

ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อการเข้าทำลายของ เชื้อราในผลสตอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

Effect of Chitosan Coating on Fungal Infection in Strawberry Fruit cv. No. 72

พิมพ์ใจ สีหะนาม^{1/} ดนัย บุญยเกียรติ^{1/} และ กอบเกียรติ แสงนิล^{2/}
Pimjai Seehanam^{1/}, Danai Boonyakiat^{1/} and Kobkiat Saengnil^{2/}

Abstract: Effect of chitosan coating and low temperature on fungal infection and chitinase activity of strawberry fruit cv. No. 72 was studied. The results showed that strawberry fruit inoculated with 3×10^5 spores/millilitre of *Rhizopus* sp. and coated with 1.5% chitosan, then stored at 0°C had lower fungal infection and higher chitinase activity than fruits inoculated with 3×10^5 spores/millilitre of *Rhizopus* sp. and did not coat with chitosan.

Keywords: Strawberry, chitosan, coating, chitinase enzyme

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซานและอุณหภูมิต่ำต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา และกิจกรรมของเอนไซม์ไคตินเนสในผลสตอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ผลสตอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีการเข้าทำลายของเชื้อราน้อยกว่าและมีกิจกรรมของเอนไซม์ไคตินเนสสูงกว่าผลสตอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน

คำสำคัญ: สตอเบอรี่ ไคโตซาน การเคลือบผิว เอนไซม์ไคตินเนส

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{2/} ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

^{2/} Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสตรอเบอรี่มีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ เพราะสตรอเบอรี่เป็นผลไม้ที่เน่าเสียได้ง่าย เนื่องจากมีลักษณะผลนุ่ม ผิวบาง ง่ายต่อการชอกช้ำเสียหาย รวมทั้งยังมีอัตราการหายใจสูง จึงทำให้ผลงอมอย่างรวดเร็ว และมักเกิดความเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อรา *Botrytis cinerea* ที่ทำให้เกิดโรคเน่าราสีเทา เชื้อรา *Colletotrichum* sp. ที่ทำให้เกิดโรคเน่าดำ และที่สำคัญคือ เชื้อรา *Rhizopus* sp. ที่ทำให้เกิดโรคผลเน่าละ การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้อง รวมทั้งการเคลือบผิวผลิตผลด้วยสารที่บริโภคได้ร่วมกับการควบคุมอุณหภูมิในการเก็บรักษา สามารถลดความสูญเสีย ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลให้นานขึ้น และยังช่วยควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลบางชนิดได้ (दनัย และนิธิยา, 2548) มีรายงานผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการเคลือบผิวผลิตผลทางพืชสวนด้วยไคโตซานสามารถยืดอายุการเก็บรักษาและควบคุมการเน่าเสียที่มีสาเหตุมาจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ส้มลูกพีช แอปเปิล สาลี่ กีวี มะเขือเทศ กล้วย มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย และสตรอเบอรี่ เป็นต้น (ชลิต, 2540; วิเชียร, 2541; El-Ghaouth et al., 1992; Shahidi et al., 1999; Zhang and Quantick, 1998)

ปัญหาที่สำคัญของผลสตรอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยว คือ มักจะมีเชื้อราสาเหตุของโรคหลังเก็บเกี่ยวเข้าทำลาย ทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้นและเน่าเสียได้ง่าย การเคลือบผิวด้วยไคโตซานน่าจะมีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ เพราะอาจควบคุมการเน่าเสียที่มีสาเหตุมาจากการเข้าทำลายของเชื้อราในผลสตรอเบอรี่ได้ ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของสารเคลือบผิวไคโตซานต่อการเข้าทำลายของเชื้อราซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มาตรฐานชั้น 3 จากแหล่งปลูกศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ (บ่อแก้ว) อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ มาคัดให้มีความแก่ที่ระยะสีผิวแดง 70–80 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นนำผลสตรอเบอรี่มาปลูกเชื้อโดยจุ่มลงในน้ำกลั่นที่มีสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วผึ่งให้ผลแห้ง จากนั้นนำไปจุ่มในสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ นำไปผึ่งให้ผลแห้งแล้วบรรจุผลสตรอเบอรี่ลงถาดพลาสติก 20 ผลต่อหนึ่งถาด กำหนดให้หนึ่งถาดคือหนึ่งซ้ำ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับผลสตรอเบอรี่ที่จุ่มลงในน้ำกลั่นที่มีสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิวบันทึกผลเกี่ยวกับความเสียหายของผลสตรอเบอรี่อื่นเนื่องมาจากเชื้อรา และวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ไคตินเนส โดยวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีการของ Nelson (1944) และ Pan et al. (1989) โดยบันทึกผลทุก ๆ 2 วัน จนหมดอายุการเก็บรักษา

