

Análisis proximal y de aminoácidos de los residuos de cosecha del hongo *Pleurotus* spp.

Conrado Soto-Velazco¹, Juan Carlos Serratos²,
Mario Ruiz López¹ y Pedro García López¹

¹Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara. Apartado Postal 1-39, Zapopan, Jalisco, 45101.

²Instituto Tecnológico Agropecuario, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco

Proximate analysis and amino acids of harvest residues from *Pleurotus* spp.

Abstract. Harvest residues from *Pleurotus pulmonarius* and *P. columbinus* mushrooms were evaluated to determine their chemical properties with the intent to promote these as a food source. We found that they contained considerable quantities of protein ranging from 14.40 to 8.98%. In addition, 8 essential amino acids were detected including isoleucine, leucine, lysine and methionine, in quantities similar to those registered by the FAO. Chemical data revealed that isoleucine, valine and methionine were deficient in harvest residues. Possibilities for food use are discussed.

Key words: Harvest residues, essential amino acid, *P. columbinus*, *P. pulmonarius*

Resumen. Se realizó un análisis proximal de los residuos de cosecha del hongo *Pleurotus pulmonarius* y *P. columbinus* con la finalidad de conocer la composición nutricional y proponer su empleo en la alimentación. Los residuos presentaron cantidades de proteína en porcentajes de 14.40 y 8.98. Así mismo, se encontró la presencia de 8 aminoácidos esenciales entre los que se puede mencionar a la isoleucina, leucina, lisina y la metionina en cantidades semejantes al patrón de la FAO. El puntaje químico reveló deficiencias en los residuos de cosecha de ambas especies de isoleucina, valina y metionina. Se discute su posible empleo en la alimentación.

Palabras clave: Residuos de cosecha, aminoácidos esenciales, *P. columbinus*, *P. pulmonarius*

Received 16 June 2005; accepted 30 September 2005.

Introducción

El cultivo comercial de los hongos *Pleurotus*, inició en México a principios de la década de los 90's en regiones cercanas al Distrito Federal debido a la tradición micófaga de su población. Posteriormente fue difundido a los distintos estados de la República Mexicana, entre los que se pueden mencionar Veracruz, Jalisco, Michoacán, Morelos, Tlaxcala, Oaxaca y Guerrero [14].

Aunque en México no se tienen censos reales de la producción promedio de "setas", como comercialmente se le

conoce, se calcula que hubo un incremento en la producción del 400% de 1990 a 1997. Para este último año se calculó un volumen cercano a las 1825 t [15]. En el año 2000 se produjeron alrededor de 2100 t [13]. En la mayoría de las poblaciones del país, dichos hongos son comercializados en fresco, a granel o empaquetados en charolas de poliestireno o cajas de cartón tanto en mercados como tiendas de autoservicio.

Debido a que el estado visual del producto hacia el consumidor, juega un papel importante en su comercialización, los diversos productores se han esmerado en la selección y presentación de las setas para su venta al público, por lo que se calcula que se genera entre un 25 y 30 %

Autor para correspondencia: Conrado Soto Velazco
csoto@cucba.udg.mx

de residuos de cosecha, entre los que se incluyen principalmente estípites, píleos pequeños, deformes, manchados o rotos. Este proceso de selección por lo general se le conoce como “despatado”, ya que se separa parte de la base del estípite del píleo.

Una práctica común observada por los autores es la incorporación de dichos residuos al suelo para su biodegradación, agregados a compostas para su aprovechamiento como materia orgánica o alimento para ganado vacuno; otra de ellas es la deshidratación y molido para su empleo como ingrediente en comidas para humanos. En el presente trabajo se hace un estudio proximal de los nutrimentos y aminoácidos que se encuentran en los residuos de cosecha mencionados, con la finalidad de proponer un manejo eficiente y su posible utilización en la alimentación humana o animal.

