



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA
EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“PURIFICACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum Officinarum L*)”**

AUTORES:

**Leitón Rosero Fernando P.
Ramírez Calderón Marcelo H.**

DIRECTOR:

Ing. Walter Quezada.MSc

ASESORES:

Dra. Lucía Toromoreno

Ing. Milton Núñez

Ing. Miguel Camacho

2008

Lugar de la investigación: Imbabura-Ecuador

Beneficiarios: Industria de alimentos – Consumidor final

RESUMEN

Utilizando muestras de caña de azúcar del tipo pjojota roja procedentes de la parroquia de Lita, Provincia de Imbabura, se desarrolló una investigación sobre la purificación y estabilización del jugo de caña. Concretamente el estudio consistió en extraer el jugo, purificarlo, estabilizarlo y envasarlo para obtener un producto natural con alto poder edulcorante, energético y un valor nutritivo importante, que podría ser utilizado como materia prima en la industria alimenticia.

La eficiencia del proceso de purificación del jugo virgen de la caña se relaciona con el proceso de mezclado de los componentes antes de la sedimentación. Para el caso se determinó que el pH del jugo debe ser ajustado a un valor de (4,5), la velocidad de agitación (1500 rpm) y el tiempo de agitación (2 min). El análisis estadístico determinó que la relación (pH-velocidad de agitación) son los factores de mayor influencia en el proceso, que permiten mejorar la purificación, hasta 16.10 % de sedimentos en el jugo, que corresponde a 225.33 unidades nefelométricas "NTU", mientras el grado Brix alcanzó un valor 19.13 luego del proceso.

El jugo purificado se sometió a una estabilización mediante dos métodos: esterilización y pasteurización, para obtener un producto química y biológicamente estable. El análisis estadístico determinó que la temperatura y tiempo de proceso, durante el tratamiento son directamente proporcionales a las variables evaluadas (pH, °Brix y turbidez). Para efecto del objetivo de la investigación, se encontró los parámetros óptimos de esterilización en los siguientes niveles: temperatura constante (T=121°C), durante 15 minutos; mientras tanto, en la pasteurización la temperatura debe mantenerse en 65°C, con un tiempo de proceso igual a 29 minutos para estabilizar microbiológicamente y evitar cambios en las características físico-químicas del producto final.

SUMMARY

Using samples of sugar cane of kind of red pjojota whose begin of Lita town in the Imbabura Province developed the present investigation about the purified and establish of the cane juice. Concretely, the study was about how to take out the juice, purify, establish and put in a bottle for obtaining a natural product with a high sweet power, energy and a nutritive value, which is important for the costumer, which could be used as a matter in the food's industry.

The efficiency of the process of purify of the virgin juice of cane take a relation with the process of mixed, of the components before to the sediments For this case, determinate that the PH of the juice should be fitted to a value of (4,5), the speed of shaked (1500 rpm) and time of shaked (2 minutes). The statistics analysis determinated that the relation (ph – speed of shaked) are the factors of biggest influence in the process, which let be the better purify, until 16.10% of sediments in the juice, which correspond to 225.33 units nefelometrics. "NTU", while the degree Brix caughted up a value of 19, 13 after of the process.

The purified juice was submitted to establish through two methods: sterilize and pasteurized, and finally obtain a chemical product and biological establish. The statistical analysis determined that the temperature and time of process, during the treatment are directly proportional to the evaluated variables (pH, °Brix and upset). For effect of the objective of the investigation, he was the good parameters of sterilization in the following levels: constant temperature (T=121°C), during 15 minutes; meanwhile, in the pasteurization the temperature should stay in 65°C, with a time of process similar to 29 minutes to stabilize biological establish and to avoid changes in the physical-chemical characteristics of the final product.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

