

## ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อคุณภาพของผลสตรอเบอร์รี่

### Effect of Chitosan Coating on Quality of Strawberry Fruit

दनय बुनयकीरती<sup>1/</sup> และ पिमजी सेहनाम<sup>1/</sup>  
Danai Boonyakiat<sup>1/</sup> and Pimjai Sehanam<sup>1/</sup>

**Abstract:** Strawberry fruit var. Toyonoka was coated with chitosan 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 percent and then stored at 5<sup>o</sup> celcius. The results showed that, coating with chitosan 1.5 and 2.0 percent could maintain freshness better than non coating fruit. This difference began on day 11 of storage. Moreover strawberry coated with 1.5 and 2.0 percent chitosan showed less fungal infection than the uncoated one. Chitosan coating has no effect on quality such as skin color, flesh color, total soluble solids, titratable acidity and flesh firmness of strawberry fruit.

**บทคัดย่อ:** ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์ Toyonoka เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ช่วยรักษาความสดของผลสตรอเบอร์รี่ได้ดีกว่าการไม่เคลือบผิว โดยจะเริ่มเห็นความแตกต่างในวันที่ 11 ของการเก็บรักษา นอกจากนั้นผลสตรอเบอร์รี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ยังมีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของเชื้อราน้อยกว่าผลที่ไม่ได้เคลือบผิว การเคลือบผิวด้วยไคโตซานไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพ เช่น สีผิว สีเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ และความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอร์รี่

**Index words:** สตรอเบอร์รี่ ไคโตซาน การเคลือบผิว คุณภาพ ผลเน่า  
Strawberry, Chitosan, Coating, Quality, Fruit rot

<sup>1/</sup>ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

## คำนำ

สตรอเบอร์รี่ เป็นผลไม้เศรษฐกิจบนที่สูงในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ในแต่ละปีพื้นที่ปลูกสตรอเบอร์รี่ที่อยู่ในเขตจังหวัดเชียงใหม่และเชียงรายมีไม่ต่ำกว่า 3,000 ไร่ และให้ผลผลิตเกือบหนึ่งหมื่นตันสามารถทำรายได้เป็นมูลค่านับร้อยล้านบาท (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2543) การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสตรอเบอร์รี่มีปัญหาสำคัญเกิดขึ้นหลายประการ เช่น การที่สตรอเบอร์รี่มีอายุการวางจำหน่ายสั้นเพียง 2-3 วัน เพราะมักเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อรา *Rhizopus* sp. นอกจากนี้สตรอเบอร์รี่ยังแสดงอาการผิวแห้งในระหว่างการวางจำหน่าย ทำให้คุณภาพพลดลง การแก้ไขปัญหาดังกล่าวจะช่วยทำให้เกษตรกรมีรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตมากขึ้น การเคลือบผิวผลไม้โดยเฉพาะการใช้สารที่บริโภคได้ช่วยจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซภายในผลผลิต ทำให้มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และลดปริมาณออกซิเจนภายในผลทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลง ซึ่งช่วยให้ผลผลิตมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น และคุณภาพดี (दनัยและนิธิยา, 2535) ผลงานวิจัยหลายเรื่องที่แสดงให้เห็นว่าไคโตซานซึ่งเป็นอนุพันธ์ของไคติน (สุวดี, 2542) สามารถใช้เคลือบผิวของผลผลิตพืชสวนได้ เช่น ไพร์ตัน และคณะ (2536) ใช้ไคโตซาน 1.25 เปอร์เซ็นต์ เคลือบผิวผลมะนาวแล้วสามารถยืดระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงสีผิวมะนาวได้ Zhang and Quantick (1997) เคลือบผิวผลลิ้นจี่ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.0 หรือ 2.0 เปอร์เซ็นต์สามารถชะลอการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่ได้ El-Ghaouth *et al.* (1992) ศึกษาการเคลือบผิวผลสตรอเบอร์รี่ด้วยไคโตซานเข้มข้น 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไคโตซานช่วยยับยั้งการเกิดเชื้อราที่ผิวของผลสตรอเบอร์รี่ได้ไม่แตกต่างจากสารเคมีฆ่า

