

GESTIÓN TECNOLÓGICA EN LA INTENSIFICACIÓN Y DESARROLLO DE LA PASTEURIZADORA PLACETAS

TECHNOLOGICAL ADMINISTRATION IN THE ENHANCEMENT AND DEVELOPMENT OF PLACETAS PASTEURIZER

Omar Pérez Navarro^{1} y Antonio Reymond Álamo¹*

¹ Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Química y Farmacia, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Recibido: Junio 24, 2014; Revisado: Julio 22, 2014; Aceptado: Septiembre 10, 2014

RESUMEN

La principal prioridad de la industria láctea cubana actual es el perfeccionamiento técnico económico de sus procesos para lo cual es necesario aplicar de modo dinámico la ciencia y la innovación tecnológica a partir de la concepción de la gestión tecnológica dirigida al mejoramiento constante de la eficiencia, la reducción de los costos y la intensificación de los procesos. En este sentido es vital el desarrollo de un Modelo Único de gestión que considere los sistemas de gestión de la calidad, medio ambiente y energía. Partiendo de las tendencias actuales de la intensificación de procesos en la industria alimentaria y los requerimientos para la implementación del Modelo Único de Gestión como elemento novedoso dentro de la metodología general para la gestión tecnológica en plantas lecheras se aborda el perfeccionamiento técnico económico de la Pasteriuzadora Placetatas a partir del estudio detallado del proceso y la aplicación del análisis complejo de procesos. Para ello se desarrolla el estudio de diagnóstico de la situación real en planta, se particularizan las especificaciones de cada uno de los sistemas de gestión y se establecen un grupo de mejoras tecnológicas en el sentido de la intensificación de los procesos. Se determinan las potencialidades internas para favorecer la eficiencia de los procesos y se proponen mejoras tecnológicas que involucran el perfeccionamiento de los sistemas de refrigeración, de generación de vapor y el esquema de uso del agua de usos tecnológicos.

Palabras clave: calidad, energía, gestión, leche, medio ambiente, tecnología.

Copyright © 2014. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

* Autor para la correspondencia: Omar Pérez, Email: omarpn@uclv.cu

ABSTRACT

The main priority of the current Cuban milky industry is the economic technical improvement of its processes for that which is necessary to apply in a dynamic way the science and the technological innovation starting from the conception of the technological administration directed to the constant improvement of the efficiency, the reduction of the costs and the escalation of the processes. In this sense it is vital the development of a Unique Model of administration that considers the systems of administration of the quality, environment and energy. Leaving of the current tendencies of the escalation of processes in the alimentary industry and the requirements for the implementation of the Unique Pattern of Administration like novel element inside the general methodology for the technological administration in plants milkmaids the economic technical improvement of the Placetas pasteurizer is approached starting from the detailed study of the process and the application of the complex analysis of processes. For it is developed it the study of diagnostic of the real situation in plant, the specifications are particularized of each one of the administration systems and they settle down a group of technological improvements in the sense of the escalation of the processes. The internal potentialities are determined to favor the efficiency of the processes and they intend technological improvements that involve the improvement of the refrigeration systems, of generation of vapor and the outline of use of the water of technological uses.

Key words: quality, energy, administration, milk, environment, technology.

1. INTRODUCCIÓN

La industria agroalimentaria cubana ha enfrentado en los últimos años un considerable descenso en sus producciones, debido fundamentalmente a la disminución de las producciones agropecuarias destinadas a la industria y con ello de su eficiencia, lo que ha implicado el establecimiento de nuevas estrategias de desarrollo, encaminadas fundamentalmente a atenuar los efectos negativos existentes en la producción de alimentos.

El análisis de procesos como la aplicación de métodos científicos de reconocimiento y definición de problemas y el desarrollo de procedimientos para su solución ha sido utilizado en esta industria para el perfeccionamiento tecnológico, sin embargo se presenta como rasgo común que el interés se dirige hacia análisis parciales que no abarcan todos los requerimientos de calidad total y las potencialidades y reservas de eficiencia existentes en sus procesos (Reymond, 1999). Estos reportes carecen, por lo tanto de un enfoque de gestión tecnológica, fundamentado en la aplicación de una Estrategia Tecnológica Integral, desaprovechando la posibilidad de que la instalación opere en función de las condiciones del mercado, mediante la promoción del cambio tecnológico, el apoyo de las habilidades tecnológicas y el desarrollo de la investigación, como herramienta para el incremento capacidad de producción y la eficiencia.

