภูมิสีของ h° ของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับได้รับแรงกดทับที่ต่างๆ กัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 13 ค่าอุณหภูมิสีของ h° ของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับได้รับแรงกดทับที่ต่างๆ กัน

แรงกดทับ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	ค่าอุณหภูมิของสี h° ของเปลือกผลบริเวณที่ถูกกดทับ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ระยะเวลาหลังได้รับแรงกดทับ (นาที)															
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450
ไม่ได้รับแรงกดทับ	28.00a	26.73a	28.00ab	27.83a	26.73ab	28.00a	27.20a	28.63a	27.17a	27.20a	26.53a	27.37a	27.37a	28.67a	28.00a	28.63a
3	28.84a	26.53a	26.52b	26.83a	25.73ab	27.53a	27.63a	24.14b	24.20a	26.53a	25.37a	25.37a	25.67ab	25.67ab	25.64ab	25.63ab
4	29.37a	26.33a	27.63ab	28.82a	28.53a	28.88a	26.55a	29.35a	27.46a	24.91a	24.16a	24.16a	24.16b	24.16b	24.16b	24.16b
5	28.91a	26.61a	28.81a	28.72a	28.49a	27.59a	18.89b	18.89c	18.89b	18.89b	18.89b	18.89b	18.89c	18.89c	18.89c	18.89c
6	38.57a	27.48a	26.98b	26.29a	23.68b	21.78b	18.89b	15.97c	9.36c	9.37c	9.37c	9.37c	9.37d	9.37d	9.37d	9.37d
$LSD_{0.05}$	2.66	3.60	1.72	3.13	3.82	1.84	3.95	3.69	3.81	3.98	3.17	4.72	2.73	3.00	3.02	3.03
CV.%	5.12	7.39	3.40	6.17	7.83	3.76	9.15	8.34	9.52	10.16	8.27	12.1	6.99	7.52	7.65	7.6

หมายเหตุ abcde ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะทางกายวิภาคของเนื้อเยื่อเปลือกมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับ

จากการสังเกต การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ เปลือกมังคุด ภายใต้กล้อง จุลทรรศ์สองตา (stereo-microscope) หลังจากเปลือกผลมังคุดได้รับแรงกดทับที่ 3, 4, 5 และ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ทุก 30 นาที พบว่าภายหลังจากเปลือกผลมังคุดได้รับแรงกดทับ ท่อน้ำยางในบริเวณ ที่ได้รับแรงกดทับทุกขนาดของแรง เกิดการแตกและ มีน้ำยางสีเหลือง ไหลเปื้อนเนื้อเยื่อใน บริเวณ ที่ได้รับแรงกดทับ (ภาพที่ 15) สำหรับเนื้อเยื่อเปลือกผลในชุดควบคุมพบท่อน้ำยางภายในเปลือกผลแทรกอยู่ทั่วไปในบริเวณทุกชั้นของเนื้อเยื่อเปลือกผล ยกเว้นเนื้อเยื่อเปลือกชั้นนอก (exodermis) ซึ่งเนื้อเยื่อชั้นนี้มีลักษณะเป็นเปลือกแข็ง เนื้อเยื่อเปลือกของ ผลมังคุดที่เริ่มมีอาการเปลือกแข็ง มีสีเข้มกว่าเนื้อเยื่อปกติและมีน้ำยางสีเหลืองมาเกาะอยู่ที่บริเวณผนังเซลล์ ต่อมาเนื้อเยื่อบริเวณนี้เริ่มมีสีดำมากขึ้น ผนังเซลล์เริ่มฉีกออกและมีลักษณะหนาขึ้น จนกระทั่งเนื้อเยื่อบริเวณนี้เปลี่ยนเป็นสีดำและแข็งซึ่งเป็นลักษณะอาการของการเกิดเปลือกแข็งของผลมังคุด โดยแรงกดที่มีขนาด 3, 4, 5, และ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อาการเปลือกแข็งเกิดในระยะเวลา 390, 300, 240, และ 180 ชั่วโมง ตามลำดับ จากการ สังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศ์สองตายัง พบว่าเมื่อเพิ่มแรงกดมากขึ้นจะทำให้เกิดอาการเปลือกแข็งเร็วขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แรงกดทับที่ 3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับที่ต่างๆ กัน กำลังขยาย 100 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แรงกดทับที่ 4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ภาพที่ 15 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับที่ต่างๆ กัน กำลังขยาย 100 เท่า