เชื้อรา นอกจากนี้ยังช่วยรักษาคุณภาพของผลสตรอเบอร์รี่ให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อรักษาคุณภาพของสตรอเบอร์รี่โดยการเคลือบผิวด้วยสารประกอบ ไคโตซาน

## วิธีการทดลอง

ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์ Toyonoka ที่เก็บเกี่ยวในระยะการสุก 70 เปอร์เซ็นต์ จากสวนเกษตรกรบ้านแม่แฮ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

เคลือบผิวผลสตรอเบอร์รี่โดยการจุ่มผลสตรอเบอร์รี่ลงในสารละลายไคโตซาน เข้มข้น 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ แล้วผึ่งบนกระดาษบางสีขาวซึ่งวางอยู่บนฟองน้ำจนผลสตรอเบอร์รี่แห้งแล้วจึงบรรจุผลสตรอเบอร์รี่ลงภาชนะพลาสติก 15 ผล ซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 150 กรัม แล้วหุ้มด้วยแผ่นพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส บันทึกลักษณะปรากฏและการเกิดเชื้อราทุกวันจนหมดอายุการเก็บรักษา ส่วนคุณภาพทางกายภาพและเคมี บันทึกผลทุก 2 วัน โดยวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อโดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Kiya Seisakusho) รุ่น UB ขนาด 1 กรัม หัววัดรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร สีผิวและสีเนื้อโดยใช้เครื่องวัดสี Chromameter (Minolta CR300) ซึ่งบันทึกค่าในระบบ CIELAB วัดค่า L a\* และ b\* แล้วคำนวณหาค่า chroma และค่า hue ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้โดยเครื่อง Refractometer รุ่น N1 (Atago, 0-32 องศาบริกซ์) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้โดยการไตเตรทด้วย NaOH 0.1 N ปริมาณวิตามินซีโดยวิธีการไตเตรทด้วยสารละลาย 2,6-dichloroindophenol และปริมาณแอนโทไซยานินตามวิธีของ Ranganna (1977)

### การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 5 วิธีการ ซึ่งเป็นความเข้มข้นของไคโตซาน แต่ละวิธีการมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยผลสตรอเบอร์รี่ 15 ผล

### ผลการทดลอง

เมื่อเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่นาน 3 และ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความสดและการเข้าทำลายของเชื้อราในผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์ Toyonoka ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษานาน 11 วัน การเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลสตรอเบอร์รี่มีความสดมากกว่าการไม่เคลือบผิวคือ มีคะแนนความสด

เท่ากับ 2.50 และ 2.55 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งผลสตรอเบอร์รี่มี ผิวเหี่ยว กลีบเลี้ยงมีสีเหลือง ในขณะที่ผลสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวมีคะแนนความสดเท่ากับ 2.22 ซึ่งผลสตรอเบอร์รี่มีผิวเหี่ยวมาก กลีบเลี้ยงเป็นสีน้ำตาลปนเหลือง ลักษณะปรากฏของสตรอเบอร์รี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานดีกว่ากลุ่มที่ไม่เคลือบผิว เพราะผิวเหี่ยวน้อยกว่าและกลีบเลี้ยงมีสีเหลืองยังไม่ปรากฏสีน้ำตาล เมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน ผลสตรอเบอร์รี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีความสดมากกว่ากลุ่มที่ไม่เคลือบผิว ส่วนในด้านการเข้าทำลายของเชื้อรานั้น ผลปรากฏว่า ผลสตรอเบอร์รี่ที่เก็บรักษานาน 11 วัน โดยเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีการเกิดเชื้อราเท่ากับ 5.00 และ 5.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าการเกิดเชื้อราบนผลสตรอเบอร์รี่ที่ไม่ได้เคลือบผิว ซึ่งมีการเข้าทำลายของเชื้อราเท่ากับ 10.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

**Table 1** Freshness and fungal infection of strawberry fruit var. Toyonoka coated with chitosan and stored at 5° celcius.

