



ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar

ISSN: 0138-6204

revista@icidca.edu.cu

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
Cuba

Otero Rambla, Miguel A.; Cabello Balbín, Agustín J.
Procesamiento de levadura para la obtención de derivados. Diferentes alternativas
ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. XLI, núm. 1, 2007, pp. 2-11
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
Ciudad de La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223114967001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Procesamiento de levadura para la obtención de derivados. Diferentes alternativas

Miguel A. Otero Rambla y Agustín J. Cabello Balbín

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
e.mail: miguel.otero@icidca.edu.cu

RESUMEN

Se discute una comparación entre diferentes procesos para el fraccionamiento de la biomasa de levadura obtenida por fermentación primaria o como subproducto de la industria fermentativa. El empleo de la levadura como fuente de proteínas para la alimentación directa de seres humanos, si bien no es objeto de estudio en la actualidad, posee derivaciones de interés para ulteriores desarrollos. Los procesamientos intensivos y de bajo tonelaje son en estos momentos extremadamente atractivos para empresas pequeñas y medianas, sobre todo los que emplean levaduras marginales de procesos como la fermentación alcohólica y la producción de cerveza.

Palabras clave: levaduras marginales, microbiología industrial, derivados de levadura, fraccionamiento celular, industria alimenticia

ABSTRACT

A comparison among different processes for yeast fractionation obtained from primary fermentation or by-product from fermentative industries are discussed. The use of yeast as direct protein source for human beings although it is not a subject of study nowadays, it still has interesting ramification for further development. Intensive and low tonnage are present day extremely attractive for small and medium ventures, especially if marginal yeasts from fermentation processes as ethanol and beer production are involved.

Key words: marginal yeasts, industrial microbiology, yeast derivatives, cell fractionation, food industry

INTRODUCCIÓN

La humanidad enfrenta en la actualidad tres grandes retos que pueden conducir al colapso de nuestra civilización, tal como la concebimos ahora, si no se encuentran soluciones a corto y mediano plazos: el desarrollo sostenible con su concomitante manejo eficiente de los ecosistemas, la utilización de fuentes renovables de energía para sustituir el uso de los combustibles fósiles y la necesidad de alimentar a una población siempre creciente y en una buena parte sin recursos para lograrlo por sí misma (1).

Afortunadamente, se ha comenzado a caminar en el sentido que reclaman los retos anteriores y en el núcleo central de estas acciones a nivel internacional, se encuentra la irrupción de los programas de alcohol combustible, que directamente satisface los dos primeros (2). Quedaría un tercero por abordar, el problema alimentario en el que, el aporte de los procesos fermentativos puede ser igualmente significativo si se aplican procesos ya existentes en el dominio tecnológico actual.

Los esquemas tradicionales de producción de etanol utilizan altas concentraciones de levadura en los corbatos con el objetivo de incrementar la eficiencia de conversión de azúcares, y minimizar la producción de biomasa a expensas de los mismos, bien sea a través del proceso Melle-Boinot en batch, como procesos en modo continuo pero también con elevadas concentraciones de levadura (3).

Estos procesos altamente intensivos alcanzan valores de concentración de levadura superiores a 25-30 kg/m³, de los que indefectiblemente es preciso purgar del proceso alrededor del 15 %.

El programa nacional de alcohol en nuestro país prevé la construcción de 7 nuevas destilerías con una capacidad promedio de producción de alcohol de 200 mil L/día. Un cálculo primario muestra que una instalación de este tipo entregaría diariamente entre 4 y 5 t de levadura, o lo que es lo mismo, entre todas, el equivalente a una planta de levadura forrajera que trabajase con melazas como sustrato.