Materia prima: Caña de azúcar

Insumos: Limón .Carbón Activado .Celulosa

Conservantes: Benzoato de Sodio .Sorbato de Potasio

Equipos: Cámara de flujo laminar . Autoclave .Bomba de vacío .Tanque de sedimentación .Tanque de agitación y acidificación .Columna de vacío .Molino de extracción .Turbidímetro .Agitador de paletas .Refractómetro .Peachímetro .Termómetro .Probetas .Vasos de precipitación

MÉTODOS

La fase experimental de la investigación se realizó en los laboratorios del Centro Ecuatoriano de Investigación de Biotecnología Ambiental “CEBA” ubicado en la ciudad de Ibarra. La materia prima se obtuvo del sector Getzemani parroquia de Lita.

Los análisis microbiológicos, físico-químicos preliminares y finales se realizaron en el Instituto Ecuatoriano de Investigaciones Agropecuarias “INIAP”. (En la Estación Experimental Santa Catalina de la ciudad de Quito).

Para el desarrollo eficaz y eficiente de los procesos, la investigación se dividió en dos fases:

Fase I. Purificación del jugo de caña de azúcar.

Fase II. Estabilización del jugo de caña de azúcar purificado por tratamiento térmico mediante dos métodos:

- Esterilización
- Pasteurización

FASE I: Purificación del jugo de caña de azúcar

Factores en estudio

Se consideró los siguientes factores en estudio: pH, velocidad de agitación y tiempo de agitación.

Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial A x B x C donde A es el pH del jugo de caña, B es la velocidad de agitación y C el tiempo de agitación.

Fase II. Estabilización del jugo de caña purificado por tratamiento térmico

Con el objetivo de determinar los parámetros óptimos de proceso para la estabilización del jugo de caña, el tratamiento térmico se realizó por dos métodos:

- Método I: esterilización.
- Método II: pasteurización.

Método I: esterilización

Factores en estudio

Esta fase se realizó en autoclave a 121 °C y se tomó en cuenta los siguientes factores: tiempo de esterilización a temperatura y presión constante.

Diseño experimental

En la etapa de esterilización del jugo de caña purificado se utilizó un Diseño Completamente al Azar con tres repeticiones.

Método II: pasteurización

Factores en estudio para preseleccionar los tratamientos en el proceso de pasteurización

Esta preselección se la realizó con el objeto de encontrar los tres mejores tratamientos de pasteurización, tomando como base las variables cuantitativas evaluadas al producto final y principalmente la selección de estos, se fundamentó en los resultados microbiológicos obtenidos de cada tratamiento. Este método se realizó en autoclave, tomando en cuenta los siguientes factores: temperatura y tiempo de pasteurización.

Diseño experimental

En la etapa de pasteurización del jugo de caña purificado se utilizó un Diseño Completamente al Azar con tres repeticiones con arreglo factorial A x B donde A es la temperatura de pasteurización y B es el tiempo de pasteurización.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

- Durante el proceso de la purificación del jugo de caña se determinó que el pH que debe tener el jugo es de 4.5, cabe mencionar que el jugo de caña virgen de pH 5.0 fue ajustado a 4.5 al mezclarlo con ácido cítrico aportado por el jugo de limón, con esto se logró extraer las impurezas como gomas y ceras principalmente, obteniendo una purificación eficiente del jugo; a pH superiores a 4.5 el producto se fermenta, consecuentemente, cambian sus propiedades, mientras que a pH inferior a 4 el jugo tiende a sufrir desnaturalización.
- Los informes microbiológicos practicados al mejor tratamiento tanto de pasteurización y esterilización T4 y T11 respectivamente, indican que no se encontró contaminación. Por lo tanto, se logró un producto inocuo y apto para el consumo humano. Valorando estos resultados se concluye que el mejor tratamiento se encuentra en el proceso de esterilización y corresponde al tratamiento T11, el cual tiene con respecto al mejor tratamiento de la pasteurización T4, la turbidez menor en 7 NTU, el °Brix inferior en 0.03, mientras que el pH se mantiene constante en los dos métodos de tratamiento térmico.

