

PROCESAMIENTO TÉRMICO DE *AGARICUS BISPORUS* Y CONTROL DE SUS VARIABLES

N. Salas de la Torre *, D. Bazán, A. Osorio, O. Cornejo, L. Reyna, M. García Pantigozo, H. Carhuanchu

Resumen: El objetivo principal de este trabajo es establecer el uso controlado del calor como función del pH para destruir todos los microorganismos, sean estas bacterias anaeróbicas obligadas termófilas y esencialmente mesófilas. La bacteria esporulada más resistente al calor es *Clostridium botulinum* y se considera microorganismo indicador de la esterilización. Otro parámetro de control muy importante es la calidad de la materia prima que pueda resistir las operaciones de procesamiento térmico, la clasificación se efectúa en función al tamaño de sombrero, peso, color y forma.

Palabras claves: procesamiento térmico, *agaricus bisporus*, hongos comestibles.

Abstract: The main objective of this work to establish the controlled use of heat as a function of the pH in order to destroy all the microorganisms that are this bacterias anaerobic forced thermopiles and essentially mesófilas. The bacteria more resistant esporulada to the heat is *Clostridium botulinum* and it is considered indicative microorganism of the sterilization. Another parameter of very important control is the quality of the matter it prevails that it can resist the operations of thermal prosecution, the classification is made in function to the hat size, weight, color and it forms.

Key words: Thermal prosecution, *Agaricus bisporus*, eatable mushrooms.

INTRODUCCIÓN

El procesamiento térmico implica el uso controlado del calor para destruir todos los microorganismos, sean estas bacterias, levaduras o mohos que pueden estar presentes en los alimentos.

El nivel de calor empleado en la conservación de los alimentos está en función del grado de acidez, expresado como pH, que determina la flora microbiana existente en el alimento.

Los alimentos que tienen $\text{pH} < 4,5$ son alimentos ácidos y son sometidos a pasteurización, es decir, se aplican temperaturas menores a 100°C , generalmente se tratan de líquidos.

Los alimentos que tienen $\text{pH} > 4,5$, son alimentos semiácidos y son sometidos a tratamiento térmico más severo que se conoce como esterilización o appertización y se lle-

va a cabo a temperaturas mayores a 100°C y por tiempo más prolongado.

La línea que divide a los alimentos semiácidos y ácidos es muy importante, porque la bacteria esporulada más resistente al calor es el *Clostridium botulinum*, que no puede crecer ni producir toxina a un pH por debajo de 4,6.

Por otro lado, muchas bacterias pueden presentarse en su forma vegetativa o de crecimiento y en su forma de spora o latente. Las esporas son mucho más resistentes al tratamiento térmico que las formas vegetativas. Es en base a este comportamiento que se han estudiado los microorganismos, seleccionándose cierto tipo de bacterias como microorganismos indicadores.

Clostridium botulinum es la bacteria patógena más resistente al calor y se considera microorganismo indicador para la esterilización. Esta bacteria es anaerobia obligada mesofílica.

MATERIALES

Muestra: *Agaricus bisporus*, vinagre blanco, aceite de oliva, ácido cítrico, cloruro de sodio, aromatizantes

EQUIPOS

Autoclave Labor muszeripari (P máx. = 2,5 atm), balanza de precisión Terraillon con cap. de 10 kg con exactitud de 0,1g., balanza analítica Ohaus con exactitud de ,001 g., selladora de latas, tinas, bandejas, ollas, cucharillos de acero inoxidable.

PROCESO EXPERIMENTAL

Materia prima

Para obtener un producto enlatado de calidad se requiere trabajar con materia prima de primera calidad.

Los hongos son muy susceptibles a golpes, magulladuras, alteraciones de calor y rotura del velo, etc., por consiguiente, deberá efectuarse una buena selección de materia prima sana, fresca y dura que pueda resistir las operaciones de procesamientos.