Chitosan Concentration (%)	Freshness				Fungal infection (%)			
	3 days	7 days	11 days	15 days	3 days	7 days	11 days	15 days
0.00	4.91	3.42	2.22b	1.82b	0.00	2.22	10.00a	21.67a
0.50	4.95	3.43	2.14bc	1.80b	0.00	3.61	11.11a	21.11a
1.00	4.98	3.47	2.09c	1.76b	0.00	3.89	11.39a	20.28ab
1.50	4.95	3.42	2.50a	2.12a	0.28	0.83	5.00b	15.28bc
2.00	4.98	3.53	2.55a	2.16a	0.00	1.94	5.28b	13.61c
LSD <sub>0.05</sub>	0.73	0.54	0.56	0.59	0.39	2.74	3.65	5.39
C.V. (%)	4.34	3.40	3.46	3.95	38.74	60.20	23.46	16.12

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

การเคลือบผิวผลสตรอเบอรี่ด้วยไคโตซานแล้วเก็บรักษานาน 15 วัน ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ โดยผลสตรอเบอรี่มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้อยู่ระหว่าง 0.98-1.03 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน การเคลือบผิวยังไม่ีผลกระทบต่อ

ต่อปริมาณวิตามินซี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณแอนโทไซยานินและความแน่นเนื้อ (ตารางที่ 2 และ 3) นอกจากนี้การเคลือบผิวผลสตรอเบอรี่ด้วยไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลกระทบต่อสีผิวและสีเนื้อของผลสตรอเบอรี่ (ตารางที่ 4)

**Table 2** Chemical compositions of strawberry fruit var. Toyonoka coated with chitosan and stored at 5° celcius for 7 days.

Chitosan Concentration (%)	Titratable acidity (%)	Vitamin C (mg/100 g)	Total soluble solids (%)	Anthocyanins (mg/100 g)	Firmness (kg)
0.00	0.98	67.52ab	8.88	25.05a	0.07c
0.50	0.96	66.37b	8.82	24.10a	0.08bc
1.00	1.00	67.70ab	8.73	27.19a	0.14ab
1.50	0.91	68.57a	8.40	22.20a	0.10ab
2.00	0.90	69.03a	8.65	16.12b	0.15a
LSD <sub>0.05</sub>	0.09	2.00	0.54	5.63	0.06
C.V. (%)	5.25	1.62	3.40	13.49	30.71

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

**Table 3** Chemical compositions of strawberry fruit var. Toyonoka coated with chitosan and stored at 5° celcius for 15 days.

Chitosan Concentration (%)	Titratable acidity (%)	Vitamin C (mg/100 g)	Total soluble solids (%)	Anthocyanins (mg/100 g)	Firmness (kg)
0.00	1.01	68.15	8.23abc	22.30	0.13c
0.50	1.03	68.13	8.01bc	23.49	0.20ab
1.00	0.98	68.67	8.47ab	23.86	0.21a
1.50	0.99	67.63	7.83c	23.39	0.17abc
2.00	1.00	68.57	8.82a	23.25	0.14bc
LSD <sub>0.05</sub>	0.06	4.70	0.59	4.85	0.06
C.V.(%)	3.15	3.79	3.95	11.46	20.38

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

ในระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน ผลสตอเบอรี่มีการปรากฏของเชื้อราเพิ่มขึ้น โดยเริ่มปรากฏเชื้อราขึ้นในวันที่ 5 หลังจากนั้นการปรากฏของเชื้อราเพิ่มขึ้น

ในทุกวิธีการ (ภาพที่ 1) สำหรับกรดที่ไคเตรทได้ และของแข็งที่ละลายได้ในระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน มีปริมาณค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 1)