CONCLUSIONES

- En cuanto a la primera hipótesis “El pH del jugo de caña, la velocidad de agitación y el tiempo de agitación inciden en la calidad del jugo de caña de azúcar y la eficiencia del proceso de purificación”, se acepta la hipótesis planteada ya que el pH, velocidad de agitación y tiempo de agitación si inciden en la purificación del jugo.
- Para lograr una mejor mezcla entre el jugo de caña y el jugo de limón, se determinó que la agitación se debe efectuar a una velocidad de 1500 rpm durante 2 minutos. De esta manera se logra extraer un 16.10 % de sedimentos. A menor velocidad de agitación y a niveles de tiempo superiores a 2 minutos el grado de mezcla es menor y la sedimentación extraída decrece, debido a que el jugo tiende a homogenizarse y mantener los sedimentos en suspensión.
- Al evaluar la turbidez del jugo de caña purificado se observó que los valores mayores a 1000 NTU que tiene el jugo virgen de caña decrecen hasta un valor de 225 NTU en el mejor tratamiento evaluado, que corresponde a T3(pH = 4.5, v = 1500rpm. y t = 2min.), determinándose estos parámetros como los adecuados para el proceso de purificación. De igual forma en el mismo tratamiento (T3), los sólidos solubles y el porcentaje de sedimentos obtuvieron los mejores registros: 19.1 °Brix y 16.10%. Esto nos reveló, que el tratamiento evitó la desnaturalización de las propiedades del jugo de caña y mejoro la turbiedad del producto en mayor grado.