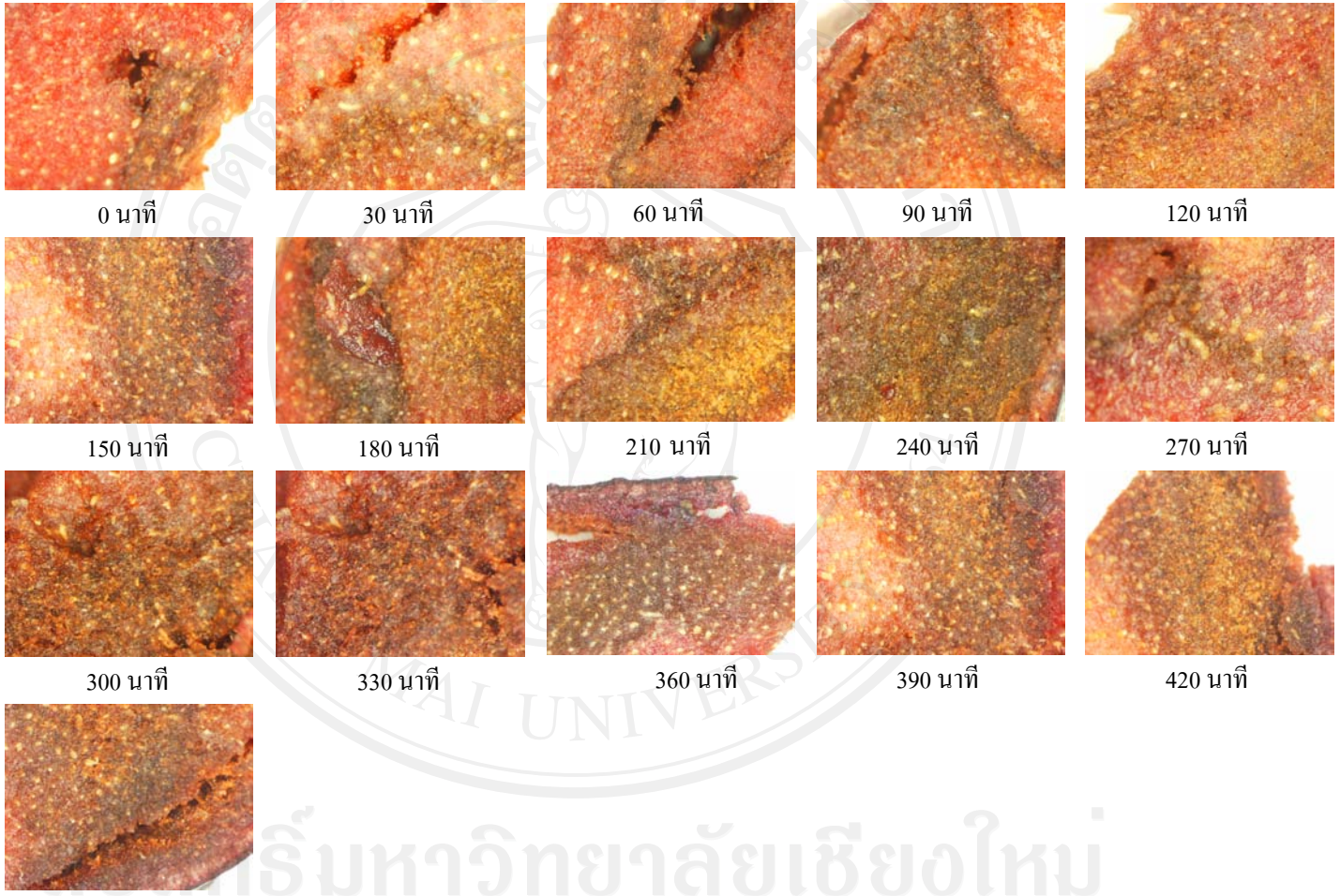
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แรงกดทับที่ 5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ภาพที่ 15 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับที่ต่างๆ กัน กำลังขยาย 100 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร



ภาพที่ 15 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับที่ต่างๆ กัน กำลังขยาย 100 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชุดควบคุม

ภาพที่ 15 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับที่ต่างๆ กัน กำลังขยาย 100 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

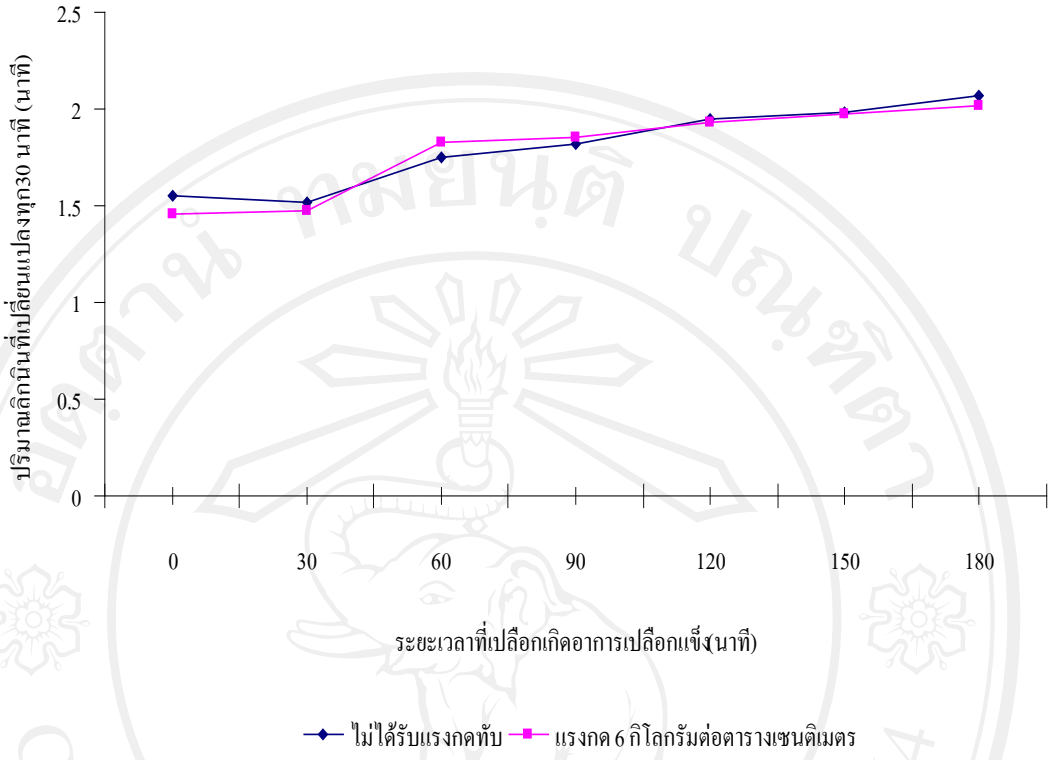
การทดลองที่ 3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคและเคมีบางประการของเปลือกมังคุดที่ ได้รับแรงกดทับขนาด 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

จากการทดลองที่ 2 ให้ผลมังคุดรับแรงกดทับที่ต่างกันและระยะเวลาที่ต่างกันเพื่อศึกษาหาระยะเวลาในการแข็งตัวของเปลือกผลมังคุดโดยศึกษาทุก 30 นาที พบว่าแรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่เวลา 180 นาที มังคุดมีอาการเกิดเปลือกแข็งได้รวดเร็วมากที่สุด จึงเลือกแรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มาทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคและทางชีวเคมีบางประการของเปลือกผลมังคุดขณะเกิดอาการเปลือกแข็ง โดยเปลือกผลบริเวณที่ได้รับแรงกดทับขนาด 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเกิดอาการเปลือกแข็งภายหลังได้รับแรงกดทับแล้ว 180 นาที

