

# CUBIERTAS DE QUITOSANO APLICADAS EN POSCOSECHA DE FRUTILLAS

M.G. Martínez Sáenz, Q.T. Ho, P. Verboven, B. Nicolaï

INTI Mar del Plata, KU Leuven, Bélgica

gms@inti.gob.ar

## INTRODUCCIÓN

Las frutillas (*Fragaria ananassa*) son ricas en nutrientes pero son altamente perecederas debido a su gran actividad fisiológica poscosecha. Su vida útil en almacenamiento a temperaturas de refrigeración entre 0 y 5°C es generalmente menor a 5 días. Se han estudiado tecnologías combinadas de refrigeración y atmósferas modificadas o controladas para alargar la vida útil de estos frutos (Holcroft & Kader, 1999; Pérez & Sanz, 2001; Sanz, Pérez, Olías, & Olías, 1999).

En este sentido, los recubrimientos comestibles actúan como barrera al transporte de gases modificando su atmósfera interna (Park, 2000) y extendiendo así su vida útil. La efectividad de estos recubrimientos radica en la selección de los materiales que permitan obtener una adecuada composición de gas interna (Taşdelen & Bayindirli, 1998).

El quitosano, un polisacárido catiónico obtenido de la desacetilación de la quitina, resulta potencialmente adecuado para elaborar recubrimientos para fruta fresca. Se han reportado estudios sobre cubiertas de quitosano aplicadas en frutillas para mejorar su calidad y almacenamiento (El Ghaouth, Arul, Ponnampalam, & Boulet, 1991; García, Martino, & Zaritzky, 1998; Zhang & Quantick, 1998).

## OBJETIVO

Estudiar el efecto de cubiertas de quitosano en la tasa de respiración de frutillas. Dichas cubiertas podrán complementar la refrigeración para extender la vida útil de las mismas.

## DESCRIPCIÓN

Se utilizaron frutillas del productor BVBA Fruit Vandepoel (Bélgica) durante los meses de febrero a marzo de 2014. Dos cubiertas con 1.5% de quitosano Sigma de bajo peso molecular fueron estudiadas. En la primera cubierta (A) se utilizó ácido acético 0.5% como acidificante, y en la segunda (B) ácido cítrico 5%. Como control se utilizó agua destilada. Las mediciones sobre las frutillas se realizaron luego de 1 y 5 días de almacenamiento a 4°C. En frascos de vidrio herméticos (6 frutas por jarro) conectados en serie, a 4°C, se circuló durante 12 horas una corriente gaseosa (5 kPaO<sub>2</sub>:0 kPaCO<sub>2</sub>:95 kPaN<sub>2</sub>). Luego de dicho periodo de tiempo, se cerraron las válvulas de los frascos y se transportaron a una incubadora

a 5°C donde se monitoreó la variación de la composición del espacio de cabeza de los frascos con un analizador de gases CheckMate II, PBI Dansensor, Denmark. Al repetir el procedimiento luego de 5 días de almacenamiento se varió la composición de la corriente gaseosa circulada previa a realizar las mediciones (3 kPaO<sub>2</sub>:0 kPaCO<sub>2</sub>:97 kPaN<sub>2</sub>).

Se utilizó un modelo de Michaelis Menten con inhibición no-competitiva (Geysen, Verlinden, Conesa, & Leuven, 2005) para correlacionar los datos.

Los cambios de concentración dentro del frasco debido a la respiración de la fruta se puede describir según:

$$\left(V_{jar} - V_f\right) \frac{\partial C}{\partial t} = V_f \cdot R \quad \text{Ec. (1)}$$

C (mol m<sup>-3</sup>) concentración, R (mol m<sup>-3</sup> s<sup>-1</sup>) la velocidad de respiración, V<sub>jar</sub> (m<sup>3</sup>) y V<sub>f</sub> (m<sup>3</sup>) el volumen del frasco y de la fruta, respectivamente.

Los datos experimentales (concentración de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> dentro del frasco en función del tiempo) se ajustaron al modelo utilizando una regresión no lineal por mínimos cuadrados programada en Matlab (The Mathworks®, Inc., Natick, USA) donde se estimaron la velocidad máxima de consumo de oxígeno y la constante de Michaelis-Menten para consumo de O<sub>2</sub>. El resto de los parámetros se tomaron del trabajo realizado por Geysen et al., 2005 considerando la dependencia de los mismos con la temperatura de acuerdo con la ecuación de Arrhenius.

La permeación a través de una capa de film puede describirse por la Ley de Fick (Ec.(2)), y los cambios en la concentración del gas dentro del frasco según la Ec (3).

$$V_f \cdot R = -S_f \cdot h \cdot (C_o - C_i) \quad \text{Ec. (2)}$$

$$\left(V_{jar} - V_f\right) \frac{\partial C_o}{\partial t} = -S_f \cdot h \cdot (C_o - C_i) \quad \text{Ec. (3)}$$

V<sub>f</sub> (m<sup>3</sup>) es el volumen de la fruta, S<sub>f</sub> (m<sup>2</sup>) es la superficie de la fruta, C<sub>i</sub> (mol m<sup>-3</sup>) y C<sub>o</sub> (mol m<sup>-3</sup>) son la concentración dentro y fuera de la cubierta, R (mol m<sup>-3</sup> s<sup>-1</sup>) es la velocidad de respiración de la fruta debajo de la cubierta y h (m s<sup>-1</sup>) es la permeabilidad del gas a través de la cubierta.