- En cuanto a la segunda hipótesis “El tiempo de esterilización a temperatura constante incide en la estabilización y calidad del producto final”, se acepta la hipótesis planteada ya que el tiempo de esterilización 15 minutos a 121° C, incide directamente en la pérdida de la viabilidad de toda forma de vida de microorganismos. Además, la turbidez, pH y °Brix del jugo son directamente proporcionales al tiempo de esterilización.
- En el método de esterilización se determinó que a temperatura constante de 121°C durante 15 minutos (tratamiento T11), es suficiente para eliminar toda forma de vida, incluidas las esporas. Esto implica pérdida de la viabilidad o eliminación de todos los microorganismos contenidos en el jugo, acondicionándolo de tal modo que impide su posterior contaminación. Se alcanzó los siguientes resultados en el producto final: pH= 4.66, °Brix=19.7 y turbidez=240.33 NTU.
- En cuanto a la tercera hipótesis “El tiempo de pasteurización a temperaturas variables inciden en la estabilización y calidad del producto final”, se acepta la hipótesis planteada ya que la temperatura y tiempo de pasteurización inciden directamente en la eliminación de microorganismos patógenos. Además, la turbidez, pH y °Brix del jugo son directamente proporcionales al tiempo y temperatura de pasteurización. Esto indicó que la exposición del jugo a tiempo prolongado provocó alteración en las propiedades.
- En el método de pasteurización, se determinó que los tres niveles de temperatura 65, 70 y 75 °C logran pasteurizar el jugo a un mismo nivel de tiempo de 30 minutos. Esto permitió optimizar la pasteurización al disminuir el factor tiempo de 30min. hasta 26min. en intervalos de 1min. manteniendo las temperaturas estables. Dicha optimización arrojó como mejor tratamiento a T4(T=65°C y t=29 min.), en el cual encontramos como resultados finales los siguientes valores: pH= 4,67, °Brix= 19.87 y turbidez = 247.33 NTU; además, según el análisis practicado en el INIAP, se reporta que en 100 ml de muestra existe un nivel de proteína de 0.42 %, azúcares totales 27.04%, azúcares reductores 14.10%, análisis que permitieron identificar al producto como un edulcorante energético y aportador de minerales como el Ca, P, Mn, K, Na, Cu, Fe y Zn.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio poscosecha de la caña de azúcar, para determinar el índice de madures, tipo de corte y procedimiento de preparación de esta materia prima, con el objeto de industrializarla como edulcorante natural, conservando considerables porcentajes de minerales y vitaminas propios del jugo, tomando en cuenta que los métodos tradicionales de cosecha conllevan un alto porcentaje de impurezas; por lo tanto, no son adecuados para este fin, ya que aumenta el costo del proceso de purificación y disminuye la calidad del producto final.
- Investigar el tipo de molino adecuado para extraer el jugo de caña, considerando: superficie de las masas (rugosa o lisa), número de masas y técnicas de extracción; ya que al hacer pasar la caña con toda cáscara por un molino con masas rugosas se obtiene un jugo oscuro, mientras que la caña previamente pelada proporciona un jugo más claro al hacerlo pasar únicamente por dos masas, aumentando la calidad del producto pero disminuyendo el rendimiento de la materia prima; mientras que las masas lisas, evitarían que la cascara se destroce en mayor grado permitiendo que el jugo recogido sea de menor turbiedad.
- Realizar una investigación en la cual se estandarice los parámetros de producción de jugo purificado y estabilizado, utilizando un intercambiador de calor de placas, con el objeto de minimizar los cambios físico-químicos del jugo al exponerlo a tratamientos térmicos más controlados que permitan un rápido enfriamiento del producto. Afianzando este estudio para llevarlo a una siguiente fase, la cual comprendería una planta piloto para la elaboración de este edulcorante que constituye una materia prima.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDREIEV y OTROS. (1980). Trituración, Desmenuzamiento y Cribado de minerales. Editorial MIR. Moscú.
- HUGOT E. (1974). Manual para Ingenieros Azucareros. Editorial CONTINENTAL S.A. México.
- METCALF y EDDY. (1991) Wastewater Engineering. Tercera edición. Los Ángeles-California.
- MOYA G. (2000) Manual para la Producción de Panela. CFN. Quito-Ecuador.
- * ROSABAL V. y VALLE M. (1989) Hidrodinámica y Separaciones Mecánicas. La Habana-Cuba.
- * SÁNCHEZ ALMAZÁN (1985). Consultor. Física y Química. EDITORIAL NAUTA S.A. Barcelona-España.
- * SÁNCHEZ TIBAIDE. (2004). Manual de Cultivos Tropicales. Primera edición. Editorial UCV. Maracay-Venezuela.

Bibliografía Electrónica

- [Documento en línea]. Disponible:
<http://www.cenicana.org/agroindustria/index.php> [Consulta: 2007, Febrero 5].
- [Documento en línea]. Disponible:
<http://www.cenicaña.informe.anual.col> [Consulta: 2007, Febrero 21].
- [Documento en línea]. Disponible:
<http://www.monografias.com/meste/meste.shtml> [Consulta: 2007, Marzo 2].
- [Documento en línea]. Disponible:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Pasteurizaci%C3%B3n> [Consulta: 2007, Marzo 11].
- [Documento en línea]. Disponible:
<http://www.alimentacion-sana.com.ar.htm> [Consulta: 2007, Marzo 18].
- [Documento en línea]. Disponible:
<http://www.infoagro.com/citricos/limon.htm> [Consulta: 2007, Marzo 24].
- [Documento en línea]. Disponible:
http://www.es.wikipedia.org/wiki/Ácido_cítrico [Consulta: 2007, Marzo 25].
- [Documento en línea]. Disponible:
http://es.wikipedia.org/wiki/Benzoato_s%C3%B3dico [Consulta: 2007, Abril 4].
- [Documento en línea]. Disponible:
http://es.wikipedia.org/wiki/Sorbato_de_potasio [Consulta: 2007, Abril 12].
- [Documento en línea]. Disponible:
<http://es.filter-lab.membrana.celulosa/nxb> [Consulta: 2007, Abril 24].