Materiales y métodos

Obtención y preparación de las muestras

Los residuos frescos de la cosecha de *Pleurotus* fueron donados por dos Plantas productoras ubicadas en el estado de Jalisco: “Setas del Puente” cita en el poblado de Puente Grande, en la que se cosecha *P. columbinus* (IBUG-68) sobre un substrato de paja de trigo y “Setas La Primavera” ubicada en la población de Tala en la que cultiva *P. pulmonarius* (IBUG-JP11) sobre rastrojo de maíz. Carpóforos maduros de ambas especies también fueron incluidos en el estudio para su comparación con los residuos. Dichas muestras, residuo de *P. pulmonarius* (RPP), residuo de *P. columbinus* (RPC), carpóforos de *P. pulmonarius* (CPP) y carpóforos de *P. columbinus* (CPC) se deshidrataron en una secadora de madera a temperatura de 40° C con corriente de aire forzado durante 72 h. Una vez seco se molieron hasta permitir su paso por una malla del número 40 con un molino de cuchillas de la marca General Electric.

Análisis químico proximal

Las muestras obtenidas se sometieron a los siguientes análisis: proteína cruda (N x 4.38), extracto etéreo, fibra cruda, cenizas, calcio y fósforo de acuerdo a las técnicas descritas por la AOAC [2]. El valor energético fue calculado con los siguientes factores: Kcal/100 g = proteína X 2.62 + extracto etéreo X 8.37 + carbohidratos X 3.48 [12].

Análisis de aminoácidos y puntaje químico

El Análisis de aminoácidos se realizó de acuerdo a una adaptación hecha para el camarón por Vázquez-Ortiz *et al.*, [16]. A 1 g de las harinas de los residuos de cosecha o carpóforos se le adicionó 2 ml de ácido tricloroacético (ATA), se homogeneizaron con ayuda de un Ultraturax (Ika, T18) a 22,000 rpm durante 5 minutos. Los extractos fueron centrifugados y separados para su análisis.

Preparación de muestras para derivación

Los sobrenadantes y una solución de estándar de aminoácidos fueron diluidos con una solución de amortiguador de citrato de sodio (pH 2.2), filtrados y diluidos con la adición de ácido -aminobutírico como estándar interno (EI) a una concentración final de 2.5 M/ml. A 0.5 ml de muestra o solución estándar de aminoácidos con EI se le adicionaron 0.5 ml de una solución de OPA (o-phthalaldehyde, Sigma 643.79.8) y se homogeneizaron con vortex. La separación e identificación de los aminoácidos de las muestras o solución estándar de aminoácidos se llevó a cabo mediante cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) (Varian 5000) con detector de fluorescencia. Se utilizó una columna de 10 cm X 4.6 mm de diámetro interno (DI) C-18 de fase de reversa (Rainin Instrument Co. Inc., USA) conectada a una precolumna de 3 cm X 4.6 mm DI.

Una vez determinado los aminoácidos se hizo la comparación con el patrón de aminoácidos esenciales recomendado para proteínas alimenticias para niños de 2 a 5 años [8].

Resultados y discusión

En la tabla 1 se muestran los resultados del análisis proximal de los hongos. Como se puede apreciar se encontró diferencia en cuanto al contenido de nutrimentos del píleo y los residuos de cosecha en ambas cepas. Cabe resaltar el contenido de proteína en cantidades de 14.40 % y 8.98 % para RPP y RPC. En el caso de CPP y CPC las cantidades fueron mayores con 23.17 y 29.93%. Esta diferencia de los porcentajes de proteína encontrados entre residuos y píleos condujo a hacer una comparación entre la cantidad de fibra cruda determinada (16.24 % en RPP y 26.7 % en RPC), la cual al estar presente en mayor proporción en los residuos de cosecha disminuye el contenido de proteína. Cabe señalar que los datos son semejantes a los citados por otros autores [3,4,11] excepto para los residuos de cosecha de los cuales no hay datos disponibles. Así mismo, el contenido de proteína es altamente afectado por el factor de conversión utilizado, ya que en los hongos se pueden encontrar cantidades de nitrógeno no proteico principalmente en la quitina de las paredes celulares, aminoácidos libres y ácidos nucleicos. En este caso se han utilizado factores de conversión para *P. ostreatus* de 5 [10], 4.15 [9] y 4.7-4.97 [12].