ผลการทดลอง

ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน พบว่า มีการเข้าทำลายของเชื้อราไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว คือ ไม่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา ในทั้งสองกรรมวิธี ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่า ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้ว

เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ยังคงไม่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา ในขณะที่ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว มีการเข้าทำลายของเชื้อราเท่ากับ 9.00 ± 4.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเก็บรักษานาน 12 วัน พบว่า ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีการเข้าทำลายของเชื้อราเท่ากับ 4.00 ± 4.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว ที่มีการเข้าทำลายของเชื้อราเท่ากับ 33.00 ± 4.47 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ผลสตรอเบอรี่มีการเข้าทำลายของเชื้อราเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยที่ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว เริ่มมีการเข้าทำลายของเชื้อราในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ เริ่มมีการเข้าทำลายของเชื้อราในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 1, 2)

ผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้ว

เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน พบว่า มีกิจกรรมของเอนไซม์ไคตินเนสสูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว คือมีค่าเท่ากับ 1.75 ± 0.11 และ 0.48 ± 0.10 ไมโครกรัมกลูโคซามีน/มิลลิกรัมโปรตีนตามลำดับ สำหรับกรณีเดียวกันแต่เก็บรักษานาน 8 วัน มีกิจกรรมของเอนไซม์ไคตินเนสเท่ากับ 1.75 ± 0.08 และ 0.44 ± 0.06 ไมโครกรัมกลูโคซามีน/มิลลิกรัมโปรตีนตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเก็บรักษานาน 12 วัน พบว่า กิจกรรมของเอนไซม์ไคตินเนสในผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ยังคงสูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว คือมีค่าเท่ากับ 1.57 ± 0.11 และ 0.44 ± 0.04 ไมโครกรัมกลูโคซามีน/มิลลิกรัมโปรตีนตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา กิจกรรมของเอนไซม์ไคตินเนสในผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว (ภาพที่ 3)

Table 1 Percentage of decay of strawberry fruit cv. No. 72 inoculated with 3×10^5 spores/millilitre of *Rhizopus* sp. and coated with 1.5% chitosan and non-coated fruit stored at 0°C.

Treatment	Storage time (days)		
	4	8	12
Chitosan 1.5%	0.00±0.00	0.00±0.00 ^b	4.00±4.18 ^b
Non-coated	0.00±0.00	9.00±4.18 ^a	33.00±4.47 ^a
2-Tail Sig	-	0.009	0.00

Means with different letters in the column differ significantly ($P < 0.05$)

2-Tail Sig <0.05 means significant at 95% confidence level

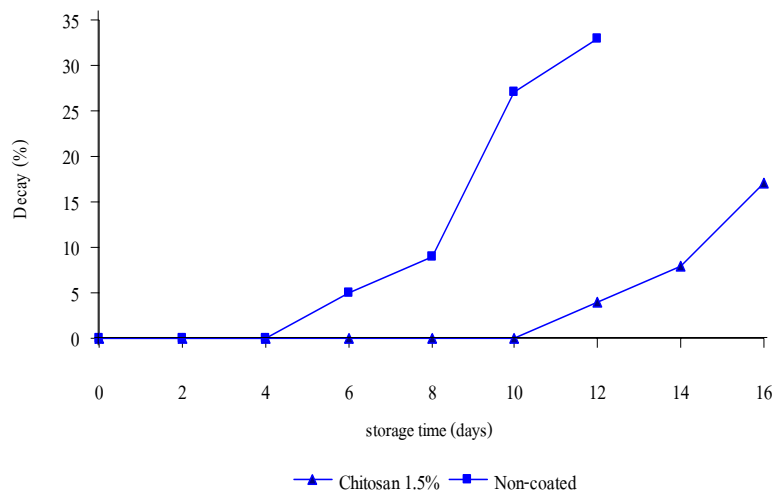


Figure 1 Decay of strawberry fruit cv. No. 72 inoculated with 3×10^5 spores/millilitre of *Rhizopus* sp. and coated with 1.5% chitosan and non-coated fruit stored at 0°C .



Figure 2 Appearance of strawberry fruit cv. No. 72 inoculated with 3×10^5 spores/millilitre of *Rhizopus* sp. and coated with 1.5% chitosan and non-coated fruit stored at 0°C for 10 days.

