



En el futuro de todos!

PRODUCCION DE BIOMASA PROTEICA A PARTIR DE JUGO DE CAÑA

Dr. Ing. Agustín García Rodríguez
Ing. Nelsy Herrera Coello

M. Sc. Ing. Alfredo Marín Cárdenas
Ing. Inocencia Díaz Rodríguez

Dr. Ing. Leandro Marrero Suárez
Universidad Central Marta Abreu de Las Villas,
Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Resumen

En el presente trabajo se analiza la utilización de una cepa de levadura aislada del jugo fermentado espontáneamente en la producción de biomasa proteica para la alimentación animal. El proceso se realiza con un sustrato no estéril constituido por jugo de caña suplementado con miel final. Como fuente de nitrógeno se emplea urea y se complementaron los nutrientes con sales minerales. La temperatura utilizada osciló entre los 32 y 35° C con una aireación continua. El trabajo se realizó en tres escalas: laboratorio, piloto e industrial. El método empleado consistió en cultivo a batch incrementado. Los estudios realizados en las diferentes escalas permitieron conformar una tecnología de producción de biomasa con alto contenido proteico (superior al 20% PV.b.s), a partir del jugo de caña por un proceso controlado, no estéril factible de introducir en instalaciones aledañas a los Centrales Azucareros. Se realizó además la evaluación zootécnica de cerdos alimentados con esta biomasa como suplemento del alimento base, en un centro genético porcino cercano a la instalación industrial.

PALABRAS CLAVES: Fermentación, Cepas, Rústica, Levadura, Alimentación.

Introducción

En las últimas décadas se ha venido estudiando la producción de biomasa microbiana con alto contenido proteico, aprovechando los recursos renovables, como producciones marginales o residuos agrícolas e industriales y teniendo en cuenta que estos productos no se les ha dado una utilización adecuada. Una importante ayuda a la ciencia y la tecnología ha sido domesticar microorganismos beneficiosos, especialmente aquellos que transformen estas materias primas en productos finales de alto valor biológico. Teóricamente los microorganismos pueden ser empleados desde los productos metabólicos del catabolismo, fermentación u oxidación incompleta, hasta las transformaciones producidas por el metabolismo secundario (Martínez, 1989).

Para la producción de proteína unicelular se pueden utilizar las más variadas fuentes de sustratos. Prácticamente estos microorganismos pueden crecer sobre la casi totalidad de los residuos agrícolas y una buena parte de los industriales. Las levaduras productoras de biomasa utilizan como sustratos fuentes de materias primas de la industria azucarera como: bagacillo, miel final, paja de caña, cachaza, jugo de caña de diferentes etapas del proceso de producción de azúcar, e incluso la propia caña como planta. (Rodríguez, 1983; Delgado, 1983 y Huart, 1983).

Por cuanto existen factores de gran peso en la concepción de la diversificación azucarera, que parte de la multitud de producciones derivadas de esta industria y que pueden llegar hasta el análisis de los precios del mercado mundial, pretendemos diversificar los centrales azucareros hacia la producción de alimento

animal, partiendo de una base común en la obtención de biomasa proteica por cultivo controlado (León y Acosta, 1992). Nuestro objetivo principal es la obtención de biomasa proteica de calidad a partir del jugo de caña en proceso no estéril y en condiciones rústicas.

Materiales y métodos

En este trabajo se utilizó una cepa levadura (L-4, UCLV) aislada del propio medio (jugo de caña fermentado espontáneamente), la que fue sometida a un proceso de estudio y posterior adaptación a la fuente de sustratos empleada. Se utilizaron las mejores condiciones obtenidas en estudio de zaranda: temperatura 35 +0,5 °C y concentración de azúcares reductores totales 45 g/l con miel final como suplemento.

Las experiencias a escala de laboratorio piloto e industrial se efectuaron en batch incrementado hasta volúmenes de 5 L, 50 L, y 5000 L respectivamente y la temperatura se permitió fluctuar entre 32 y 35 °C a nivel piloto industrial. La relación en todos los casos fue de 1:10. El pH no se ajustó en el proceso por la particularidad del mismo de controlarse espontáneamente durante la fermentación a niveles inferiores a 5. El suministro de aire se ajustó en todos los casos a 2 vvm, suficiente además para lograr una adecuada agitación en los fermentadores.

Durante 46 días se realizó la prueba de alimentación animal con vistas a evaluar la respuesta zootécnica del producto. En este periodo se realizaron producciones casi ininterrumpidamente de biomasa proteica, manteniéndose con regularidad aceptable los niveles de calidad del producto. La respuesta zootécnica de cerdos en ceba ante la inclusión de biomasa proteica (elaborada a partir de mezcla (JM/MF), en el alimento se

realizó a través de un experimento con 33 cerdos machos enteros de la raza YORKSHIRE de aproximadamente 34 kg. De peso vivo, distribuidos en un diseño completamente aleatorio con tres tratamientos y 11 animales (réplicas en cada uno).