ปริมาณลิกนิน

พบว่าปริมาณลิกนิน ภายในเปลือกมังคุดที่ได้รับแรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและที่ไม่ได้รับแรงกดทับ (ชุดควบคุม) มีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง นาน 180 นาที (ภาพที่ 19) โดยปริมาณลิกนินของเปลือกมังคุดในพื้นที่ ที่ได้รับแรงกดทับไม่แตกต่างจากปริมาณลิกนินของเปลือกในชุดควบคุม คือ มีปริมาณลิกนินเริ่มต้น ที่ 1.46 และ 1.55 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 14) และปริมาณลิกนินเพิ่มขึ้นเป็น 2.02 และ 2.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 16 ปริมาณลิกนินของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 14 ปริมาณลิกนินในเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับที่ 6 กิโลกรัม

แรงกดทับ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	ปริมาณลิกนินในเปลือกผลมังคุด (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง)						
	ระยะเวลาภายหลังได้รับแรงกดทับ (นาที)						
	0	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**
ชุดควบคุม	1.55	1.52	1.75	1.82	1.95	1.98	2.07
แรงกด 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	1.46	1.47	1.83	1.85	1.93	1.97	2.02
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตรวจสอบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

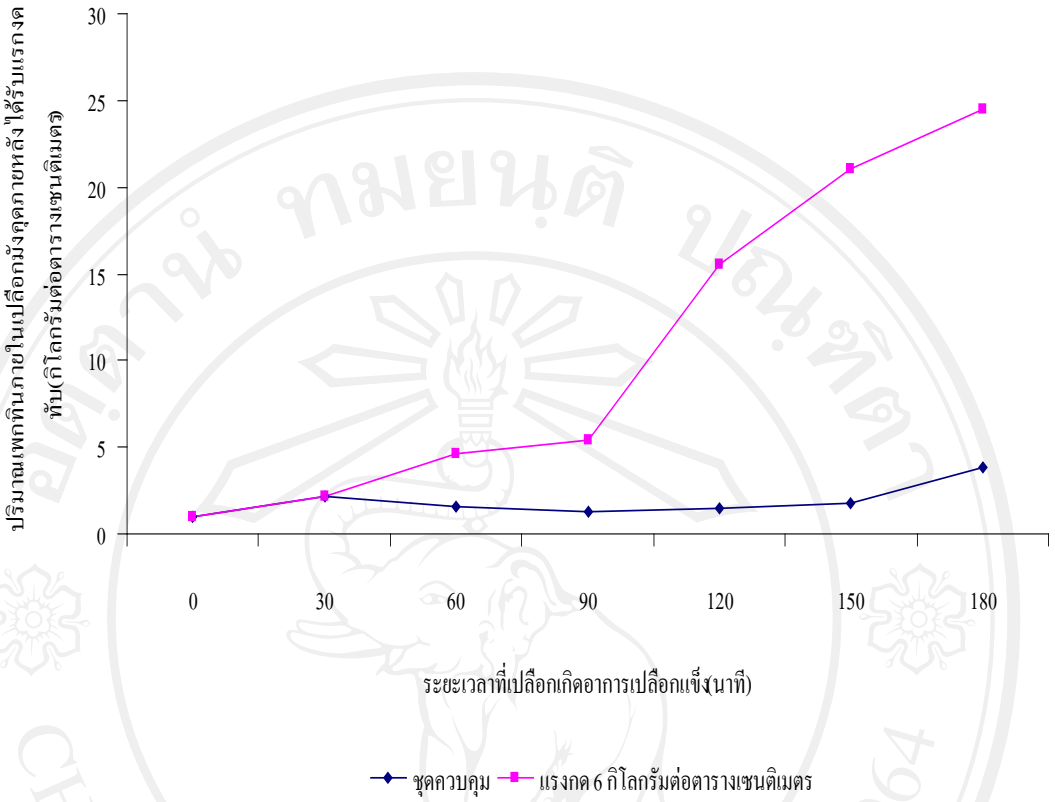
* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณเพกทิน

พบว่าปริมาณเพกทิน ภายในพื้นที่เปลือกมังคุด ที่ได้รับแรงกดทับมีมากกว่าเปลือกมังคุดที่ไม่ได้รับแรงกดทับ (ชุดควบคุม)(ภาพที่ 20) ปริมาณเพกทินของเปลือกผลทันทีภายหลังได้รับแรงกดทับมี 1.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 15) มีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 5.39 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ภายหลังจากได้รับแรงกดทับแล้ว 90 นาที จากนั้นปริมาณเพกทินเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็น 24.46 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ภายหลังได้รับแรงกดทับแล้ว 180 นาที ส่วนปริมาณเพกทินภายในเปลือกมังคุดที่ไม่ได้รับแรงกดทับมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา โดยปริมาณเพกทินเพิ่มขึ้นจาก 1.02 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อเริ่มเก็บรักษา เป็น 3.82 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 180 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 17 ปริมาณเพกทินของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับที่ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 15 ปริมาณเพกทินในเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับที่ 6 กิโลกรัม

แรงกดทับ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	ปริมาณเพกทินในเปลือกผลมังคุด (มิลลิกรัมต่อ100กรัม)						
	ระยะเวลาภายหลังได้รับแรงกดทับ (นาที)						
	0	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**
ชุดควบคุม	1.02	2.13	1.54 a	1.32 a	1.47 a	1.76 a	3.82 a
แรงกด 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	1.02	2.13	4.58 b	5.39 b	15.56 b	21.03 b	24.46 b
t-test	ns	ns	*	*	*	*	*

หมายเหตุ ab อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติตรวจสอบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

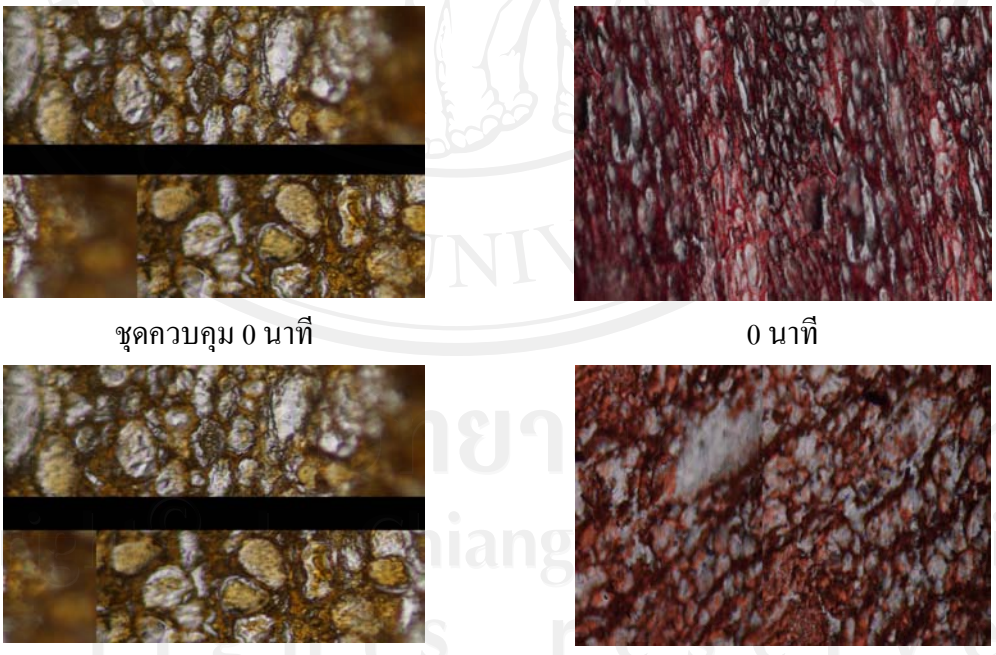
* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อ