En adición a la ya establecida explotación tradicional de la biomasa de levadura en la industria alimenticia como suplemento nutricional o saborizante, ésta constituye al mismo tiempo una magnífica fuente para la producción de otros muchos compuestos de importancia industrial. Esta posibilidad ha comenzado a llamar la atención de numerosos grupos de investigación en el mundo acerca de las potencialidades de las levaduras en la industria biotecnológica moderna (4, 5). La producción industrial de ácido nucleico (AN) está basada en la extracción salina o básica a partir de levaduras y los polisacáridos son igualmente componentes básicos de las paredes celulares a los que imprimen rigidez y fortaleza (6). Algunos de los procesos propuestos aquí están implementados en la práctica desde hace varios años en una instalación del estado de Pernambuco en Brasil.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo experimental y los métodos empleados en la obtención de los resultados que se discuten en el presente trabajo pueden ser encontrados en la literatura citada y responden a los diferentes tratamientos de la biomasa de levadura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de levaduras

La composición de un microorganismo nos proporciona el valor y la aplicabilidad del mismo y su posible explotación industrial. Las levaduras más conocidas por su volumen de producción son la levadura panadera y la levadura marginal de la producción de cerveza¹. Aunque se ha informado una amplia variación en la composición de estas dos fuentes mayoritarias, la tabla 1 muestra una compilación de valores industriales de estas levaduras, ambas del género *Saccharomyces*.

Si bien, se puede aducir que la magnitud de estos valores no es exacta, la importancia del análisis de composición de las

1 No obstante, la creciente producción de etanol por vía fermentativa ha abierto una nueva puerta en la obtención masiva de biomasa de levadura

Tabla 1. Composición aproximada de las levaduras de alcohol y de cerveza producidas industrialmente (8)

Componente*	Levadura panadera	Cerveza
Carbohidratos	180-440	390-600
Proteínas	380-590	370-420
Cenizas	45-75	73-81
Ácidos nucleicos (ADN + ARN)	52-95	39-43
Lípidos	40-50	
Fósforo	10-19	14-20
Potasio	20-21	17
Calcio	0.6-0.75	1.3
Hierro	0.02-0.03	0.1
Magnesio	1.3-1.65	2.3
Manganeso	0.0059	0.0057
Cromo	0.0005-0.0025	
Selenio	0.005	
Pantotenato (Coenzima A)	0.065-0.10	0.110-0.120
Tiamina (Vit B 1)	0.090 -0.165	0.092-0.150
Riboflavina (Vit B2)	0.040-0.100	0.035-0.045
Ácido nicotínico/niacina (NAD)	0.30-0.585	0.450
Piridoxina (Vit B6)	0.020-0.040	0.043-0.050
Biotina (biocytin)	0.0006-0.0013	0.001

* expresados en mg/g

levaduras, está en la valoración de su utilidad para una multitud de propósitos industriales. Es así, que la tabla conforma una guía para la orientación extremadamente útil (7).

La levadura de alcohol no difiere significativamente de su similar de panadería en los proceso de alta eficiencia de conversión pues no está sujeta a condiciones extremas de tratamiento.

Uso de las levaduras como fuente de proteínas en la alimentación humana

Las levaduras contienen entre 5 y 13 % de ácidos nucleicos en dependencia de su tasa de crecimiento y la fase de éste que se esté analizando (9). Las levaduras primarias usualmente son cultivadas de forma que se alcancen elevadas productividades independientemente del sustrato empleado por lo que en ocasiones el cultivo se lleva a cabo de modo continuo.

El RNA puede extraerse de las células microbianas por diferentes métodos. La figura 1 muestra una de estas alternativas².

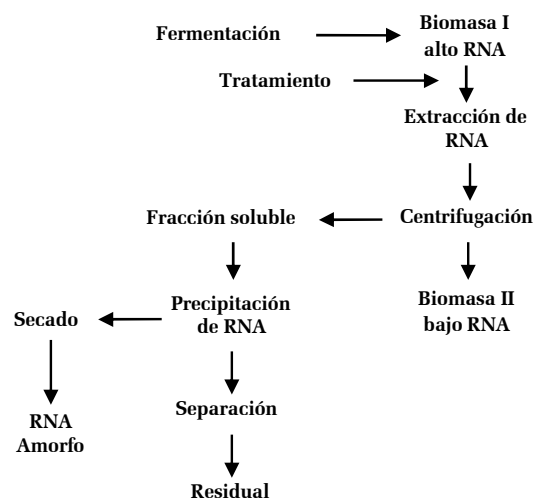


Figura 1. Proceso industrial para la producción de RNA con fines saborizantes

² El RNA una vez extraído debe someterse a una hidrólisis enzimática específica para convertir las purinas en 5' mononucleótidos que son los que poseen capacidad de potenciar el sabor

La biomasa de levadura como fuente de materia prima para la elaboración de saborizantes y potenciadores³ del sabor

Extractos de levadura

Los extractos de levadura son concentrados de los componentes solubles de las células y se obtienen predominantemente a partir de la autólisis. Su uso principal es en la industria alimenticia como saborizantes y en la industria microbiológica en procesos que requieren de formas complejas de nitrógeno para su propagación y síntesis de metabolitos secundarios (10).