Peso

Previo a la limpieza y lavado debe controlarse el peso, este dato nos servirá para determinar el porcentaje de pérdidas, así como determinar el rendimiento.

Selección

Se selecciona aquellos hongos cuyo diámetro oscila entre 3,5 a 5,5 cm (expansión máxima del sombrero), mostrando un color blanco marfil, que estén sanos, no puntos oscuros ni manchas o rotura del sombrero.

Clasificación

Obedece a una separación en función a parámetros como grado de madurez, tamaño del sombrero, peso, color y forma. Los hongos

para enlatados pueden presentarse como botones, en mitades o trozados en láminas.

Corte del pie

Es necesario dejar 1cm de pie adherido a la cabeza. Puede realizarse en forma manual o mecánica.

Limpieza

Se efectúa en forma delicada con escobilla de cerdas finas evitando cualquier deterioro del tejido. Eliminamos en esta etapa restos de tierra, compost, o partículas extrañas.

Lavado

Inmersiones sucesivas en agua y enjuague final con solución de bisulfito de sodio que contenga 5 ppm, con lo que disminuimos la carga microbiana existente.

Blanqueado o escaldado

La finalidad del blanqueado es inactivar las enzimas que pudieran alterar el color, el sabor, (catalasa, peroxidasa, polifenoloxidasa, etc.). Igualmente se logra aumentar la permeabilidad de las paredes celulares.

Con el blanqueo reducimos la carga microbiana, ablandamos el tejido y reducimos su volumen aparente, logrando un acondicionamiento ideal en el envase.

Logramos eliminar gases o aire de los espacios intercelulares, lo que disminuye grandemente las reacciones de oxidación.

En el escaldado empleamos agua a 100°C con 2,5% en peso de NaCl y 1% en peso de ácido cítrico.

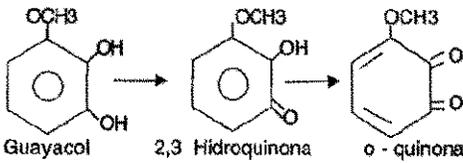
Tiempo de inmersión empleado: 3-4 minutos.

Control:

- Prueba de la catalasa:



- Prueba de la peroxidasa:



- Prueba de Pirocatecol: solución 1%

Presencia de color marrón sobre el tejido si las enzimas no han sido inactivadas.

Cocción

Finalizado el escaldado, escurrir los hongos y colocar en olla, adicionando por cada kilogramo de hongos añadir 0,3 L de vinagre y 0,7 L de agua, 3 hojas de laurel, 3 dientes de ajo, 6 gr de pimienta negra, ½ cucharadita de orégano. Tiempo de cocción: 5 min.

Ecurrido

Para facilitar el escurrido pueden colocarse en bolsa de gasa los aromatizantes (pimienta, orégano).

Llenado

Se emplea como solución de cubierta aceite de oliva y vinagre blanco en relación (1: 0,3), a una temperatura de 90 – 95°C.

Deberá dejarse espacio de cabeza para facilitar el exhausting.

Exhausting o evacuado

Las latas ingresan a cámara de vapor del exhaustor con la finalidad de eliminar los gases ocluidos y oxígeno disuelto que ocasionarían problemas de corrosión, decoloración del producto y presencia de m. o. aerobios.

Sellado

El sellado de latas se efectuó en una selladora mecánica, cuidando que el sellado sea hermético y uniforme.

Tratamiento térmico

El tratamiento térmico se llevó a cabo en autoclave, a temperatura de 115°C, presión de 15 lb/ pulg 2 y tiempo de 20 min. Se optó por esta temperatura por cuanto el pH de agaricus está próximo a 4,5.

Enfriamiento brusco

Se emplearon corrientes de agua helada para llevar la temperatura a 32°C rápidamente logrando un choque térmico efectivo, que nos garantice la inocuidad del producto (muerte de microorganismo por plasmólisis) y evitar la sobre cocción.