Por lo tanto resulta la Ec. (4)

$$\left(V_{jar} - V_f\right) \frac{\partial C_o}{\partial t} = V_f \cdot R \quad \text{Ec.(4)}$$

R (mol m<sup>-3</sup> s<sup>-1</sup>) velocidad de respiración debajo de la cubierta según Michaelis Menten con inhibición no-competitiva.

El volumen y la superficie de las frutas se determinó a partir de geometrías 3D de frutillas realizadas desde imágenes tomadas por tomografía computarizada (CT-scan) utilizando el programa Avizo (VSG SAS®, Merignac, France). La permeabilidad  $h$  para el  $O_2$  se estimó mediante el ajuste de los datos experimentales al modelo descrito utilizando una regresión no lineal por mínimos cuadrados programada en Matlab (The Mathworks®, Inc., Natick, USA).

Se utilizó un trazador fluorescente (Brinkman Agro BV Fluorescent, 50mg/100ml) y una luz ultravioleta para determinar la capacidad de cobertura de los tratamientos, luego de 1 y 8 días de almacenamiento a 4°C.

### **RESULTADOS**

En la primera medición, no se observaron diferencias apreciables en la tasa de respiración entre el control y las frutillas tratadas a altos niveles de  $O_2$ . Luego de 5 días de almacenamiento, el consumo de  $O_2$  fue siempre menor para las frutillas cubiertas.

Estos cambios en la tasa de respiración en el tiempo no pueden atribuirse a la capacidad de cubrir de los tratamientos ya que el trazador no evidenció cambios significativos durante el periodo de almacenamiento.

La permeabilidad al  $O_2$  estimada para ambas cubiertas reflejó el cambio en el comportamiento luego de 5 días de almacenamiento. Este cambio fue más evidente en la cubierta B donde la permeabilidad disminuyó un 46%. Para la cubierta A sólo se observó una disminución del 21%, pero la permeabilidad inicial fue 7% inferior al de la cubierta B.

Sin embargo, la superficie cubierta de las frutillas tratadas con la cubierta A fue uniforme y casi completa, con mayores concentraciones entorno a los aquenios. En el caso de la cubierta B, se observó una concentración mayor en uno de los lados de las frutillas y zonas descubiertas en los lados opuestos. Esto podría implicar mejores propiedades de mojabilidad en la superficie de la frutilla para la cubierta A.

### **CONCLUSIONES**

Ambas cubiertas mostraron un efecto en la tasa de respiración de las frutillas. La cubierta B tuvo un efecto más fuerte al final del periodo de almacenamiento, mientras la cubierta A tuvo un efecto estimulador menor en el primer día luego del tratamiento. El modelo de Michaëlis-Menten con inhibición no-competitiva para la tasa de respiración y el modelo de permeación a través de la cubierta tuvieron un buen ajuste.

El trazador añadido a las cubiertas permitió detectar fallas en la superficie tratada que en futuras experiencias debe ser mejorado.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores quieren agradecer a Els Herremans, Dennis Cantre, Bert Vandebosch, Bert Verlinden, Benny Depre and Ann Schenk, por asistencia técnica.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R., & Boulet, M. (1991). Chitosan Coating Effect on Storability and Quality of Fresh Strawberries. *Journal of Food Science*, 56, 1618–1620.
- García, M. A., Martino, M. N., & Zaritzky, N. E. (1998). Plasticized Starch-Based Coatings To Improve Strawberry (*Fragaria × Ananassa*) Quality and Stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 3758–3767.
- Geysen, S., Verlinden, B. E., Conesa, A., & Leuven, K. U. (2005). Modelling Respiration of Strawberry (cv. "Elsanta") as a Function of Temperature, Carbon Dioxide, Low and Superatmospheric Oxygen Concentrations, 12–16.
- Holcroft, D. M., & Kader, A. A. (1999). Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 17, 19–32.
- Park, H. J. (2000). Development of advanced edible coatings for fruits, 10, 254–260.
- Pérez, A. G., & Sanz, C. (2001). Effect of High-Oxygen and High-Carbon-Dioxide Atmospheres on Strawberry Flavor and Other Quality Traits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2370–2375.
- Sanz, C., Pérez, A. G., Olías, R., & Olías, J. M. (1999). Quality of Strawberries Packed with Perforated Polypropylene. *Journal of Food Science*, 64, 748–752.
- Taşdelen, Ö., & Bayindirli, L. (1998). Controlled Atmosphere Storage And Edible Coating Effects On Storage Life And Quality Of Tomatoes. *Journal Of Food Processing And Preservation*, 22, 303–320.
- Zhang, D., & Quantick, P. (1998). Antifungal Coatings On Fresh Strawberries (*Fragaria × Ananassa*) To Control Mold Growth During Cold Storage. *Journal Of Horticultural Science & Biotechnology*, 73, 763–767.