Los extractos se obtienen fundamentalmente de levaduras de crecimiento primario o subproducto de otros procesos fermentativos (cerveza), en especial de cepas *Saccharomyces cerevisiae* cultivadas sobre mieles finales. Otras cepas también empleadas son *Kluyveromyces fragilis* (propagadas en suero de leche o melazas azucareras) o *Candida utilis*.

Por adición de otras enzimas y en mezclas con otras fuentes de proteínas como trigo, residuos cárnicos o de procesamiento de la soja, se pueden obtener nuevos productos dentro de esta misma línea con diferentes propiedades, de interés para la industria alimenticia o microbiológica (Otero, resultados no publicados).

Otros métodos utilizados en la producción de extractos son:

- termólisis (calentamiento a 100 °C)
- plasmólisis (altas concentraciones de sales a temperaturas moderadas)
- desintegración mecánica

La duración de la autólisis depende de muchos factores, pero en general varía desde 15 horas hasta más de 60 horas. Los compuestos solubles a final del proceso se separan de las paredes celulares insolubles y se concentran en evaporadores de película descendente u otro tipo de evaporador disponible. Para aplicaciones fermentativas el concentrado puede ser sometido a proce-

Tabla 2. Aroma/sabor obtenidos al calentar aminoácidos puros y glucosa a 180 °C

Aminoácido	Aroma/sabor	Aminoácido	Aroma/sabor
Glicina	Caramelo	Metionina	Patatas asadas
Alanina	Caramelo	Fenilalanina	Violetas
Valina	Chocolate	Tirosina	Caramelo
Leucina	Queso horneado	Asparagina	Caramelo
Isoleucina	Queso horneado	Acido glutámico	Café
Prolina	Tortas y pasteles	Histidina	Pan de maíz
Hidroxiprolina	Galletas	Lisina	Pan fresco
Arginina	Azúcar quemada		

Tabla 3. Aminoácidos. Efectos y aplicaciones

Aminoácido	Efecto y aplicación
Alanina y ácido asparagínico	Enmascaramiento de sabores ácidos (jugos de frutas , etc)
Triptófano y metionina	Propiedades antioxidantes (grasas)
Triptófano e histidina	Propiedades antioxidantes (leche en polvo)
Histidina	Antioxidante (salsas congeladas). Inhibición de la rancidez (bizcochos) en combinación con glucosa
Cisteína	Antioxidante (mejoramiento de la calidad del pan)
Metionina	Aumento de la calidad nutricional (alimento animal)
Lisina	Suplemento a proteínas de cereal (en combinación con treonina y triptófano)
Glicina	Enmascaramiento de sabores pungentes causados por endulzantes artificiales. Bacteriostático

³ Los potenciadores de sabor intensifican los sabores de otros productos, los saborizantes imparten su propio sabor al producto.

sos de filtrado nuevamente. Una posterior concentración a vacío y una corta esterilización conducen a los productos típicos siguientes:

- extractos líquidos (con sólidos entre 50 y 65 %)
- pastas altamente viscosas (70 a 80 %)
- polvos secos obtenidos por spray. Estos son equipos especiales.

Los extractos son utilizados en la industria alimenticia en una amplia variedad de alimentos en los que pueden incluirse desde 0.2 % en las salsas cárnicas hasta 95 % en las sales de aderezo. Su incorporación en productos derivados de la carne, no sólo imparte un sabor único sino que reduce el empleo de extractos de carne mucho más caros. El aroma y sabor de los extractos está dado por la mezcla de los aportados por los aminoácidos individuales. La tabla 2 muestra los sabores impartidos por los aminoácidos individuales en mezclas con glucosa.