การเปลี่ยนแปลงของเปลือกผลมังคุดหลังได้รับแรงกดทับแล้วทันทีจากนั้นจึงเก็บตัวอย่างทุก 30 นาทีแล้วทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ ภายใต้กล้องจุลทัศน์ (light microscope) พบว่าสีย้อม hematoxylin ไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ย้อมเนื้อเยื่อของเปลือกมังคุดเนื่องจากเนื้อเยื่อของเปลือกมังคุดติดสีย้อม hematoxylin ได้ไม่ดี จึงใช้ตัวอย่างเนื้อเยื่อที่ไม่ผ่านการย้อมสีมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าเนื้อเยื่อเปลือกมังคุดที่ไม่ได้รับแรงกดทับมีสีเหลือง ส่วนเนื้อเยื่อที่มีสีม่วงแดง

ลักษณะของเนื้อเยื่อเปลือกที่ไม่ได้รับแรงกดทับจะเห็นเซลล์ท่อน้ำยางซึ่งมียางสีเหลืองอยู่ภายในท่อแทรกอยู่กระจัดกระจายทั่วไปในบริเวณเนื้อเยื่อ ภายหลังเก็บรักษาไว้นาน 120 นาทีเริ่มสังเกตเห็นน้ำยางมีการไหลเปรอะเปื้อนเซลล์บางเซลล์เกิดการแตกของท่อน้ำยางและเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นสีของเนื้อเยื่อก็มีสีม่วงแดงมากขึ้น ส่วนเนื้อเยื่อเปลือกผลมังคุดที่ได้รับแรงกดทับ พบว่าเซลล์มีลักษณะแบนมีการฉีกขาดของเซลล์ ไม่สามารถสังเกตเห็นเซลล์ท่อน้ำยางได้อย่างชัดเจนเหมือนในเนื้อเยื่อเปลือกที่ไม่ได้รับแรงกดทับ เซลล์มีการฉีกขาดมากขึ้นและมีสีดำจากการแข็งตัวของน้ำยางที่เปรอะเปื้อนเซลล์และเมื่อเก็บรักษาเปลือกผลที่ได้รับแรงกดทับไว้นาน 120 นาทีก็สามารถบ่งบอกได้ว่าเป็นเนื้อเยื่อที่เกิดอาการเปลือกแข็งแล้ว

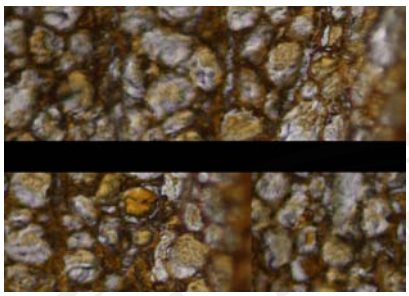


ชุดควบคุม 0 นาที 0 นาที

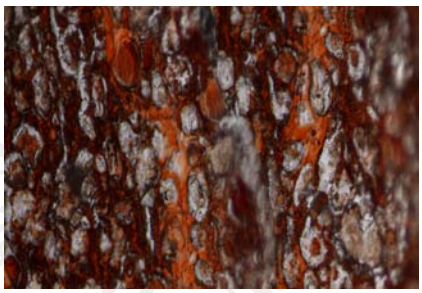
ชุดควบคุม 30 นาที 30 นาที

ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

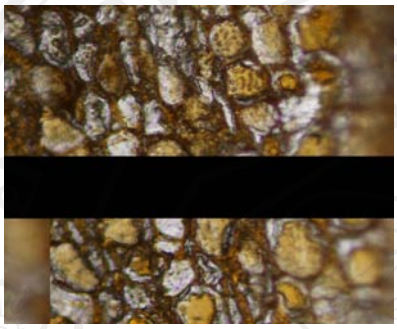
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