Se estudió un tratamiento control a base de pienso de crecimiento porcino y dos tratamientos en que se sustituyó el 10 y 20 % de la materia seca por miel proteica elaborada a partir de 45% b ase seca de biomasa proteica y 55% base seca con miel B. Su composición promedio fue de 9% de materia seca y 17,23 % de proteína bruta base seca. Se realizaron los procedimientos y controles convencionales en este tipo de evaluación.

Las técnicas analíticas empleadas fueron las siguientes:

- (ART): Métodos Eynon Lane modificado.
- Materia seca: Gravimétrica por defecación en 105 °C.
- Proteína bruta: N por KJELDAHL X 6.25
- Proteína verdadera: Métodos Bernstein.
- Biomasa: Por centrifugación y defecación a 85 °C.
- Cuento celular: Cámara Neubauer.

Resultados y discusión

A modo de resumen de los resultados experimentales se presentan en la Tabla I una corrida tipo de las efectuadas a las escalas tres en condiciones muy similares de control de variables.

Tabla I: resultados del proceso de fermentación a diferentes escalas

	Laboratorio (5L) 1 Inc.	Piloto (50 L) 2 Inc.	Industrial (5000 L) 3 Inc.
Tiempo fermentación Total (h)/.	8	15	25
Cuento celular (cel/ml)	1.47.10	2.98.10	8.10
Biomasa (g/L)	8.65	9.24	8.93
Proteína verdadera (% Bs)	21.69	28.36	22.12
Proteína bruta (N x 6.25) % Bs.	44.79	53.90	56.27
pH	4.26	4.52	4.60
Materia seca (%)	3.07	3.24	5.22
Rendimiento bio/sust.(%)	19.2	20.4	22.2

Evidentemente los resultados están influidos por el efecto de escalado y el no ajuste en cada caso a las mejores condiciones de operación. Sin embargo, los resultados favorables permiten confirmar las perspectivas que existen para este proceso con el empleo de la levadura obtenida teniendo en cuenta que el proceso no es estéril y en condiciones rústicas asequibles y económicas para instalar aledaña a Centrales Azucareros.

La cepa de levadura se impone en el medio, controlando de forma casi absoluta la fermentación como se refleja en los altos niveles de población celular que se alcanzan en las tres escalas estudiadas, manifestándose al microscopio despreciable el número de células de otros microorganismos.

Los niveles de proteína verdadera son superiores al 20% en todos los casos, lo que demuestra adecuada correspondencia en la eficiencia de la fermentación corroborados por los rendimientos alcanzados que son similares aunque algo inferiores a otros estudios con jugo de caña en cultivo estéril. La persistencia de la regulación del pH se manifestó en todas las escalas. Incluso otros ensayos reflejan niveles de disminución entre 4 y 3.8 muy favorable para el proceso y coincidente con los estudios de zarandada que permitieron obtener niveles óptimos de crecimiento en este

rango en procesos estériles. Los niveles de biomasa se encuentran en rangos normales, más aún si se considera que el proceso es no estéril.

El aumento del número de incrementos se realizó con el fin de obtener volúmenes mayores de producto, pero como se observa, la calidad de la biomasa no experimenta diferencias tan apreciables.

Los estudios realizados a escala de laboratorio, piloto e industrial permiten conformar una tecnología cuyas particularidades y características se describen a continuación.

En el laboratorio se produce el inóculo de la cepa de levadura que en volumen de 10 L es añadida al germinador o propagador que posee 90 L de sustrato estéril y que recibe aire filtrado cuya temperatura se ajusta si es necesario con inyectores de vapor a la propia línea para mantener durante 8-10 horas la operación entre 32-35 °C. Cuando la fermentación está a punto es descargada al fermentador de 5 m³ de capacidad efectiva y fondo cónico, acondicionado con difusor de aire en el fondo y control de temperatura por inyección de vapor a la propia línea. Inicialmente se propaga en el fermentador 500 L del medio no estéril que constituye el pie madre del proceso.

Operando según el procedimiento de incremento de volumen propuesto por Jaquemin, que se requirió de 72 horas para alcanzar un régimen de producción estable de 21 T/día de biomasa.

En la Tabla II se presentan los resultados del control de calidad de un ciclo completo de producción de biomasa empleando como sustrato mezclas de jugo mezclado y suplementado con miel final.

Tabla II: Control de calidad para la producción de biomasa con sustrato de jugo mezclado suplementado con miel final.