Las propiedades antioxidantes de los extractos de levadura provienen de su contenido de glutatión, los productos de la reacción de Maillard y los aminoácidos sulfurados. La tabla 3 muestra los efectos de los aminoácidos en las diferentes formulaciones de alimentos.

Enriquecimiento nutricional

La levadura se caracteriza por un elevado contenido de proteínas de una excelente calidad que contiene cantidades importantes de todos los aminoácidos, excepto los sulfurados metionina y cisteína. En adición a esto, son la fuente principal de vitaminas del complejo B en la naturaleza y contienen minerales de importancia metabólica como el Ca, Mg, Mn, Cr, Se, etc, por lo que pueden ser incorporadas a los sistemas de alimentos para su fortalecimiento nutricional (11).

Los contenidos de cenizas oscilan entre 7 y 9 %, lo que asegura un suministro importante de los minerales mencionados e indica, el valor nutricional de este alimento. Los comprimidos de levadura de cerveza han sido consumidos tradicionalmente para el tratamiento de algunas enfermedades cutáneas como el acné y trastornos gastrointestinales. Contienen también polisacáridos de alto peso molecular como β -(1,3)

glucanos que son comprobados inmunoes-timulantes (12, 13, 14).

La tabla 4 muestra el perfil aminoacídico de la levadura de cerveza desamargada.

Tabla 4. Composición en aminoácidos de la levadura de cerveza desamargada

Aminoácido	%	Aminoácido	%
Alanina	6.0	Arginina	4.3
Aspartato	8.4	Cisteína	0.2
Glutamato	11.3	Glicina	4.1
Histidina	2.2	Isoleucina	3.9
Leucina	6.3	Lisina	6.5
Metionina	1.2	Fenilalanina	3.9
Prolina	3.9	Serina	4.3
Treonina	4.1	Triptófano	1.4
Tirosina	2.4	Valina	5.1

Fraccionamiento de levaduras

Se han propuesto esquemas de fraccionamiento de levaduras a partir de autolizados frescos, sin embargo, la práctica común en la industria desarrolla procesos de obtención de los diferentes compuestos de forma aislada con una pobre eficiencia de utilización de la biomasa. En este tipo de procesos caen producciones de especialidades bioquímicas de alto valor agregado y elevadísimos precios como: glutatión, factor de tolerancia a la glucosa, NADH, FMN, FADH₂, enzimas como alcohol deshidrogenasa (ADH), glucosa isomerasa, etc. Otras tendencias se encaminan hacia la obtención simultánea de aditivos para alimentos a partir de tecnologías más simples y sin implicar elevados grados de pureza como concentrados de proteínas, extractos de levadura y concentrados de polisacáridos de pared celular, y por último, los esquemas diseñados para la obtención de tantos productos como sea posible obtener simultáneamente, por ejemplo: invertasa, extracto de levadura, ergosterol, polisacáridos, fosfolípidos, etc.

Fraccionamiento de levaduras a partir de autolizados

La figura 2 muestra el esquema general propuesto para el fraccionamiento multi-componente de extracto de levadura panadera (14).