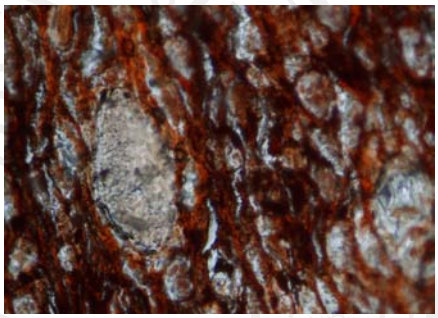
ชุดควบคุม 60 นาที



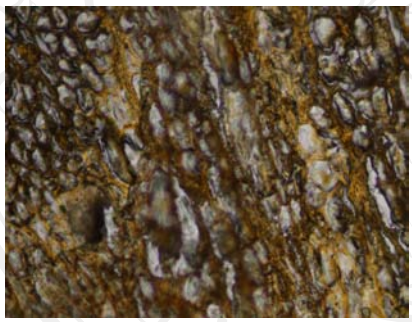
60 นาที



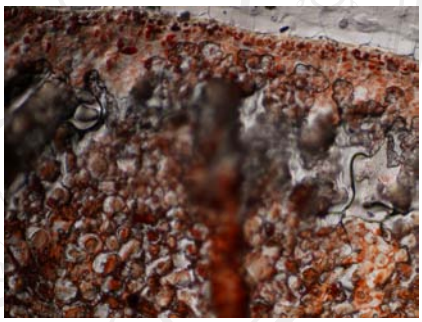
ชุดควบคุม 90 นาที



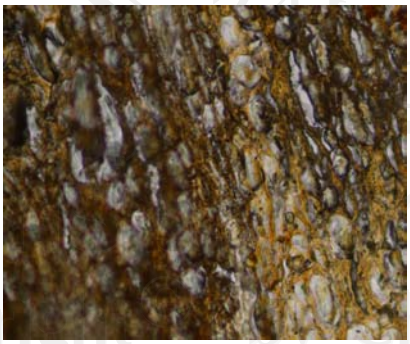
90 นาที



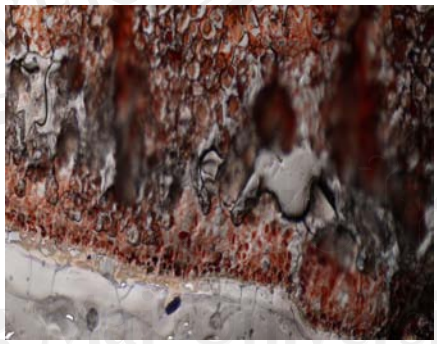
ชุดควบคุม 120 นาที



120 นาที



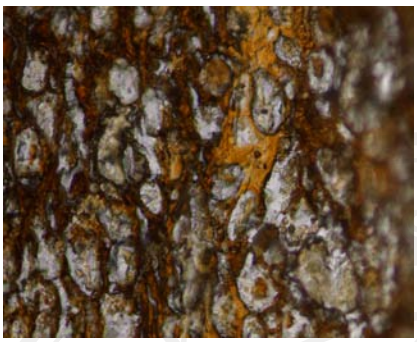
ชุดควบคุม 150 นาที



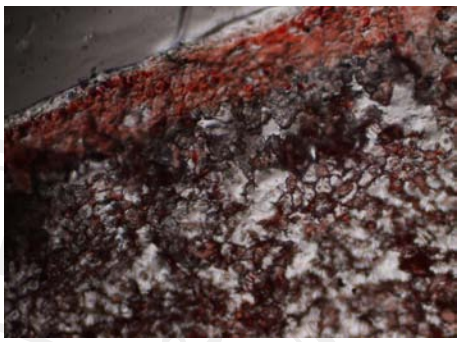
150 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 18 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร



ชุดควบคุม 180 นาที



180 นาที

ภาพที่ 18 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของเปลือกผลมังคุดภายหลังได้รับแรงกดทับ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved