ITEA (2000), Vol. 96V N.° 2, 124-131

RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DEL CHAMPIÑÓN (*AGARICUS BISPORUS*) EN EL MOMENTO DE LA RECOLECCIÓN Y LA CALIDAD POSTRECOLECCIÓN

A. Simón*, A. Gurría

* Centro de Investigación y Desarrollo Agrario C.A. de la Rioja, Apartado 433, 26080 Logroño, España

RESUMEN

Se ha estudiado la relación entre las características de calidad de los champiñones en el momento de la recolección (materia seca, color, textura y polifenoles totales) y la pérdida de calidad después de la recolección debida al desarrollo y al pardeamiento de los champiñones, en las tres primeras floradas de dos ciclos de cultivo.

Se ha observado una correlación negativa de la textura inicial del champiñón con el grado de desarrollo y con el deterioro del color determinado por la variación de la luminosidad (L), después de la recolección. Los champiñones con la textura más firme tienen una mayor vida útil debido a un desarrollo más lento y también por un menor deterioro del color.

Palabras clave: Color, Textura, Grado de desarrollo.

SUMMARY

RELATIONSHIP BETWEEN QUALITY OF MUSHROOM (*AGARICUS BISPORUS*) AT HARVEST AND POSTHARVEST SHELF-LIFE

Relationship between quality characteristics of mushroom at harvest (dry matter, colour, texture and total polyphenols) and postharvest quality (development rate, colour deterioration) and shelf life has been studied in the three flushes of two mushroom crops.

The mushroom firmess at harvest correlates negatively with postharvest development rate and with the decrease of luminosity L (colour deterioration). The firmer mushrooms had a larger shelf life because of slower development and of minor colour deterioration too.

Key words: Colour, Texture, Development rate.

Introducción

El champiñón recién recolectado tiene unas características estructurales y de composición (firmeza, materia seca, polifenoles, actividad de la tirosinasa etc.) que pueden estar relacionadas con su conservación posterior como consecuencia de la susceptibilidad al daño mecánico, al pardeamiento o a la apertura de los carpóforos. Estas características del champiñón dependen de

los factores relacionados con el cultivo (cepa, sustrato, condiciones ambientales, florada etc.), tema que ha sido ampliamente revisado por CAREY y O´CONNOR (1991).

Aspectos como el riego o el espesor de la cobertura o del compost, influyen en el contenido de materia seca (KALBERER, 1990) y en las características texturales del champiñón (NOBLE *et al.*, 1997).

El color del champiñón está influído por tratamientos de riego como la adicion de $CaCl_2$ al agua que da lugar a champiñones más blancos (BARTLEY *et al.*, 1991; SOLOMON *et al.*, 1991; SIMÓN y GURRÍA, 1998). Según algunos autores, los champiñones de la primera florada son más blancos que los de la segunda y tercera (BARTLEY *et al.*, 1991; BEELMAN *et al.*, 1995; KUKURA *et al.*, 1998) aunque no siempre ocurre así como observaron BURTON y NOBLE (1993). Entre los cultivadores de la Rioja se suele desestimar la primera florada, que representa el 49% de la producción total, por considerarla de peor calidad y con mayor tendencia al pardeado.

El objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento postrecolección del champiñón en las tres primeras floradas de dos ciclos de cultivo con el fin de determinar la relación entre las características de calidad de los champiñones en el momento de la recolección (materia seca, color, textura y polifenoles totales) y la pérdida de calidad después de la recolección.

Material y métodos

Se ha trabajado con champiñones de la cepa H-25 de Fungisem suministrados por un cultivador de Pradejón (La Rioja) realizando seis ensayos con las tres primeras floradas de dos ciclos de cultivo (I y II).

En cada ensayo se han recogido cuidadosamente champiñones de 3 a 4 cm de diámetro con el velo cerrado (índice de desarrollo entre 1 y 2) llevándolos al laboratorio donde se han envasado en bandejas de poliestireno con 12 frutos cada una y recubriéndolas con film microperforado de PVC de 12 micras de espesor. Después de estar 4 horas a temperatura ambiente, se han sometido a prerrefrigeración durante 20 horas en cámara a 4°C. A continuación se ha colocado un lote de ocho bandejas a 4°C y otro lote de seis bandejas a 17°C.