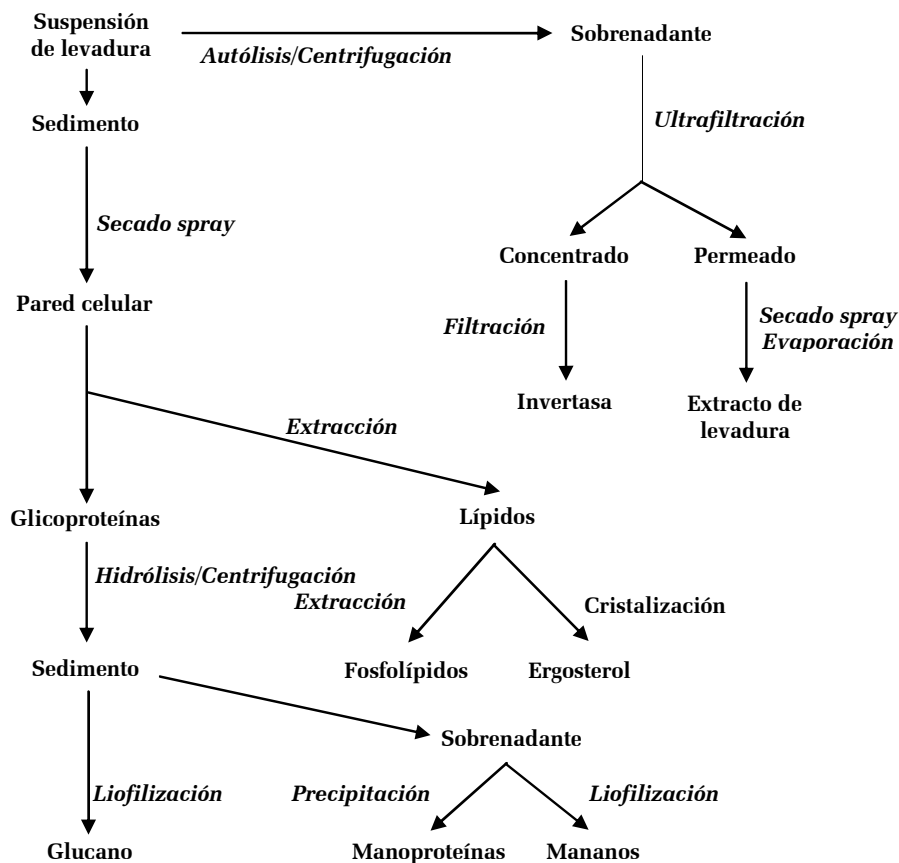


Figura 2. Fraccionamiento de levadura autolizada

Producción de derivados de levadura

El procedimiento permite la producción de diferentes productos de alta demanda potencial en el mercado tales como:

- hojuelas de levadura
- tabletas de levadura
- salsa de mesa a base de extracto de levadura
- concentrados de proteína y
- salsa de imitación de soja

Las inversiones requeridas para el procesamiento de una tonelada de levadura, según este esquema, está por debajo de 2 millones de dólares con una rentabilidad superior al 53 %. Las inversiones se recuperan en 0.75 años. La producción de ingredientes alimentarios a partir de levadura revaloriza su biomasa alrededor de 25 veces.

Existe un importante mercado internacional para productos derivados de levadura que ya a mediados de los 90 alcanzaba un

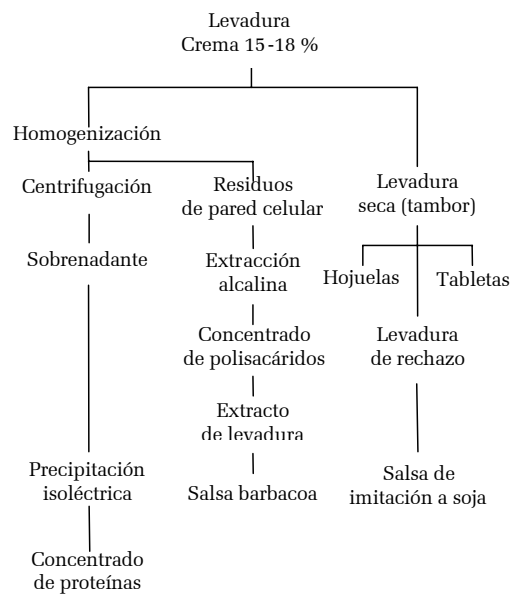


Figura 3. Esquema simplificado de producción de aditivos alimentarios de levadura

nivel de operaciones del orden de los miles de millones de USD anualmente (16). La figura 3 muestra un esquema simplificado de producción de ingredientes alimentarios a partir de levaduras (16).

Algunas propiedades funcionales de los concentrados de proteína se muestran en la tabla 5. Aunque las propiedades analizadas no presentan diferencias significativas entre las proteínas extraídas de las paredes celulares, estas últimas presentaron una menor solubilidad. Esto se debe a las condiciones de extracción alcalina que induce elevados grados de desnaturalización.

Tabla 5. Propiedades de hidratación, enlace de aceite y capacidad emulsionante de las proteínas aisladas de levadura de cerveza (16)*

	Concentrado de Proteína	Proteínas de pared celular	Proteína de <i>C. utilis</i>
Capacidad de retención de agua, %	424± 12.51	408 ± 11.77	224
Capacidad de enlace de aceite, %	92.0 ± 0.92	103,0 ± 1.25	90
Capacidad de emulsión** g aceite/g	144±3.31 ^a	139±2.98 ^a	—

• Todos los valores medias de determinaciones triplicadas ** Concentración de proteína 2.5 %, pH 6.0 frente a aceite de maíz.