Etiquetado

Previo al etiquetado deben examinarse las latas, éstas deben presentar las superficies ligeramente cóncavas, lo que nos habla de un buen vacío.

Seguidamente se procede al etiquetado y empaquetado de latas en cajas de 24 latas.

Almacenamiento

Las cajas son conservadas en ambiente seco, ventilado dotado de anaqueles y de fácil desplazamiento.

Cálculo de tiempo de procesamiento térmico

Para el cálculo del tiempo de procesamiento térmico existen muchos métodos, los que se basan en:

1. La curva de penetración del calor en el alimento.
2. La curva de destrucción térmica del microorganismo contaminante.

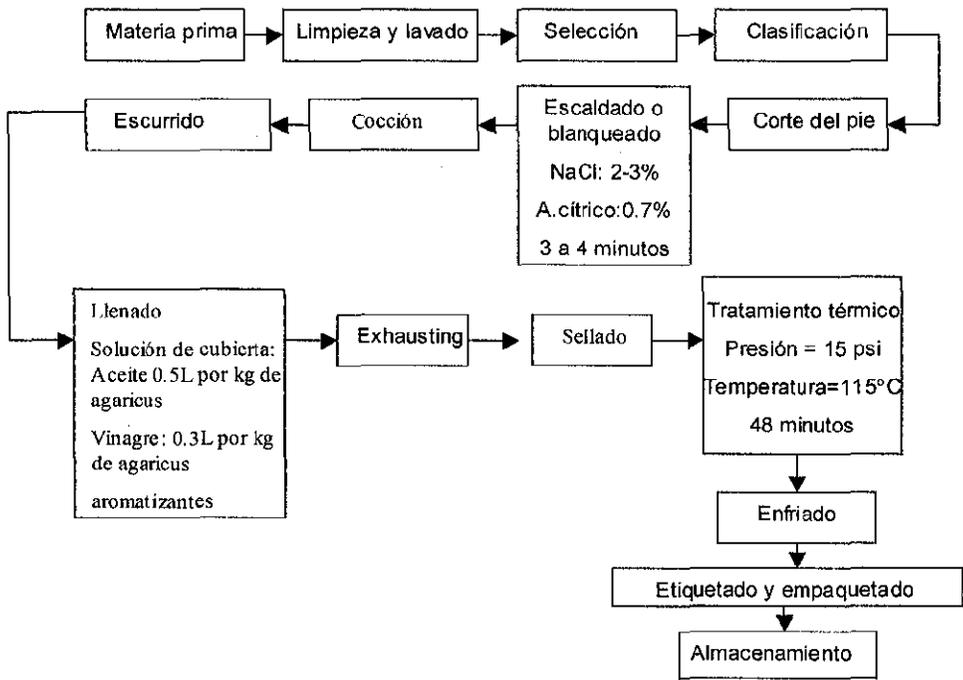
Método matemático de Ball:

Un balance de energía diferencial entre el alimento que gana calor y el vapor que cede da como resultado

$$mC_p \frac{dT}{dt} = UA(T_s - T_i) \quad (1)$$

DIAGRAMA DE FLUJO

ENLATADO DE AGARICUS BISPORUS EN ACEITE DE OLIVA



Donde m es la masa del alimento, C_p es el calor específico, U es el coeficiente global de transferencia de calor, A es el área de transferencia de calor; T es la temperatura y θ es el tiempo.

Considera que el producto sellado se encuentra a una temperatura uniforme inicial ($T_i = T_1$) y es expuesto repentinamente a una temperatura diferente (T_r), que se conoce como temperatura de retorta. Integrando la ecuación anterior y arreglando obtenemos

$$\log(T_r - T_i) = \log(T_r - T_1) - \frac{UA}{2.3mC_p} \cdot \theta \quad (2)$$

Esta última ecuación sigue un comportamiento lineal al graficar $\log(T_r - T_i)$ frente al tiempo.