El trabajo analiza la gestión tecnológica para la industria láctea como un modelo integrado para la gestión de la calidad, el medio ambiente y la energía y aplica esta concepción a las condiciones específicas de la Pasteurizadora Placetas, permitiendo

identificar deficiencias y proponer mejoras integrales en el sentido de la intensificación y el desarrollo del proceso.

Los logros del trabajo se sustentan, en lo metodológico por la aplicación de un procedimiento general con enfoque sistémico y situacional de la gestión e innovación tecnológica en la industria láctea y los procedimientos específicos que lo integran y en lo científico por la concepción de un modelo único de gestión tecnológica que abarca de manera integrada la gestión energética, de la calidad y el medio ambiente.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La Gestión Tecnológica representa un factor clave en los procesos de búsqueda, generación, conservación, protección y generalización del nuevo conocimiento dentro de las empresas. Define su objetivo en administrar la tecnología para el fortalecimiento de la competitividad, mediante la promoción del cambio tecnológico, el apoyo de las habilidades tecnológicas y el desarrollo de la investigación, como herramienta para la capacidad de producción (Bosh y col., 2000). Por otra parte se considera la Gestión Tecnológica en las industrias como la gerencia proactiva y sistemática de todos los factores, acciones y herramientas asociadas con la adquisición o generación del nuevo conocimiento en el proceso de desarrollo tecnológico, en sus múltiples dimensiones (Faloh, 2007). Coadyuvar entonces, a la incorporación de las variables tecnológicas en la producción de bienes y servicios, a fin de incrementar su eficiencia, constituye una necesidad en la intensificación y desarrollo de la industria cubana actual y muy especialmente de la industria láctea, rama agropecuaria que en la actualidad presenta deterioro de origen multifactorial en sus resultados de eficiencia técnica, económico financieros, de calidad y de impacto ambiental.

En esta dirección, la gestión tecnológica guarda estrecha relación con el Análisis Complejo de Procesos que constituye un importante método científico que permite elaborar estrategias de redimensionamiento y diversificación y ejecutar tareas de intensificación constituyendo un método eficaz para la ejecución de la innovación y gerencia en la industria de procesos cubana. El mismo basa su aplicación en los métodos particulares de otras ciencias y en la teoría general de los sistemas y se refiere a la aplicación de métodos científicos de reconocimiento, definición de problemas y al desarrollo de procedimientos para su solución (González, 1991).

Tradicionalmente en la industria alimenticia se han analizado estos sistemas por separado, sin embargo algunos autores han aplicado un enfoque integrado de esta problemática aplicada al procesamiento de lácteos y derivados (Reymond, 1999); (Pérez, 2007) empleando la concepción del análisis complejo de procesos como herramienta de identificación e intensificación de los procesos y considerando que de acuerdo a sus peculiaridades en este tipo de industrias:

- Existen combinaciones de procesos principales, generalmente formados por subprocesos (Leche, Helados, Yogurt, Queso) que tienen como rasgo común la materia prima fundamental empleada, que es la leche fresca acopiada según las condiciones agropecuarias del país y que reciben los servicios auxiliares (refrigeración y vapor) de procesos comunes cuya eficiencia solo puede evaluarse a partir del análisis de los procesos integrados.

- Son procesos muy exigentes desde el punto de vista de la refrigeración y las instalaciones existentes presentan deterioro tecnológico considerable lo que unido a concepciones y disciplina tecnológica inadecuadas genera defectos de calidad, baja eficiencia material y energética e impacto ambiental severo.

El Sistema HACCP, que es el sistema de aseguramiento de la calidad más difundido en la industria láctea, es un estudio sistemático y metódico que permite identificar y evaluar los peligros y riesgos asociados a la fabricación, distribución y utilización del producto alimenticio, y definir los medios necesarios para su control. Su principal objetivo es la obtención de alimentos inocuos

El planteamiento del aseguramiento de la calidad como primer paso para el logro de un sistema dinámico y eficiente de gestión de la calidad presupone, el cumplimiento de los programas de prerrequisitos basados en las buenas prácticas de manufactura. Un correcto programa de prerrequisitos evitará que potenciales de bajo riesgo se transformen en peligros graves que afecten la seguridad del alimento, brindando las condiciones ambientales, de infraestructura y de operativa básicas para la producción de alimentos inocuos.

Los sistemas de gestión de la inocuidad que se aplican actualmente en la industria láctea nacional tienen por consiguiente una visión limitada de la concepción de calidad total puesto que consideran la inocuidad pero no los aspectos físico químicos expresados, en última instancia, en la valoración sensorial, de gran importancia para este tipo de producto y sus derivados e ignoran la lógica relación entre la calidad y la eficiencia material y energética.

Las herramientas fundamentales para la auditoría y el modo de gestionar la eficiencia energética se basan en el empleo del análisis complejo de procesos y por lo tanto abarcan la modelación matemática de los procesos existentes, usando modelos simples que caractericen acertadamente el proceso, preferiblemente fenomenológicos elaborados a partir de los balances de materiales y energía. Del mismo modo se acude a la simulación y optimización a partir de dichos modelos y se emplean métodos automatizados avanzados. A partir de estas consideraciones la orientación de la gestión energética en la industria láctea es hacia:

1. La identificación, caracterización y tratamiento de los puntos débiles del proceso y la rápida solución de los que pueden resolverse con mejoras internas sin requerir inversión y el análisis de factibilidad por alternativas para las propuestas de inversión por métodos adecuados.
2. El análisis integral del proceso, con prioridad en el tratamiento a la leche fresca como corriente básica, los ciclos de operación y limpieza de los intercambiadores de calor y muy especialmente la disciplina y cultura tecnológicas seriamente afectadas en la actualidad. Análisis de las posibles mejoras en la tecnología, métodos de intercambio apropiados, parámetros tecnológicos óptimos, control de pérdidas energéticas y flexibilidad de los sistemas energéticos ante cambios tecnológicos generados por la estrategia corporativa.

Por analogía con los sistemas de gestión de la calidad y la energía y sus vínculos, la gestión medio ambiental posibilita la mejora continua en relación con el medio ambiente, por lo que el sistema de gestión ambiental requiere de evaluación de peligros

e impactos a través de la realización de auditorías ambientales y por analogía permite identificar puntos de insuficiencia y promover las mejoras necesarias.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Partiendo del esquema tecnológico y la definición de las Variables de Influencia y las relaciones adicionales se procedió a la determinación de los modelos matemáticos para las variables básicas del balance de materiales, combinando el método tradicional y el topológico y el balance de energía aplicando la metodología propuesta para este tipo de industrias (Pérez, 2007).

Los modelos obtenidos y los resultados de su aplicación en las condiciones históricas en planta permitieron identificar las principales deficiencias materiales y energéticas del proceso estableciéndose un plan de mejoras que integran la variable tecnológica en lo energético, en lo ambiental, de calidad y en lo técnico económico.

La auditoria de calidad y dentro de ella la evaluación de la disposición en planta permitió identificar inconformidades respecto a los prerrequisitos de la denominación “Establecimiento”, debido a que en el diseño original de la instalación no fueron tomados en cuenta los aspectos esenciales de “la marcha hacia adelante” y comúnmente se encontraron cruces entre corrientes de procesos, envases, y personal, sin existir una adecuada delimitación física de zonas según las exigencias de higiene. En ese sentido, se propusieron modificaciones que permiten garantizar los prerrequisitos en el área productiva para la implementación del sistema HACCP, cuyo efecto se aprecia en el contraste entre la situación en planta propuesta y la actual.

Adicionalmente y también como parte del sistema de gestión de la calidad se realizó la propuesta, análisis y ponderación de peligros para el sistema HACCP, determinando los puntos críticos de control (PCC) requeridos y las acciones de monitoreo, verificación y correctivas para cada uno de ellos y por analogía con la definición de los Puntos Críticos de Control, se propusieron Puntos de Control (PC) que amplían el campo de acción del aseguramiento de la calidad hacia el aspecto sensorial, lo cual es un elemento novedoso no tenido en cuenta hasta el momento en el diseño de estos sistemas.