Los residuos celulares son ricos en polisacáridos estructurales y de reserva. Éstos se obtienen después de la separación del extracto diluido y poseen una funcionalidad

limitada. El tratamiento de extracción alcalina de las proteínas remanentes en los residuos duplica la CRA e incrementa 20 veces la CEA. Los resultados se ofrecen en la tabla 6. Producto del tratamiento, el contenido de hidratos de carbono se eleva hasta 88 % en los residuos tratados.

Tabla 6. Composición de residuos de pared celular antes y después de la extracción alcalina (g/100 g) (16)

	Residuos de homogenización	Residuos de extracción
Humedad	ND	2.0±0.15
Proteína	36.0±1.01	3.7±0.21
Hidratos de carbono	48.0±0.99	88.3±1.03
ARN	4.8±0.22	2.0±0.19
Lípidos	6.4±0.10	1.5±0.09

ND= no determinado

Elaboración de salsa para carnes a partir de extracto de levadura y salsa de imitación a soja

La producción y utilización del extracto de levadura es conocida desde hace tiempo en la industria alimenticia como materia prima y existen numerosas firmas productoras de una gran tradición en el mercado internacional, lo que limita su lanzamiento al mercado por un productor emergente. Sin embargo, si a partir de éste se elabora un producto terminado, cualitativamente diferente, los espacios de introducción se abren. La producción de salsas de mesa como saborizantes directos al consumidor es una alternativa interesante (17).

Tabla 7. Formulaciones para la elaboración de salsas de mesa a partir de extracto de levadura

Formulaciones						
Producto (% base húmeda)	I	II	III	IV	V	VI
Extracto de levadura	48.7	41.5	49.4	47.8	47.4	57.0
Agua	36.7	31.2	37.2	35.9	35.6	43.0
Pasta de ajo comercial	13.2	11.2	13.4	12.9	No	No
Pimienta en polvo	1.4	1.2	No	1.4	No	No
Azúcar refino	No	14.9	No	No	17.0	No
Mezcla de hierbas*	No	No	No	2.0	No	No

*Producto comercial compuesto de varios tipos de hojas secas: silantro, tomillo, etc.

La tabla 7 muestra algunas variantes de salsas de diferentes tipos, elaboradas a partir de extractos de levadura suplementados con productos tradicionales en el mercado.

De las variantes analizadas resultó la más promisorio la muestra IV, que se asemeja a las salsas tipo barbacoa y resulta un aderezo apropiado para carnes asadas.

La levadura seca rechazada en la producción de hojuelas o tabletas genera una fracción que puede resultar altamente contaminante. Ésta puede ser reprocesada en la producción de una salsa con sabor similar a las salsas de soja obtenidas por hidrólisis de las proteínas presentes en el frijol. El proceso comprende la hidrólisis ácida a temperaturas de 120-160 °C, neutralización y centrifugación. El proceso solubiliza alrededor del 90 % del producto sometido al tratamiento. Posteriormente, se eleva el contenido salino hasta 18-20 %. La evaluación sensorial de esta salsa en comparación con una salsa comercial no rindió diferencias significativas.

Balance económico de la producción

La tabla 8 ofrece el balance económico para las tres líneas de producción conside-

rándolas de forma independiente. No se incluye la producción de la salsa de imitación por depender en el presente enfoque del volumen variable de la levadura seca de rechazo. La producción de hojuelas de levadura es la de más baja rentabilidad, y aun así, presenta un tiempo de recuperación de la inversión de 1,15 años. Las otras dos alternativas ofrecen índices muy superiores.

Minerales: selenio y cromo a partir de levadura

Los microorganismos, en general, acumulan cantidades variables de los minerales presentes en el medio de crecimiento aunque no los requieran para su funcionamiento metabólico. Así, el contenido de metales de las células producidas puede ajustarse a las necesidades de suplementación nutricional de animales y humanos⁴.

La levadura Se puede ser obtenida a partir de la biomasa alcohólica en una fermentación fed batch para evitar la inhibición por exceso de Se. Como fuente de Se se utiliza el selenato de sodio lográndose concentraciones de este no metal del orden de los 2500 µg/g (18).