Sobre los champiñones recién recolectados (día 0) se han determinado el índice de desarrollo, la textura, el color, la materia seca y los polifenoles totales. Se han determinado el índice de desarrollo, el color y la textura a lo largo del almacenamiento: a los 2, 4, 7 y 9 días en los de 4°C y a los 2, 4 y 7 días en los de 17°C, realizando cada control sobre dos bandejas.

El color se determinó midiendo el parámetro L (luminosidad) mediante un colorímetro MiniScan/EX de HunterLab, calibrado con un patrón blanco (X=81,1, Y=86,0, Z=91,8). Se realizaron tres medidas en puntos diferentes del sombrero de cada champiñón, obteniéndose el promedio como medida de cada carpóforo. Cada control se determinó por el valor medio de 24 repeticiones (24 champiñones).

El índice de desarrollo se determinó aplicando la escala de Guthrie referida por Roy *et al.*, (1995) según la cual:

1. Velo intacto (cerrado).
2. Velo intacto (estirado).
3. Velo parcialmente roto (menos de la mitad).

4. Velo parcialmente roto (más de la mitad).

5. Velo completamente roto.

6. Carpóforo abierto, laminillas bien expuestas.

7. Carpóforo abierto y plano.

La textura se determinó sobre cada carpóforo al que se le cortó previamente el pedúnculo, aplicando un test de compresión mediante la prensa Instron mod. 1.140, con una velocidad de desplazamiento de 50 mm/min. Sobre el primer tramo recto de la gráfica obtenida se determinó la pendiente o fuerza en N necesaria para una deformación constante de 1 mm (figura 1).

La materia seca se determinó sobre ocho muestras de 10 g de champiñón triturado, secadas a vacío a 45°C hasta pesada constante, expresando el resultado en porcentaje de materia seca respecto a 100 g de materia fresca.

Los polifenoles totales se analizaron en el champiñón liofilizado, realizando la extracción como describen CHOI y SAPERS (1994) y utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteau según el método de SLINKARD y SINGLETON (1977), con ácido tánico como patrón.

En cada ensayo se determinó la vida útil de los champiñones definida como el tiempo de duración hasta considerarlos rechazables por una o varias de las siguientes causas:

- Presencia de mohos en el pedúnculo o mancha bacteriana en el carpóforo.
- Color pardeado (L menor de 89).
- Índice de desarrollo ≥ 2,5.

El grado de desarrollo de los champiñones después de la recolección se determinó mediante la diferencia de los índices de desarrollo respecto al día cero, del día 7 en los de 4°C y del día 2 en los de 17°C. El

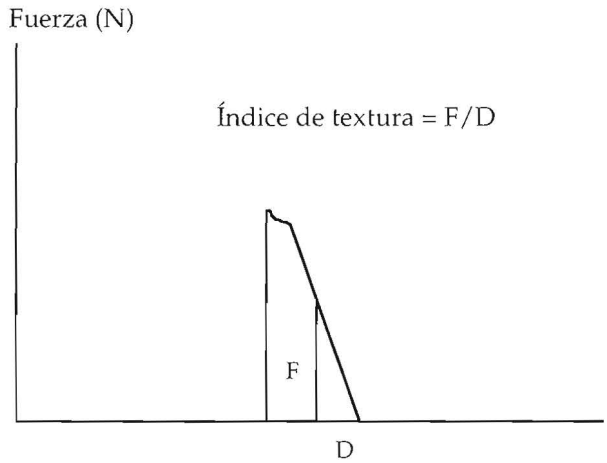


Figura 1. Gráfico del test de compresión realizado con la prensa Instron sobre un champiñón. Determinación del índice de textura

Figure 1. Force-distance curve of compresion test made on a mushroom cap with the Instron Testing machine

deterioro del color se determinó mediante la diferencia del parámetro L del día 7 en los de 4°C o del día 4 en los de 17°C respecto al del día cero.

Se aplicó el análisis de la varianza a las características iniciales de los champiñones para los dos factores florada y ciclo de cultivo, realizando la comparación de medias mediante el test de Tukey. Se analizó la correlación de Pearson entre las características iniciales de los champiñones, el grado de desarrollo y el deterioro del color después de la recolección.

Resultados y discusión

Las características de los champiñones utilizados en los seis ensayos realizados, mostraron diferencias entre los dos ciclos de cultivo y entre las floradas (cuadro 1). Los valores de L relativos al color fueron mayores en el ciclo I que en el II aunque solo resultó significativa la diferencia entre las segundas floradas. La textura fue, en general, más firme en el ciclo II que en el I, y dentro de cada ciclo fueron más firmes los champiñones de la tercera florada y menos los de la primera. Así mismo, el contenido en materia seca de las dos primeras floradas fué mayor en el ciclo II, y no resultó significativa la diferencia de materia seca entre las terceras floradas de los dos ciclos. Los polifenoles son más abundantes en las primeras floradas de los dos ciclos confirmando los resultados de BURTON (1998).

La variación del parámetro L, que se considera como un índice del deterioro del color, presentó valores absolutos más pequeños en el ciclo II que en el I, así como en la tercera florada respecto a la primera, en el almacenamiento a 4°C (cuadro 2). Al determinar la correlación entre las características iniciales de los champiñones y el ΔL, se obtuvo un coeficiente significa-

Cuadro 1
Características de los champiñones de los seis ensayos en el momento de la recolección
Table 1
Characteristics of mushrooms at harvest

Ciclo de cultivo	Florada	Color (L)	Textura N/mm	Materia seca (%)	Polifenoles totales (%)
I	1.ª	91,4bce	16,2a	8,06d	1,22a
	2.ª	92,7a	16,9a	8,22cd	0,85c
	3.ª	92,3ab	20,1b	8,41bc	0,80c
II	1.ª	90,6ce	22,4c	9,10a	1,20a
	2.ª	90,2e	25,2c	9,25a	0,79c
	3.ª	91,5bc	29,1d	8,68b	0,98b

Los valores seguidos por distintas letras son significativamente diferentes para $P \leq 0.05$.

tivo para $P \leq 0,001$, entre la textura y el ΔL del almacenamiento a 4°C. A 17°C también fué menor la variación de L en las dos primeras floradas del ciclo II que en las correspondientes del ciclo I, pero no así en las terceras floradas, por lo cual la correlación con la textura no resultó significativa.

El hecho de que los polifenoles sean más abundantes en la primera florada no se refleja claramente en un mayor grado de pardeamiento de esta respecto a las otras dos, y la correlación entre polifenoles y el ΔL no resultó significativa. No obstante, el que la primera florada tenga una textura menos firme y un mayor contenido de polifenoles puede explicar en parte, la observación realizada por los cultivadores en relación con una mayor pérdida de calidad de esta florada.

El índice de desarrollo alcanzado por los champiñones después de la recolección, fue mayor en el ciclo I que en el ciclo II, tanto a 4°C como a 17°C (cuadro 3) y se obtuvo una correlación significativa ($P \leq 0,05$) entre la textura inicial de los champiñones y el incremento del índice de desarrollo a 17°C. Estos resultados confirman lo ya observado por SIMÓN y GURRÍA (1998a), según lo cual los champiñones con mayor textura y contenido en materia seca presentaron un menor grado de desarrollo a 10°C manteniéndose más tiempo cerrados.

Estos resultados se reflejaron en la vida útil de los champiñones que fué un día menor en las dos primeras floradas del ciclo I respecto a las del ciclo II, a 17°C, y en la primera florada del ciclo I respecto a la del ciclo II, a 4°C, siendo el índice de desarrollo el factor limitante (cuadros 4 y 5). La incidencia del pardeado sobre la vida útil no se evidencia en este trabajo, debido a la interferencia de la mancha bacteriana como factor limitante.

Aunque los champiñones de las dos primeras floradas del segundo ciclo mostraron un contenido en materia seca superior a las del primero, a la vez que una textura más firme, no ocurrió lo mismo en la tercera

Cuadro 2
Variación del color (ΔL) de los champiñones en el almacenamiento a 4°C durante 7 días y a 17°C durante 4 días
Table 2
Colour variation (ΔL) of stored mushrooms at 4°C during 7 days and at 17°C during 4 days

Ciclo de cultivo	Florada	Color (L) a 4°C			Color (L) a 17°C		
		Día 0	Día 7	ΔL	Día 0	Día 4	ΔL
I	1.ª	91,3	88,7	-2,6	91,3	88,6	-2,7
	2.ª	92,7	90,0	-2,6	92,7	88,4	-4.3
	3.ª	92,3	90,8	-1,5	92,3	90,5	-1,8
II		0,6	89,2	-1,4	90,6	88,7	-1,9
	2.ª	90,2	89,7	-0,5	90,2	88,5	-1.7
	3.ª	91,5	91,2	-0,3	91,5	88,5	-3,0

Cuadro 3
Grado de desarrollo de los champiñones en el almacenamiento a 4°C durante 7 días y a 17°C durante 2 días
Table 3
Developing rate of stored mushrooms at 4°C during 7 days and at 17°C during 2 days

Ciclo de cultivo	Florada	Índice de desarrollo a 4°C			Índice de desarrollo a 17°C		
		Día 0	Día 7	Δ ID	Día 0	Día 2	Δ ID
I	1.ª	1,83	3,37	1,46	1,83	3,20	1,37
	2.ª	1,66	2,25	0,65	1,66	3,70	2,04
	3.ª	1,66	2,33	0,73	1,66	2,41	0,75
II	1.ª	1,83	2,12	0,29	1,83	2,16	0,33
	2.ª	1,33	2,12	0,79	1,33	2,04	0,71
	3.ª	1,60	1,66	0,06	1,60	1,75	0,15

florada, por lo que la correlación entre textura y materia seca no resultó significativa en este caso. No obstante, se obtuvo una correlación significativa entre estos dos parámetros, al considerar las tres primeras floradas de seis ciclos de cultivo (datos no publicados) lo que junto con los resultados de GORMLEY (1969) y NOBLE *et al.* (1997), confirman la relación existente entre la firmeza de los champiñones y el contenido en materia seca.

Los resultados de este trabajo sugieren que los champiñones con una textura más firme y un mayor contenido en materia seca tardan más a desarrollarse y a oscurecerse después de la recolección. La menor firmeza de los champiñones recién recolectados puede significar que las paredes celulares sean menos resistentes y que lleguen antes a la senescencia que se manifiesta en el desarrollo más rápido de los carpóforos y del pardeamiento enzimático. Por otra parte, el mayor contenido en materia seca se ha asociado con un mayor contenido en manitol (KALBERER, 1990) que es el principal sustrato respiratorio del champiñón después de la recolección (HAMMOND y NICHOLS, 1977). Debido a esto, es posible que los champiñones con un mayor contenido en materia seca tarden más en desarrollarse y tengan una mayor vida útil.

La primera florada, generalmente, presenta una textura menos firme que la segunda o tercera florada, pero también hay diferencias atribuibles al ciclo de cultivo que dependen de las condiciones de cultivo adoptadas por el cultivador que suministró la materia prima. Un exceso de agua en cobertura da lugar a una disminución de la materia seca y una humedad relativa ambiental elevada (95%) también produce una textura más blanda y mayor susceptibilidad al daño mecánico (CAREY y O'CONNOR, 1991). Por otro lado, con coberturas de 3 cm de espesor se producen champiñones con mayor contenido en materia seca

Cuadro 4
Vida útil de los champiñones en cada ensayo de almacenamiento a 4°C
Table 4
Mushrooms shelf life on several storage trials at 4°C

Ciclo de cultivo	Florada	Vida útil (días)	Factores limitantes
I	1.ª	5	Índice de desarrollo, pardeado
	2.ª	8	Manchas pardeadas
	3.ª	6	Mancha bacteriana
II	1.ª	7	Manchas pardeadas
	2.ª	5	Mancha bacteriana
	3.ª	9	Manchas pardeadas

Cuadro 5
Vida útil de los champiñones en cada ensayo de almacenamiento a 17°C
Table 5
Mushrooms shelf life on several storage trials at 17°C

Ciclo de cultivo	Florada	Vida útil (días)	Factores limitantes
I	1.ª	1	Índice de desarrollo, mohos
	2.ª	1	" "
	3.ª	2	" "
II	1.ª	2	Índice de desarrollo, mohos
	2.ª	2	" "
	3.ª	2	" "

que con espesores de 6 cm (KALBERER, 1990) que también son más firmes (NOBLE *et al.*, 1997).

Un conocimiento mayor sobre como influyen las condiciones de cultivo sobre las características de calidad de los champiñones en el momento de la recolección, y el control informático de dichas condiciones puede conducir a la obtención de un producto de máxima calidad y vida útil.

Bibliografía

BARTLEY C.E., BEELMAN R.B., WINNETT J.R. 1991. Factors affecting colour of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*) prior to harvest and during postharvest storage. En: Science and Cultivation of Edible Fungi. Maher (ed.) Balkema Rotterdan. 689-694.

BEELMAN R.B., SIMONS S.S., MIKLUS M.B. 1995. Relationship between copper accumulation and yield and quality of fresh mushrooms. En: Science

and Cultivation of Edible Fungi. Elliot (ed.) Balkema Rotterdan. 765-770.

BURTON K.S. 1988. The effects of storage and development on Agaricus bisporus proteases. J. Hort. Sci. 63(1) 103-108.

BURTON K.S., NOBLE R. 1993. The influence of fluh number, bruising and storage temperature on mushroom quality. Postharvest Biology and Technology 3, 39-47.

CAREY A.T., O'CONNOR T.P. 1991. Influence of husbandry factors on the quality of fresh mushrooms (Agaricus bisporus). En: Science and Cultivation of Edible Fungi. Maher (ed.) Balkema Rotterdan. 673-682.

CHOI S.W., SAPERS G.M. 1994. Effects of washing on polyphenol oxidase in commercial mushrooms (Agaricus bisporus). J. Agric. Food Chem. 42, 2286-2290.

GORMLEY T.R. 1969. Texture studies on mushroom. J. of Food Technology 4, 161-169.

HAMMOND J.B.W., NICHOLS R. 1977. Carbohydrate metabolism in Agaricus bisporus (Lange) Imbach: Metabolism of (C14) laballed sugars by sporophores and mycelium. New Phytologist 79, 315-325.

KALBERER P.P. 1990. Influence of the water potential of the casing soil on crop yield and on dry-matter content, osmotical potential and mannitol content of the fruit bodies of Agaricus bisporus. J. of Horticultural Science 65 (5), 573-581.

KUKURA J.L., BEELMAN R.B., PEIFFER M., WALSH R. 1998. Calcium chloride added to irrigation of muhrooms (Agaricus bisporus) reduces postharvest browning. J. of Food Science 63 (3), 454-457.

NOBLE R., RAMA T., MILES S., BURTON K.S., STHEPHENS T.M., REED J.N. 1997. Influence of compost and casing layer depths on the mechanical properties of mushrooms. Ann. Appl. Biol. 131, 79-90.

SLINKARD K., SINGLETON V.L. 1977. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. Am. J. Enol. Vitic. 28 (1), 49-55.

SIMÓN A., GURRIA A. 1998a. Empaquetado de champiñón (Agaricus bisporus) con cuatro tipos de film plástico. Alimentaria nl 293, 57-62.

SIMÓN A., GURRIA A. 1998b. Influencia de varios tratamientos de riego y de la florada sobre la calidad postrecolección del champiñón (Agaricus bisporus). Información Técnica Económica Agraria. 94v (1), 21-31.

SOLOMON J.M., BEELMAN R.B., BARTLEY C.E. 1991. Addition of calcium chloride and stabilized chlorine dioxide to irrigation water to improve quality and shelf life of Agaricus bisporus. En: Science and Cultivation of Edible Fungi. Maher (ed.) Balkema Rotterdan. 695-701.

ROY S., ANANTHESWARAN R.C., BEELMAN R.B. 1995. Fresh mushroom quality as affected by modified atmosphere packaging. J. of Food Science. 60 (2). 334-340.

(Aceptado para publicación el 5 de junio de 2000)