La aplicación combinada de la auditoria energética y el análisis de procesos permitió determinar las principales deficiencias presentes en los sistemas de generación y uso de la energía:

- Las pérdidas de vapor están en el orden de 10,71 % y el rendimiento del generador de vapor calculado por el método directo, fue del 67,7 % considerado bajo a causa de inestabilidad en el consumo de vapor y por el método indirecto fue de 86,5 %, ligeramente superior al valor de diseño. La eficiencia térmica del sistema es del 89,29%
- La eficiencia térmica de la refrigeración efectuada en bancos de hielo, nevera y congelador de helados es 8,64 %, 0,61 % y 21,72 % respectivamente por lo que se aprovecha muy poco la producción de frío, fundamentalmente en los evaporadores de alta.

Se detectaron otras dificultades generales vinculadas con la eficiencia de la generación y uso de la energía, tales como:

- No existe economizador en la caldera y la temperatura promedio de los gases de escape es 280-340 °C, siendo 220 °C valor de diseño y no se recuperan los condensados de los equipos tecnológicos.
- Defectos de raspado en el congelador de helados, originado por desgaste mecánico en el conjunto cuchillas-camisa del cilindro congelador.
- Inadecuada combinación de los fluidos de enfriamiento de mezcla de helados y soyurt al enfriarse ambos flujos con agua glacial, existiendo disponibilidad de agua a temperatura ambiente y capacidad disponible en la red de bombeo de la misma.

A partir de estos resultados se propusieron mejoras que no requieren inversión apreciable:

1. Cambio de la combinación del fluido de enfriamiento de mezcla de helados y soyurt, sustituyendo el agua glacial en los rangos de temperatura en los que el calor puede removerse con agua de uso tecnológico. Con la mejora se logran remover 7.10^5 kJ/día en el soyurt y $2,7.10^5$ kJ/día en el helado que por el método anterior se extraían con agua glacial que desestabilizaba el almacén de frío e incrementaba el consumo de electricidad.
2. Sustitución de las cuchillas del congelador de helados, elevando la eficiencia de remoción de la película congelada y la productividad del equipo. Incrementa la productividad en 30-50 gal/h y reduce el tiempo de trabajo del congelador continuo (12 kW de potencia instalada) desde 12 hasta 9 horas con un ahorro de electricidad de 36 kWh/d.
3. Alimentación de líquido subenfriado de alta presión al congelador de helados con modificaciones leves en la disposición de las tuberías de líquido en el lado de alta. Incrementa la eficiencia térmica de la refrigeración desde 21,7 hasta 26,5 % con reducción del tiempo de trabajo diario de 8 a 6 horas y del consumo eléctrico en 8640 kWh/año.

De la misma manera se propusieron las mejores que requieren inversión.

1. Adquisición y montaje de estación de compresión formada por equipos alternativos de simple etapa, tipo MYCOM. La nueva estación consume nominalmente 30 kW-h/h con una capacidad frigorífica de 71 000 kcal/h, y alcanza los requerimientos de refrigeración del sistema en 18 horas, mientras que el sistema a desmontar consume 40 kW-h/h y genera 62000 kcal/h requiriendo 20 horas diarias de trabajo. El ahorro de electricidad es 260 kWh/día (94 900 kWh/año) equivalentes a 8 541 \$/año que implican un periodo de recuperación de 1,8 años.
2. Recolección de condensados de equipos tecnológicos e Instalación de economizador a la caldera aprovechando el margen potencial de energía de los gases de escape (120 °C) que permiten calentar la alimentación desde 47 hasta 91,7 °C en un economizador de tubos con aletas longitudinales por cuyo lado exterior fluyen 15,7 Kg de gases /Kg de combustible. El economizador requiere un área de intercambio de 3 m² y su operación favorece el funcionamiento del generador reduciendo el consumo de combustible en 29,3 Kg/día (2 770 \$/año) con un periodo de pago de 4,15 años si se opera a la eficiencia actual de 67 %.