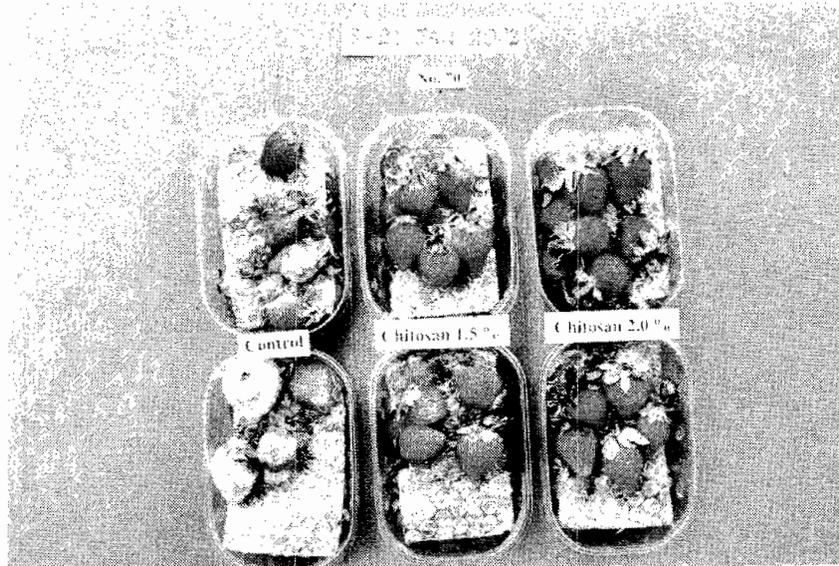


Figure 1 Fungal infection of strawberry fruit coated with chitosan stored at 5° celcius for 13 days.

### วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าไคโตซานสามารถทำให้ผลสตอเบอรี่มีความสดมากกว่าผลสตอเบอรี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวและไคโตซานยังทำให้ผลสตอเบอรี่มีเชื้อราเกิดขึ้นน้อยกว่าปกติด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของวิเชียร (2541) ซึ่งพบว่าไคโตซานที่ใช้เคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยสามารถชะลอการเกิดโรคได้ดี นอกจากนั้น EI Ghaouth *et al.* (1992) พบว่า ไคโตซาน 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ที่เคลือบผิวผลสตอเบอรี่ทำให้การเกิดโรคจากเชื้อรา *Botrytis cinerea* และ *Rhizopus stolonifer* ลดลง และกลไกการระงับการเกิดโรค

เกิดจากคุณสมบัติของไคโตซานในการยับยั้งเชื้อรามากกว่าความสามารถในการกระตุ้นการทำงานของ chitinase และ  $\beta$  1,3-glucanase ไคโตซานสามารถลดอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อราโดยยับยั้งการเจริญเติบโตและการงอกของสปอร์ โดยมีการศึกษาของ Du *et al.* (1992) แสดงให้เห็นว่าไคโตซานสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์และการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Botrytis cinerea* ได้ โดยอาจจะเป็นเพราะไคโตซานกระตุ้นให้เกิดสารบางชนิดที่สามารถชะงักการงอกของสปอร์เชื้อราได้ ในการทดสอบเคลือบผิวลิ้นจี่ด้วยไคโตซานพบว่า ไคโตซานช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผลลิ้นจี่ และยับยั้งการเกิดโรคได้ในระหว่างการเก็บรักษา (Zhang and Quantick, 1977)

จากผลการทดลอง พบว่า ไคโตซานไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลสตรอเบอรี่ อาจจะเป็นเพราะว่าสตรอเบอรี่เป็นผลไม้ประเภทบ่มไม่สุก (non climacteric) ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลหลังการเก็บเกี่ยว และในการทดลองได้ใช้ผลสตรอเบอรี่ซึ่งมีสีแดง 70-80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการสุกเกือบเต็มที่แล้ว กระบวนการเปลี่ยนแปลงสีจึงเกิดขึ้นอีกไม่มาก จากผลการทดลองพบว่าไคโตซานไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลสตรอเบอรี่ สอดคล้องกับรายงานของ Miszczak *et al.* (1995) ซึ่งพบว่า การเคลือบผิวผลสตรอเบอรี่ด้วยสารไคโตซานไม่มีผลกระทบต่อปริมาณแอนโทไซยานินในผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Kent ขณะที่มีการวิจัยหลายเรื่องที่แสดงให้เห็นว่าไคโตซานช่วยรักษาสีของผลไม้ประเภทส้มซึ่งเป็นผลไม้ชนิดบ่มไม่สุกเช่นกัน (Dien and Binh, 1996) นอกจากนี้ ไพรัตน์และคณะ (2536) พบว่า ไคโตซานช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลมะนาวได้