Tabla 8. Cálculo del valor de producción y rentabilidad de una planta con capacidad para procesar 1 ton elada de levadura operando con tres esquemas diferentes de producción

Indicador	Hojuelas, 8 % humedad	Tabletas, 8 % humedad	Salsa cárnica	Conc. de proteínas + Conc. de polisacáridos	= total
Producción, t	0.92	0.90	1.94	0.92	
Costo producción, U\$D	2246.69	1908.88	1032.75	156.65	
Comercialización, U\$D (15% sobre facturación)	1518.00	1909.23	1184.33	341.82	
Impuestos, U\$D (40 % sobre facturación)	4048.00	5091.43	3158.42	911.65	
Total de gastos, U\$D	7812.69	8909.60	5375.30	1253.52	6628.82
Precio unitario, U\$D/kg	11.00	14.14	4.07	2.48	
Valor de producción, U\$D	10120.00	12728.57	7895.56	2279.12	10174.68
Ganancias, U\$D	2307.31	3520.36	1025.60	3545.86	
Rentabilidad, %	42.86	46.89	81.82	53.49	
Recuperación, años	0.70	1.06	2.60	0.75	

4 El Selenio es deficiente en países como China, Nueva Zelanda y Finlandia. No obstante, el contenido de los productos agrícolas y forrajes, en la mayor parte del mundo, por debajo de los requerimientos metabólicos de humanos y animales.

El Cr está asociado al Factor de Tolerancia a la Glucosa que incrementa la tolerancia a este azúcar en la sangre y la sensibilidad de la insulina (19).

La tabla 9 muestra los requerimientos de Cr para diferentes grupos poblacionales.

Tabla 9. Requerimientos adecuados de Cr metabólico para diferentes grupos poblacionales

Edad	Requerimientos ($\mu\text{g}/\text{día}$)
0-6 meses	0.2
1-3 años	11
9-13 años	25
19-50 años	35
51 años y mayores	30

La levadura de cerveza contiene cantidades de Cr significativas, pero no alcanzan los niveles requeridos, por lo que su enriquecimiento en este metal es muy atractivo⁵. La acumulación de Cr en levadura en modo fed batch alcanzó valores de 450 $\mu\text{g}/\text{g}$ (20).

CONCLUSIONES

La levadura derivada de la producción de etanol puede constituirse en una industria asociada al producto principal revalorizando la misma a través de una gama de productos de alto valor y demanda en el mercado. En dependencia de las disponibilidades locales y las industrias o mercados accesibles una u otra alternativa podrá ser aplicada. El enriquecimiento de biomasa con elementos de importancia fisiológica es una alternativa de indudable atractivo comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Otero, M.A. (2004) Development of new technologies and products for the whole utilization of marginal and primary yeasts PGTF ref. INT04/K04 2004

- Buillon, A (2006) Ethanol trends 2006 Int. Sugar J 108 (1287): 106-110
- Goldemberg, J (1994) Brazilian alcohol program: an overview Energy Sust Dev. 1 (1): 17-22
- Caballero-Córdoba, GM, Sgarbieri, VC (2000) Nutritional and toxicological evaluation of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) biomass and a yeast protein concentrate J Sci Food Agric 80:341-51.
- Dixon, B. (1999) Yeasts: rising stars in biotechnology ASM News 65(1):2-3
- Otero, MA (ed) (2006) Las levaduras: realidad y potencialidades. UAM (en imprenta)
- Inglede, WM, Langille, LA, Menegazzi, GS, Mok, CH. (1977) Spent brewers yeast: analysis, improvement, and heat processing considerations. MBAA Technical Quarterly. 14:231-237.
- Maloney, D. (1998) Yeasts. In: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. 4th Edition. (J. I. Kroschwitz and M. Howe-Grant, eds). John Wiley & Sons, New York, 761-788.
- Bueno, GE, Otero, MA, Klibansky, MM, González, AC (1985) Nucleic acid reduction from yeast: activation of intracellular RNase Acta Biotechnol 1:91-100
- Vasallo, MC, Otero, MA, García, L, Dopico, JR, López, JC (2001) Effect of homogenization as pretreatment for the improvement of autolysis efficiency of *Kluyveromyces fragilis* Food Sci & Technol Internat 7 (5):445-450
- Vilela, ESD, Sgarbieri, VC, Alvim, ID. (2000) Determinação do valor protéico de células íntegras, autolisado total e extrato de levedura (*Saccharomyces sp.*). Rev Nutr 13(3):185-92.
- Macdonald, F (1995) Use of immunostimulants in agricultural applications. In: Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 11th Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A. Jacques, eds). Nottingham University Press, Nottingham, UK. pp. 97-103.
- Spring, P. (1996) Effects of mannanoligosaccharide on different cecal parameters and on cecal concentrations of enteric pathogens in poultry. Ph.D. Dissertation