Table 2 Chitinase activity (μg glucosamine/mg protein) in strawberry fruit cv. No. 72 inoculated with 3×10^5 spores/millilitre of *Rhizopus* sp. and coated with 1.5% chitosan and non-coated fruit stored at 0°C .

Treatment	Storage time (days)		
	4	8	12
Chitosan 1.5%	1.75 ± 0.11^a	1.75 ± 0.08^a	1.57 ± 0.11^a
Non-coated	0.48 ± 0.10^b	0.44 ± 0.06^b	0.44 ± 0.04^b
2-Tail Sig	0.00	0.00	0.00

Means with different letters in the column differ significantly ($P < 0.05$)

2-Tail Sig < 0.05 means significant at 95% confidence level

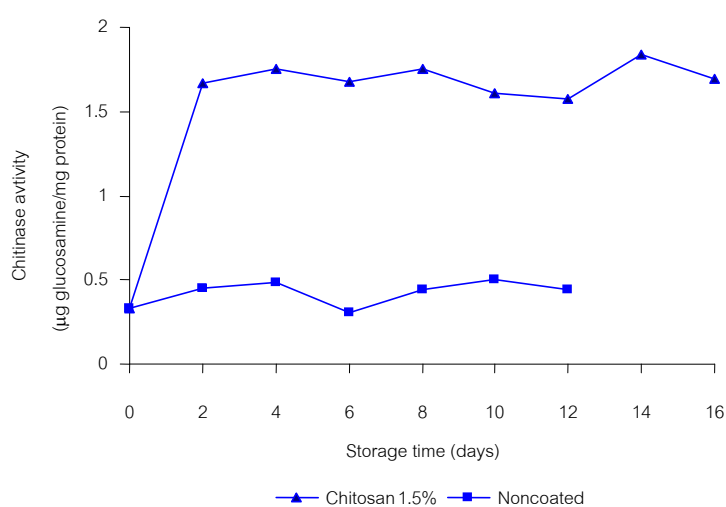


Figure 3 Chitinase activity in strawberry fruit cv. No. 72 inoculated with 3×10^5 spores/milliliter of *Rhizopus* sp. and coated with 1.5% chitosan and non-coated fruit stored at 0°C .

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง พบว่า ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ผลสตรอบเบอร์ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีการเข้าทำลายของเชื้อราต่ำกว่าผลสตรอบเบอร์ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไคโตซานมีคุณสมบัติในการลดอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยไคโตซานมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้โดยตรง และกระตุ้นกระบวนการต่าง ๆ ในเนื้อเยื่อพืชเพื่อให้เกิดภูมิต้านทานเชื้อรา และการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตผลไม้ได้นานขึ้น รวมทั้งยังมีผลยับยั้งหรือชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายของผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ (दनัย และนิริยา, 2548) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Romanazzi *et al.* (2003) ที่รายงานว่า การเคลือบผิวผลสตรอบเบอร์ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสภาพ hypobaric 0.50 บรรยากาศความดัน 4 ชั่วโมง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 ± 1 องศาเซลเซียส สามารถลดการเน่าเสียของผลสตรอบเบอร์อันเนื่องมาจากโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้ดีที่สุด เช่นเดียวกับ Jiang and Li (2001) ที่รายงานว่า การเคลือบผิวผลลำไยด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเน่าเสียของผลลำไยในระหว่างการเก็บรักษาได้

นอกจากนี้ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าการเคลือบผิวด้วยไคโตซาน มีคุณสมบัติในการชักนำให้ผลสตรอบเบอร์สร้างเอนไซม์ไคตินเนสเพิ่มสูงขึ้นกว่าผลสตรอบเบอร์ที่ไม่เคลือบผิว สอดคล้องกับ Ben-Shalom *et al.* (2003) ที่รายงานว่า การพ่นไคโตซานความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้แก่ต้นมะเขือเป็นเวลา 1, 4 และ 24 ชั่วโมง ก่อนที่จะปลูกเชื้อด้วย conidia ของเชื้อรา *Botrytis cinerea* สามารถลดการเกิดโรคในมะเขือลงได้ 65, 82 และ 87 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้ไคโตซานยังมีผลชักนำให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase ในมะเขือ