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สรุปได้ว่า ไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อราบนผิวสตรอเบอรี่ได้โดยไม่แตกต่างจากไคโตซาน 2.0 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นควรเลือกใช้ไคโตซาน 1.5 เปอร์เซ็นต์ เพราะประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าการใช้ไคโตซาน 2.0 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามผลของไคโตซานต่อความสดของผลสตรอเบอรี่ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ เพราะแม้ว่าการเคลือบผิวด้วยไคโตซานจะทำให้ผลสตรอเบอรี่มีคุณภาพดีกว่าการไม่เคลือบผิว แต่ลักษณะของผลสตรอเบอรี่หมดอายุการเก็บรักษาไปแล้ว โดยจากการทดลองไม่สามารถบอกได้ว่าผลสตรอเบอรี่หมดอายุการเก็บรักษาในวันที่เท่าไร แต่สามารถบอกได้คร่าวๆ ว่าอยู่ระหว่างวันที่ 7 ถึง 11 ของการเก็บรักษา ในการศึกษาค้นคว้าต่อไปจึงควรศึกษาหาวันที่ผล สตรอเบอรี่หมดอายุการเก็บรักษา ระหว่างผลที่เคลือบผิวและ

ไม่เคลือบผิวเปรียบเทียบกัน นอกจากนั้น ควรพัฒนาวิธีการเคลือบผิวให้ไปสู่ระดับ การค้าได้

## เอกสารอ้างอิง

- กองพัฒนาเกษตรที่สูง. 2543. การปลูกสตรอเบอรี่. สำนักปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 91 น.
- दनย บุษยเกียรติ และนิธิยา รัตนานนท์. 2535. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 145 น.
- ไพรัตน์ โสภโณคร, สุทธิวัฒน์ เบญจกุล และวิคเนตร พระพุทธร. 2536. การใช้ไคโตแซนเป็นสารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะนาว. วารสารสงขลานครินทร์. 15(3):259-265.
- วิเชียร เตี้ยมมาด. 2541. ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตแซนต่อการควบคุมโรค และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงน้ำดอกไม้และเขียวเสวย.วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 118 หน้า.
- สุวดี จันทร์กระจ่าง. 2542. สารไคตินและไคโตซานผลิตภัณฑ์ธรรมชาติและการประยุกต์ใช้ประโยชน์. เอกสารสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง ความร่วมมือของภาครัฐ และเอกชนในการพัฒนาการผลิตและการใช้สารไคติน - ไคโตซานแบบครบวงจร. น. 1-17.
- Dien, L.D. and T.Q. Binh. 1996. Research on using chitosan for storage of oranges in Vietnam. Proceeding of 2 Asia Pacific Symposium, Bangkok : 200-211.
- Du, J.,H. Gemma and S. Iwaholi. 1988. Effect of chitosan coating on storability and on the ultrastructural changes of "Jonagold" apple fruit in storage. Food Preservation Science. 24(1):23-29.
- Ghaout, A.El, J. Aul, J. Grenier and A. Asselin. 1992. Antifungal activity of chitosan on two postharvest

- pathogens of strawberry fruits. *Phytopathology*, 82 (4):398-402.
- Miszczak, A., C.F. Fomey and R.K. Prange. 1995. Development of aroma volatile and color during postharvest ripening of "Kent" strawberries. *J. Amer.Soc.Hort.Sci.* 120(4):650-655.
- Ranganna, S. 1977. *Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products*. McGraw Hill. Publishing Co. Ltd, New Delhi. 634 p.
- Zhang, D. and P.C. Quantick. 1997. Effect of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. *Post.Biol. Tech.* 12:195-202.
-