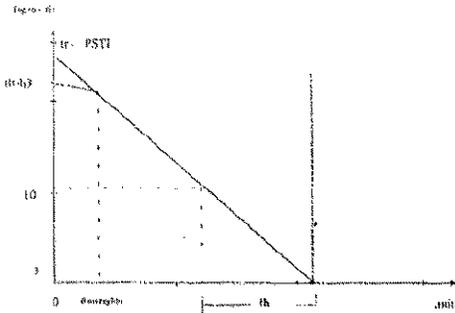
DETALLES EXPERIMENTALES

Temperatura de retorta, $T_r = 239^\circ \text{F}$

Temperatura punto frío en el tiempo = T_i
Temperatura inicial, $T_1 = 165^\circ \text{F}$

Tabla N.º 1. Temperatura en función del tiempo

tiempo (minutos)	$T_i(^{\circ}\text{F})$
16	165
19	185
21	194
24	202
27	211
30	217
33	222.8
36	226
39	229
42	231.8
45	232.9
48	234.7
51	236.3
54	237.4
57	237.2
60	236.8
63	225.5
66	200.1



$$m = \frac{1}{fh} \quad (3)$$

$$3 \text{ en } 2 : \log (tr - ti) = \log (tr - t_1) - \frac{1}{fh}$$

$$\theta = fh \cdot \log \frac{J (tr - t_1)}{(tr - ti)}$$

$$g = tr - ti :$$

$$\theta = fh \cdot \log \frac{J (tr - t_1)}{g}$$

Haciendo los cálculos obtenemos:

$$\text{Pendiente} = m = \frac{1}{fh} = 28,0$$

Del gráfico : Tiempo muerte térmica vs. Temperatura ($^{\circ}$ F)

$U = 10$ min (tiempo de muerte)

$$\text{entonces, } \frac{fh}{u} = 2,8$$

Del gráfico : fh/u vs g

$$g = 2,1$$

$$\psi = 28,0 \log \frac{1,5 (239 - 165)}{2,1}$$

$$\psi = 48,2 \text{ min}$$

CONCLUSIONES

1. La temperatura del líquido de gobierno deberá estar entre $90-100^{\circ}\text{C}$, para lograr un buen vacío.
2. Es necesario mantener el lote 15 días en observación antes de su distribución al mercado.
3. A medida que la materia prima sea de óptima calidad se tendrá un producto terminado de alta calidad.

4. Los ensayos experimentales son importantes porque nos sirven para ajustar parámetros, hasta obtener un producto de alta calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Juárez Cabrera, Maritza S. 1993. *Método de Inactivación Enzimática y Calidad de Champiñones ostra (Pleurotus ostreatus) deshidratado por aire caliente*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú.
- [2] Palacios Morachimo, Carlos J. 2002. *Producción Comercial de la Seta Comestible Pleurotus ostreatus*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú.
- [3] Quispe Silva, Gloria P. 1995. *Ensayo de Producción de Pleurotus ostreatus (Jacquin exfr.) Kummer*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú.
- [4] J. G. Brennan 1993. *Las operaciones de la Ingeniería de Alimentos*. Editorial Acribia.
- [5] Desrosier Norman, 1991. *Conservación de los alimentos* Cía. Editorial Continental S. A.
- [6] Guzmán Gastón, 1993. *El Cultivo de los Hongos Comestibles*. Instituto Politécnico Nacional de México.
- [7] Codex Alimentarius, 1992. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias*. Comisión del CODEX Alimentarius, Roma, Italia.
- [8] Rigoberto Gaitán-Hernández, Salmenes, Pérez, Mata, 2002. *Manual Práctico del Cultivo de Setas*. Xalapa, Veracruz, México.
- [9] R.L. Earle, 1998. *Ingeniería de los alimentos, operaciones de procesamiento*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.