Es importante señalar el efecto benéfico que representa la fibra en los alimentos, ya que incrementa la

motilidad gastrointestinal, lo cual provoca un menor tiempo de retención de sustancias tóxicas producto del metabolismo de algunos alimentos. Aunque en este estudio no se determinó fibra dietaria se especula la presencia de moléculas de quitina, la cual es un componente esencial en la pared celular de los hongos y se ha determinado que es un polímero de moléculas de N-acetil-glucosamina, la cual asociada con glucanos tiene propiedades antitumorales y anticancerígenas [7]. Respecto a la grasa cruda en las muestras de *Pleurotus* analizadas, las cantidades son poco significativas en relación a productos de origen animal y vegetal; en el caso de los residuos se encontraron porcentajes de 0.57 y 0.74 para los RPP y RPC. Por otro lado se menciona la presencia de ácidos grasos libres, mono, di y triglicéridos, esteroides y fosfolípidos [4, 11].

En la Tabla 1 se puede observar los valores de calcio y fósforo determinados. Es notoria la presencia de una mayor cantidad de fósforo, de 306 a 792 mg/100 g de materia seca, los cuales coinciden con los anteriormente citados [3,10]. Así mismo, los valores de calcio son menores (20 a 99 mg/100 g de materia seca) a los mencionados por otros autores para *P. ostreatus* (79 y 18.5 mg/100 g de materia seca) [3, 4]. Como ya se citó previamente, los hongos presentan un bajo contenido energético comparado con productos vegetales [3, 4]. El valor energético determinado fue de 247.5 (RPP), 228.4 (RPC), 276 (CPP) y 257.4 (CPC) Kcal/ 100 g de peso seco.

En cuanto a los aminoácidos, en la tabla 2 se

Tabla 1. Análisis proximal de los residuos de cosecha y carpóforos de *Pleurotus*

Nutrimento	RPP**	RPC**	CPP**	CPC**
g/100g de materia seca				
Proteína cruda	14.40	8.98	23.17	29.93
Extracto etéreo	0.57	0.74	1.11	1.43
Fibra cruda	16.24	26.7	7.57	11.7
Cenizas	9.79	6.49	8.97	8.94
Extracto libre de nitrógeno	59	57.09	59.18	48
Calcio*	99	29	20	45
Fósforo*	332	306	792	605
Kcal/100 g	247.5	228.4	276	257.4

* mg/100 g peso seco.

** RPP = residuos de *Pleurotus pulmonarius*; RPC = residuos de *P. columbinus*; CPP = carpóforos de *P. pulmonarius*; CPC = carpóforos de *P. columbinus*.

presentan los datos correspondientes a los residuos de cosecha de *P. columbinus* y *P. pulmonarius*. A cada una de las muestras se les determinó la presencia de 15 aminoácidos de los cuales 8 son esenciales. Los resultados obtenidos se compararon con los mencionados en la literatura [3, 5, 6, 12]. Se encontró que los residuos de cosecha de ambas especies son mejores en aminoácidos aromáticos comparados con el arroz, maíz y trigo. Los datos de aminoácidos sulfurados como la metionina son similares o ligeramente mayores. La lisina resultó ser mayor que en los cereales mencionados, lo

cual ayudaría a contribuir en la fortificación de productos elaborados a partir de éstos.

En la tabla 3 se muestra el puntaje químico en relación a los mencionados por la FAO/WHO/UNU [8] para niños de 2 a 5 años. Se determinó que los residuos y carpóforos de éstas especies poseen un adecuado perfil de aminoácidos de acuerdo con diversos autores [1, 4, 5, 11]. Así mismo se encontró que son deficientes en isoleucina, valina y metionina. Sin embargo, son altos en lisina, treonina y tirosina. Los carpóforos de *P. pulmonarius* presentan

Tabla 2. Aminoácidos encontrados en los residuos de cosecha y carpóforos de *Pleurotus*.