⁵ La carne de res contiene 0.02 $\mu\text{g}/\text{g}$ de Cr.

- Thesis, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Switzerland.
14. Spring, P. (1998) Mannanoligosaccharide. Its logical role as a feed additive for piglets. In: Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 14th Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A. Jacques, eds)
 15. Kollar, R, Sturdik, E, Sajbidor, J (1992) Complete tractionation of *Saccharomyces cerevisiae* biomass Food Biotechnol. 6:225-237.
 16. Otero, M.A.; Cabello, A.J.; Vasallo, M.C.; García, L; López, J.C. (2000) Tecnología para la utilización integral de la levadura de cerveza en la industria alimenticia Arch Latinoamer Nutr 50 (4): 361-365
 17. Otero MA, Cabello AJ, Vasallo MC, García L, López JC. (1998) Preparation of an imitation soy sauce from hydrolyzed dried yeast *Candida utilis*. J Food Proc Preserv. 22:471-483.
 18. Demirci. A.; Pometto, A.L.; Cox, D.J.J. (1999) Enhanced organically bound selenium yeast production by fed-batch fermentation Agric Food Chem 47(6):2496-2500
 19. Hegoczki, J.; Suhajda, A.; Janzso, B.; Vereczkey, G. (1997) Preparation of chromium enriched yeasts Acta Alimentaria 26 (4):345-358
 20. Batic,M.; Raspor, P. (2000) Effect of cultivation mode on a bioprocess for chromium yeast biomass enrichment Pflugers Arch 439 (3 Suppl):R73-5.
- (a) <http://lpi.oregonstate.edu/infocenter/minerals/chromium/>



Día de la Ciencia en el MINAZ

El Centro Nacional de Capacitación Azucarera fue sede por el acto del Día de la Ciencia en el MINAZ. Al mismo asistieron personalidades dentro del sector así como trabajadores en representación de las diferentes instituciones.

Se hizo una exposición de los resultados más significativos en el año 2006 y las proyecciones de trabajo para el 2007. Se otorgó un reconocimiento a fundadores del MINAZ, entre ellos Miguel Vázquez, Xiomara Álvarez, Antonio Bell, Oscar Almazán y Carlos De Armas, trabajadores del ICIDCA.

Se reconoció la labor de la Presidenta del Grupo de Expertos del MINAZ, Dra. Georgina Michelena.

Se premiaron los trabajos seleccionados como "Logro MINAZ" en el 2006, del ICIDCA resultaron:

- Diversificación del bagazo cubano para el desarrollo de composites termoplásticos ignífugos. MSc. Adolfo Brown y colaboradores
- Uso de las herramientas y conceptos de producción más limpia en el sector agroindustrial azucarero. Ing. Esperanza Valdés y colaboradores

Este último recibió también el "Premio MINAZ a la Innovación Tecnológica 2006"

La MSc. Indira Pérez fue seleccionada "Joven Talento del MINAZ", por su trayectoria y resultados.

Se valoró el aporte destacado a la Ciencia dentro del MINAZ, de los Drs. Oscar Almazán, Amaury Álvarez, Carlos De Armas y Luis Gálvez Taupier, a quien se le reconoció también, de manera excepcional, su trayectoria en la lucha revolucionaria, en la ciencia y en la dirección del ICIDCA.

Como "Mejores Institutos" fueron seleccionados el ICIDCA y el INICA y como "Centros Destacados" al Forum Nacional, el ICIDCA, INICA y Cuba 9.