Increment.	Biomasa (g/L)	M.Seca (%)	P.V. (%B.s.)	P.B.	pHf.	Rendimiento % (X/S)
0	8.93	2.42	38.38		5.1	19.80
1	10.80	3.76	34.56	43.90	5.3	24.00
2	9.14	3.34	27.97	44.77	4.7	20.30
3	9.24	3.78	29.65	44.15	4.9	20.50
4	8.10	2.98	36.70	48.72	5.0	18.00
5	9.01	3.44	37.54	46.52	4.5	20.20
7	8.95	2.92			3.8	19.80
9	8.94	2.23	30.22	48.83	3.7	18.80

P.V. Proteína verdadera

P.B. Proteína bruta

X/S Biomasa/Sustrato

En general se aprecia que la levadura empleada (L-4, UCLV) muestra una buena propagación en el sustrato. La producción de biomasa por incrementos sucesivos a partir de pie de biomasa en condiciones industriales es factible sin riesgos de contaminación, lo que se refleja en los índices de calidad obtenidos.

Considerando el comportamiento de la cepa a través de los procesos de incremento, es posible realizar en condiciones industriales de 6 a 8 alimentaciones sucesivas a partir de un pie común a causa de la apreciable disminución del pH acompañada de la degradación en cuanto a olor y color que sufre el producto a partir de ese momento, lo que puede ser debido a la presencia de bacterias lácticas muy frecuentes en los jugos de caña.

En la Tabla III se ofrecen los resultados alcanzados en el comportamiento de los cerdos. Por medio de un análisis de covarianza fueron ajustadas las medias de las ganancias diarias con relación a peso vivo inicial, por lo que los valores de la Tabla son parámetros ajustados.

Tabla III: Resultados del comportamiento de los cerdos en el estudio de alimentación.

Tratamiento	I	II	III	CV.
Pienso de crecimiento (%Bs.)	100	90	80	
Miel proteica (%Bs.)	0	10	20	
Peso vivo inicial (kg)	31.45	33.36	36.00	
Peso vivo final kg. (*)	63.92(b)	69.65(a)	60.60(b)	7.06
G.M.D.(g) (**)	632(b)	780(a)	617(b)	14.69
Con. M.S. (kg/d)	2.75	2.53	2.03	
Con. M.S. (%)	4.56(b)	3.26(a)	3.41(a)	24.17

(a), (b): letras diferentes en la misma línea difieren significativamente: (*) $p=0.01$ y (**) $p=0.05$

El tratamiento de 80% de pienso y 20% de miel proteica en base seca presentó valores similares al tratamiento control en cuanto a peso vivo final y ganancia media diaria (g.m.d.). El tratamiento de 90% de pienso y 10% de miel proteica incluso fue significativamente superior al control al evaluar ambos parámetros. Actualmente existen dificultades con el suministro de materias primas para la elaboración de los piensos por lo que estos presentan dificultades con el contenido

de proteína bruta (inferiores al 17%Bs. Para nuestro caso) y la suplementación vitamínica. Al incluir biomasa en el pienso se logra al menos el mismo contenido de proteína bruta (17% y 18% BVs. Para nuestro caso) y un aporte importante de vitaminas del complejo BV, mejorándose la respuesta en el comportamiento de los cerdos cuando se incluye biomasa proteica en la dieta a pesar de la disminución del consumo de materia seca.

Es posible además que el crecimiento de bacterias lácteas en el medio de fermentación (las condiciones son idóneas cuando cesa la aireación y existen azúcares remanentes) sea otro factor que pudo tener influencia en esta respuesta, ya que ellas inhiben el desarrollo de microorganismos con influencia negativa en los cerdos, ejerciendo un efecto probiótico sobre los animales.

CONCLUSIONES

Se demuestra la factibilidad del empleo de una levadura autóctona (L-4, UCLV) capaz de fermentar un sustrato conformado por jugo de caña suplementado con miel final y nutrientes que genera un fermento proteico útil como biomasa para la alimentación animal.

Se aporta una tecnología para la producción de biomasa proteica a partir de jugo de caña con cultivo controlado en proceso no estéril factible de introducir en instalaciones aledañas a los centrales azucareros.

Es posible la sustitución del 20% de la materia seca de un pienso de crecimiento porcino por miel proteica elaborada a partir de la biomasa proteica y miel B, sin afectación significativa en la ganancia media diaria y conversión de las materias animal.

BIBLIOGRAFIA

- Cuba ICIDCA, 1982. Producción de proteína unicelular a partir de los subproductos de la industria azucarera. ICIDCA, Cuba. La Habana. Editorial científica técnica. P. 74.
- DELGADO, I. 1983. Mejoramiento nutricional de la levadura forrajera. La Habana. Centro de información y divulgación agropecuaria. p. 83 - 98.
- HUART, R. 1983. Tratamiento de residuos fibrosos de la cosecha cañera y su empleo en la alimentación animal. La Habana. Centro de información y divulgación agropecuaria. p.109 - 122
- LEON, Y., ACOSTA, L. M. 1992. Producción de sacharina con cultivo controlado. Trabajo de Diploma. Facultad de Química y Farmacia. UCLV.
- MARTINEZ, J. 1989. Microbiología general. Facultad de biología. La Habana. P. 629.
- RODRIGUEZ, V. 1983. Utilización de la caña de azúcar entera como fuente de forraje en la alimentación del ganado. Centro de información y divulgación agropecuaria. p. 7 - 29.