Como parte de caracterización de la situación ambiental, se procedió a la identificación de los focos contaminantes latentes, resultantes en elevados consumos de agua de uso

tecnológico por inexistencia de circuito cerrado con enfriamiento para la reutilización y también altos consumos de agua de fregado, de limpieza y de limpieza química (con residuos concentrados de hidróxido de potasio y ácido fosfórico) que forman parte del efluente residual

El análisis de las afectaciones a la carga devino propuestas de mejora de los tratamientos primarios y los sistemas de limpieza. Mayor rigor requirió el tratamiento de la reducción del volumen para lo cual fue necesario determinar los consumos de agua de limpieza y por los equipos tecnológicos. Se determinó que la reducción del consumo de agua de limpieza está relacionada con la eficiencia y programación de la operación y el elevado consumo de agua de equipos tecnológicos forma parte de una concepción tecnológica errónea, puesto que las instalaciones consumidoras de agua para operaciones de enfriamiento no pueden desecharse sino que forman parte de un sistema cerrado con enfriamiento por intercambio térmico y másico con aire en una torre de enfriamiento, donde solo se repone el agua en déficit por derrames y evaporación.

A este efecto se realizó balance energético en los procesos consumidores de agua de enfriamiento para determinar el flujo y sus condiciones térmicas y se procedió al diseño detallado del sistema de enfriamiento, resultando que la inversión total requerida para la adquisición, montaje y puesta en marcha de la torre empacada, incluyendo la estructura de la torre (acero y plástico), el relleno (plástico), el extractor de aire, la bomba centrífuga y la red de tuberías y accesorios del circuito asciende a \$ 20 550. La factibilidad del proyecto, basada en el valor del agua ahorrada anual no es atractiva económicamente, resultado que de ningún modo puede aceptarse como un elemento discriminador del proyecto dada la importancia de minimizar del impacto ambiental del residual efluente de la entidad, una de las principales industrias del territorio donde está enclavada y además reconocida como uno de los centros contaminantes de la cuenca del río Zaza.

4. CONCLUSIONES

El procedimiento metodológico propuesto para la gestión tecnológica combinada con el análisis complejo de procesos en la intensificación y desarrollo de la industria láctea cubana actual adaptada a sus particularidades y condiciones cuya muestra que:

1. La gestión combinada de la energía, la calidad y el medio ambiente puede generalizarse en la industria láctea nacional, lo cual debe emplear la información de las auditorías tecnológicas, fundamentarse en bases científico metodológicas adecuadas, y permite mejoras tecnológicas a los procesos con efectos técnico-económicos, ambientales y sociales positivos.
2. La Gestión Energética, desarrollada a partir de la información de la auditoría energética con el empleo de las técnicas del análisis complejo de procesos permite desarrollar e intensificar los procesos energéticos con efecto ambientales positivos.
3. El programa de prerrequisitos constituye un elemento práctico que demuestra a las empresas lácteas cubanas cómo, a partir del diagnóstico de su situación real, pueden adecuar sus instalaciones a las exigencias modernas de diseño de las plantas lecheras, evitando los cruces de las corrientes involucradas,

diferenciando las zonas por su exigencia de higiene y programando las relaciones entre ambos elementos.

REFERENCIAS

- Bosh, H. E. y col. “Gestión Tecnológica”, Programa internacional de Gestión Tecnológica, Edición electrónica, Argentina, 2000.
- Faloh, R. “Gestión tecnológica y economía cubana”. Seminario interamericano sobre técnicas modernas en gerencia de la ciencia y la innovación tecnológica, IBERGECYT’07, Ciudad Habana, 2007.
- González, E. (I): “Utilización del análisis de procesos en la intensificación de la producción en las distintas industrias de Cuba”, Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, 1991.
- Pérez, O. Gestión Tecnológica en el perfeccionamiento técnico económico de la Pasteriuzadora Placetas. Tesis presentada en opción al grado de Máster en Análisis de Procesos de la Industria Química. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Cuba, 2007.
- Reymond, A. “La intensificación de procesos en la estrategia integral en plantas pasteurizadoras de leche”. Tesis presentada en opción al grado Doctor de Ciencias Técnicas, Especialidad Ingeniería Química en la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba, 1999.