

DAÑOS MECANICOS EN FRUTOS DE MANZANAS DEL CV. "GOLDEN DELICIOUS" TRATADAS CON CALCIO

Carmen Jarén Ceballos
Margarita Ruiz Altisent
Universidad Politécnica
de Madrid. España

Inmaculada Recasens
Universidad Politécnica
de Cataluña. Lérida.
España

Resumen

Se han realizado tres ensayos con manzanas del cv. "Golden Delicious" procedentes de Lérida que diferían en sus tratamientos de calcio, siempre manteniendo un testigo sin tratar. En un primer ensayo se comparan manzanas tratadas con no tratadas; en el segundo se comparan manzanas tratadas en pre y post cosecha y en un tercero se comparan tratamientos en precosecha con CaCl_2 y quelatos. Todos los frutos han sido sometidos a ensayos de impacto, corte y penetración. Se discute la posibilidad de que estos tratamientos mejoren la resistencia a los daños y la calidad.

Abstract

Three different tests were performed with "Golden Delicious" apples coming from Lérida. In the first test, treated vs untreated apples were used. In the second, apples treated by pre and postharvesting and a control. In the third, apples treated with CaCl_2 and chelats. All fruits were tested in impact, shear and penetration. The mechanisms of action of calcium treatment to increase the strength and quality of fruits are discussed.

1.-Introducción

En los últimos años, se ha producido un aumento en las exigencias de calidad de los productos hortofrutícolas, que suele disminuir debido a su susceptibilidad a todo tipo de magulladuras, producidas tanto por impactos o golpes como por compresiones que ocurren sobre todo durante la recolección, el transporte y la posterior manipulación (RUIZ et al, 1986).

Tratando de aumentar la oferta de frutos de calidad durante un mayor período de tiempo, se ha recurrido en los últimos años a diversas técnicas, tales como aumentar el contenido en calcio en los frutos por medio de tratamientos pre o postcosecha. A su vez, es

necesario encontrar métodos de ensayo que permitan determinar la efectividad de posibles tratamientos.

El calcio es un elemento esencial en la estructura y normal funcionamiento de membranas y paredes celulares. La permeabilidad de la membrana de manzanas tratadas con CaCl_2 disminuye y aumenta la firmeza del tejido. En estos frutos conservados a $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y alta humedad relativa no se produce "descomposición interna" y se ralentizó la respiración. El aumento en la concentración de calcio en las paredes celulares lleva consigo una disminución en las magulladuras producidas por impacto y una mayor resistencia de los frutos a la penetración, debido a su mayor firmeza (JAREN et al., 1990). GRAELL et al. (1989) relacionan los niveles de Ca, K y Mg con parámetros de calidad. Las manzanas tratadas con calcio no sólo aumentan su período de conservación sino que también disminuyen sus daños y aumentan su calidad ya que este elemento contribuye a mantener la integridad de las membranas y paredes celulares.

El ensayo mecánico más tradicional para determinar la dureza y la firmeza de frutos es el de "penetromía", derivado del ensayo mecánico diseñado por Magness-Taylor y que mide la resistencia a la penetración a un vástago cilíndrico (Magness et al., 1925).

Ultimamente, se ha aplicado un nuevo dispositivo de ensayo a impactos adecuado para determinar dureza y resistencia a las magulladuras (RUIZ et al. 1988). Este dispositivo nos permite conocer una serie de parámetros mecánicos altamente relacionados con la firmeza: tiempo total en el impacto, tiempo final del impacto, la diferencia entre éstos, la tensión y la relación entre fuerza y deformación (C. GARCIA, 1988)

La resistencia al esfuerzo cortante, medida directamente por un ensayo de corte de probetas, se relaciona bien con la firmeza del material vegetal (Ruiz et al., 1989).

2.- Objetivos

-Demostrar que en manzanas del cv "Golden Delicious" tratadas con calcio aumenta la firmeza y disminuyen los daños por impacto.

-Estudiar la diferencia entre tratamientos pre y postcosecha.

-Comparar los distintos tratamientos y dosis para conocer cuál es el más efectivo.

-Determinar las posibles relaciones entre frutos tratados con calcio y los parámetros mecánicos básicos.

3.-Materiales y métodos

Material vegetal. La parte experimental del trabajo se llevó a cabo con manzanas del cv "Golden Delicious" tratadas y controladas por el Institut de Reserca i Tecnologia Agroalimentàries de la Universidad Politècnica de Catalunya. Los frutos del primer ensayo fueron tratados con CaCl_2 (14% de riqueza) en baño de 2 l de CaCl_2 en 100 l de agua. Se conservaron en atmosfera controlada y 0,5 °C.

Los frutos del segundo ensayo fueron tratados con una solución al 4% de riqueza de materia activa, en pre y postcosecha, manteniendo un testigo.

Los frutos del tercer ensayo fueron sometidos a tres tratamientos distintos manteniendo un testigo. Los tratamientos se hicieron en árbol con 1.500 l/ha de la siguiente manera:

- * tratamiento 1: tres aplicaciones de quelatos de calcio en forma de poliflavonoides al 6%;
- * tratamiento 2: 5 aplicaciones de 750 gr/100 l de cloruro de calcio (50%);
- * tratamiento 3: 8 aplicaciones de quelatos y CaCl_2 .

Ensayo de impactos. El dispositivo general del ensayo de impacto mecánico utilizado consiste básicamente en un acelerómetro unido a una masa impregnada de tinta que se deja caer sobre el fruto por medio de un electroimán desde una altura de 4 cm de altura (CHEN et al., 1985).

Medida de las magulladuras. El tamaño de la magulladura se determina a partir de su anchura máxima y su profundidad máxima efectuando cortes perpendiculares al plano tangente en el centro de la zona de impacto y en dirección al máximo semieje de la superficie. Las medidas de las secciones ecuatoriales se realizaron con ayuda de una lupa binocular Nikon modelo SMZ-2T. Los resultados se expresaron en mm.

Ensayo de penetración. Este se realizó en una máquina universal de ensayos Instron 1122 con un cilindro de 7.9 mm de diámetro a una velocidad de 10 mm/min, hasta una penetración de unos 8 mm en el fruto. Se realizaron tres penetraciones sobre la zona ecuatorial del fruto sin piel de las que se obtuvieron los datos de fuerza máxima (en Newton, N), deformación máxima y fuerza/deformación (medida en N/mm).

Corte de probetas. Este ensayo también se realizó en el Instron que aplicaba una fuerza constante a una velocidad de 10 mm/min, hasta el corte total de probetas cilíndricas de manzana de 6 mm de diámetro, colocadas en un soporte especialmente diseñado para tal

fin y aplicando una compresión lateral. Se tomaron los datos de fuerza máxima.

Diseño del experimento. El primer ensayo se realizó con 40 frutos en total y se tomaron los datos de los parámetros de impacto que influyen en la firmeza, así como los de fuerza máxima en penetración y corte, con tres repeticiones por fruto. Resultaron un total de 8 variables dependientes.

El segundo, se realizó con 20 frutos por tratamiento y además de las variables anteriores se estudiaron las dimensiones de las magulladuras y la pendiente y deformación en la penetromía, por lo que resultaron 13 variables dependientes.

El tercer ensayo se realizó con 15 frutos por tratamiento y 7 variables dependientes: deformación máxima y aceleración máxima en el impacto, deformación máxima, fuerza máxima y pendiente fuerza/deformación en el Magness-Taylor y anchura y profundidad de magulladura.

Estas variables dependientes de tres variables independientes (tratamiento, fruto y repetición) seguían un modelo jerárquico.

Análisis estadístico. Se aplicó primeramente un análisis de varianza jerárquico para cada una de las variables dependientes y en cada uno de los tratamientos de los tres ensayos. A continuación, se realizaron tests de separación de medias para aquellas variables cuyo análisis anterior nos había mostrado la existencia de diferencias significativas. Todos estos estudios se han realizado con el paquete de programas de estadística MSTAT.

4.-Resultados y discusión.

En el primer ensayo, se ha observado una mayor firmeza en el ensayo de penetromía para las manzanas tratadas, con una diferencia significativa para el 5%, aunque no se ha encontrado un mejor comportamiento de las manzanas tratadas frente a las testigo en el resto de variables.

En el segundo ensayo, los frutos tratados en postcosecha presentan un mejor comportamiento en todas las variables de impacto, mientras que las tratadas en precosecha presentan un mejor comportamiento en las variables derivadas de los ensayos de penetración y corte, así como una reducción en los daños por impacto. Al ser mayor la firmeza de las manzanas tratadas en árbol, los daños eran menores tanto frente a las testigo como a las tratadas en central ya que entre estas últimas no se encontraron diferencias

significativas. Las diferencias significativas encontradas fueron del orden del 10%.

En el tercer ensayo, también hubo diferencias significativas entre los tratamientos para el parámetro fuerza máxima en penetración. Al aplicar un test de medias, los resultados nos han indicado que existe una clara diferencia entre el tratamiento 3 y los demás. Este tratamiento mostró la mayor fuerza máxima en la penetración, lo que nos indica que su firmeza es más elevada que en las demás. En cuanto a los daños producidos, podemos observar cómo tanto la anchura como la profundidad de las magulladuras son menores en las muestras del tratamiento 3 y mayores en el testigo sin tratar. Cabe destacar que las muestras con el tratamiento 1 han sufrido menos daños que los del tratamiento 2. (Tabla 1).

Para el resto de los parámetros, aunque no muestran diferencias tan claras, sí se observa una tendencia a manifestarse de acuerdo con el aumento de la firmeza de los frutos con los tratamientos de calcio. La menor significación de estos parámetros se podría deber a que fueran más sensibles a la heterogeneidad de las muestras.

5.-Conclusiones

Como consecuencia de los resultados expuestos, podemos afirmar que los tratamientos de calcio aumentan la firmeza de los frutos y su resistencia a daños por impacto, por lo que estos tratamientos podrían alargar el período de conservación. Estos tratamientos son más eficaces en precosecha que en postcosecha y resultan más efectivos cuando incluyen los quelatos en su formulación ya que los tratamientos 1 y 3 fueron los que presentaron menos daños.

Como hemos visto, se pueden encontrar relaciones entre los parámetros mecánicos que normalmente se manejan para conocer las propiedades físicas de los productos hortofrutícolas y los tratamientos de calcio aplicados a dichos productos. Los parámetros que mejor diferencian este tipo de tratamiento son las dimensiones de las magulladuras y la fuerza máxima de penetración.

6.-Bibliografía

- CHEN,P., S. TANG y S. CHEN, 1985. Instrument for testing the response of fruits to impact. ASAE paper nº 85-3537.
- GRAELL, J., I. RECASENS, T. CASE. 1889. Relación entre calidad y contenido mineral durante la maduración de manzanas. I.- Starking Delicious. Fruticultura profesional. 21:54-58. II.- Golden Delicious. Fruticultura profesional. 22:45-50.
- GARCIA, C.R., 1988. Impacto mecánico en frutos: técnicas de ensayo y aplicación a variedades de pera y manzana. Tesis doctoral. E.T.S. de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.
- JAREN, C., I. RECASENS, 1990. Testing the effects of calcium treatment on the physical properties of apples. FIMA 1990. ZARAGOZA.
- MAGNESS, J.R. Y G.F. TAYLOR, 1925. An improved type of pressure tester for determination of fruit maturity. U.S. Dept of Agric. Circ. N 9 350, 8p.
- RUIZ, M.,C. GARCIA Y R. IBAÑEZ. 1989. Control de la madurez en frutos por medio de impactos mecánicos. FIMA 1989. ZARAGOZA.
- RUIZ, M., J. GIL, P. CHEN y F.M. LU, 1987. Methods for studying resistance to impact and compression in fruits: application to four varieties of Asian pears. Comunicación al congreso mundial de Tecnología de alimentos de Barcelona.
- RUIZ, M., J. GIL, C.R. GARCIA Y L. RODRIGUEZ. 1986. Daños por impacto en frutos: parámetros y métodos experimentales. Actas al 2º Congreso de la S.E.C.H. Córdoba.

Tabla 1.- Valores medios de la fuerza máxima de

penetración y de las dimensiones de las magulladuras(anchura y profundidad).

Ensayo	Tratamiento	F.máx (N)	Anchura(mm)	Profundidad(mm)
1	1	18,99	--	--
1	2	19,29	--	--
2	1	20,43	5,64	1,44
2	2	18,69	5,74	1,52
2	3	22,65	4,58	1,05
3	1	14,38	6,02	1,86
3	2	14,06	6,18	1,90
3	3	16,79	5,83	1,70
3	4	14,74	6,22	1,99