เพิ่มขึ้น 1.9 เท่า เช่นเดียวกับรายงานของ Romanazzi *et al.* (2001) ที่ศึกษาพบว่า ไคโตซานสามารถยับยั้งการเจริญของ เชื้อรา *Botrytis cinerea*, *Monilinia laxa* และ *Alternaria alternata* ในผลสตรอบเบอร์ที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ และไคโตซานยังมีผลชักนำให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase, chitosanase และ β -1,3-glucanase ในพริกหยวก มะเขือเทศ ส้ม ราสเบอร์รี่ และสตรอบเบอร์เพิ่มขึ้น (El-Ghaouth *et al.*, 1992; Zhang and Quantick, 1998) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในแครอท พบว่า ไคโตซานมีผลชักนำให้แครอทสังเคราะห์สาร 6-methoxymellein ซึ่งเป็นสารสำคัญในกลุ่ม phytoalexin เพิ่มขึ้นด้วย (Reddy *et al.*, 2000)

ดังนั้นเมื่อเคลือบผิวผลสตรอบเบอร์ด้วยไคโตซาน จึงช่วยการยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อราได้ โดยอาจจะเป็นคุณสมบัติของไคโตซานเองโดยตรง รวมถึงการที่ไคโตซานชักนำให้ผลสตรอบเบอร์มีกิจกรรมของเอนไซม์ไคตินเนสเพิ่มสูงขึ้น แล้วเอนไซม์ทำหน้าที่ย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ทำให้เชื้อราไม่สามารถเจริญหรือเจริญได้ช้าลงกว่าปกติ เมื่อใช้ร่วมกับการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง จึงช่วยยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อราและยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอบเบอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สรุปผลการทดลอง

1. ผลสตรอบเบอร์ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *Rhizopus* sp. น้อยกว่าผลสตรอบเบอร์ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว

2. ผลสตรอบเบอร์ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร และเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของเอนไซม์ไคตินเนสสูงกว่าผลสตรอบเบอร์ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ความเข้มข้น 3×10^5 สปอร์/มิลลิลิตร แล้วไม่เคลือบผิว

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง
และสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนโครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ชลิต เขาวงศ์ทอง. 2540. ผลของสารเคลือบผิวที่บริโภคได้
และอุณหภูมิต่อคุณภาพกล้วยไข่หลังการเก็บ
เกี่ยว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต.
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 118 หน้า.
- दनัย บุญยเกียรติ และนิธยา รัตนพานนท์. 2548. การ
ปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.
สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 หน้า.
- วิเชียร เลี่ยมนาค. 2541. ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโต
แซน ต่อการควบคุมโรคและคุณภาพหลังการ
เก็บเกี่ยวของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และ
เขียวเสวย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
119 หน้า.
- Ben-Shalom, N., R. Ardi, R. Pinto, C. Aki and E. Fallik.
2003. Controlling gray mould by *Botrytis*
cinerea in cucumber plants by means of
chitosan. Crop Protection 22: 285-290.
- El-Ghaouth, A., J. Arul, J. Grenier and A. Asselin.
1992. Antifungal activity of chitosan on two
postharvest pathogens of strawberry fruits.
Phytopathology 82(4): 398-402.
- Jiang, Y. and Y. Li. 2001. Effect of chitosan coating
on postharvest life and quality of longan
fruit. Food Chemistry 73: 139-143.

- Nelson, N. 1944. A photometric adaptation of the
Somogyi method for the determination of
glucose. Journal of Biological Chemistry
153: 375-380.
- Pan, S. Q., X. S. Ye and J. Kue. 1989. Direct
detection of β -1,3-glucanase isozymes on
polyacrylamide electrophoresis and
isoelectrofocusing gels. Annual Review of
Biochemistry 182: 136-140.
- Reddy, B. M. V., K. Belkacemi, R. Corcuff, F.
Castaigne and J. Arul. 2000. Effect of pre-
harvest chitosan sprays on postharvest
infection by *Botrytis cinerea* and quality of
strawberry fruits. Postharvest Biology and
Technology 20: 39-51.
- Romanazzi, G., F. Nigro and A. Ippolito. 2001.
Chitosan in the control of postharvest decay
of some Mediterranean fruits. pp. 141-146.
In: R. A. A. Muzzarelli, (ed.). Chitin
Enzymology. Atec, Italy.
- Romanazzi, G., F. Nigro and A. Ippolito. 2003. Short
hypobaric treatments potentiate the effect of
chitosan in reducing storage decay of
sweet cherries. Postharvest Biology and
Technology 29: 73-80.
- Shahidi, F., J. K. V. Arachchi and Y. J. Jeon. 1999.
Food applications of chitin and chitosans.
Trends in Food Science & Technology 10:
37-51.
- Zhang, D. and P. C. Quantick. 1998. Antifungal
effects of chitosan coating on fresh
strawberries and raspberries during
storage. Journal of Horticultural Science
and Biotechnology 73: 763-767.