Aminoácido g/100g de proteína	RPP*	RPC*	CPP*	CPC*	Patrón de la FAO
Asparagina	6.82	6.29	6.75	5.98	
Ác. glutámico	14.23	8.75	8.29	9.67	
Serina	4.43	4.91	5.32	3.87	
Histidina	6.13	10.13	1.72	5.33	1.9
Glicina	4.21	13.50	3.63	4.03	
Treonina	4.56	4.12	3.20	4.02	3.4
Arginina	7.8	7.08	3.00	8.78	
Alanina	5.86	4.65	3.67	4.74	
Tirosina	9.65	6.54	1.89	7.85	6.3
Metionina	1.97	1.65	4.32	2.22	2.5
Valina	4.23	3.25	1.29	3.67	3.5
Fenilalanina	4.43	3.39	2.01	4.49	
Isoleucina	3.53	2.75	2.60	3.32	2.8
Leucina	6.30	5.18	4.01	5.89	6.6
Lisina	5.88	4.36	3.11	5.92	5.8

* RPP = residuos de *Pleurotus pulmonarius*; RPC = residuos de *P. columbinus*; CPP = carpóforos de *P. pulmonarius*; CPC = carpóforos de *P. columbinus*.

Tabla 3. Puntaje químico de los aminoácidos encontrados en los residuos de cosecha de *Pleurotus*.

Aminoácido esencial g/100g de proteína	RPP**	RPC**	CPP**	CPC**
Histidina	322.63	533.16	90.53	280.53
Treonina	134.1	121.2	94.12	118.24
Fenilalanina+Tirosina	223.50	157.62	61.90*	195.90
Metionina	78.8*	66*	172.8	88.8*
Valina	120.86	92.86*	36.86*	104.86
Isoleucina	126.07	98.21*	92.86*	63.81*
Leucina	95.45*	78.48*	60.76*	89.24*
Lisina	101.38	75.17*	53.62*	102.10

* Aminoácido limitante

** RPP = residuos de *Pleurotus pulmonarius*; RPC = residuos de *P. columbinus*; CPP = carpóforos de *P. pulmonarius*; CPC = carpóforos de *P. columbinus*.

cantidades importantes de metionina. Se debe señalar que las condiciones de cultivo, actividad enzimática de la cepa y el substrato mismo ejercen influencia en las cantidades encontradas, por lo que estos datos solo son indicadores de los componentes que se pueden presentar en los hongos al ser empleados como ingredientes en la alimentación [3,4].

Con base en los resultados se puede mencionar que los residuos en estudio tienen suficientes elementos para ser considerados en la elaboración y complemento de alimentos deficientes en algunos nutrientes, sin embargo falta aún por determinar su disponibilidad, solubilidad y digestibilidad.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Agropecuario de Jalisco y al Departamento de Botánica y Zoología de la Universidad de Guadalajara por las facilidades otorgadas en el desarrollo del proyecto. A la Biól. Mollie Harker por su colaboración, así como al Dr. Manuel Rosales en el montaje de la técnica de HPLC e interpretación de los cromatogramas.

Literatura citada

1. Ancona, L., C. Sandoval, R. Belmar, C. Capetillo, 2005. Effect of substrate and harvest on the amino acid profile of Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal Food Composition and Analysis* 18: 447-450

- Association of Official Agricultural Chemist, 1990. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 15th ed. K. Herlich. Virginia.
- Bano, Z., S. Rajarathnam, 1988. *Pleurotus* mushrooms. II. Chemical composition, nutritional value, post harvest physiology, preservation, and role as human food. *CRC Reviews Food Science Nutrition*. 27: 87-158
- Bautista, J. M., G. Alanis, E. González, C. García, 1998. Composición química de tres cepas mexicanas de setas (*Pleurotus ostreatus*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 48: 359-363
- Bautista, J. M., G. Alanis, E. González, C. García, G. Martínez, E. Barbosa, 1999. Calidad proteínica de tres cepas mexicanas de setas (*Pleurotus ostreatus*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 49: 81-85.
- Camargo M. R., G. L. Sturion, 1998. Availacao da composicao em aminoácidos de *Pleurotus* spp. cultivados em folha de bananeira. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 48:339-348.
- Cheung, P. C. K., 1996. Dietary fiber content and composition of some cultivated edible mushroom fruiting bodies and mycelia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 468-471.
- FAO/WHO/UNU, 1985. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Technical Report. Series N° 724. World Health Organization. Genova.
- Fujihara, S., A. Kasuga, Y. Aoyagi y T. Sugahara, 1995. Nitrogen to protein conversion factors for some edible mushrooms. *Journal Food Science* 60: 1045-1047
- Kurtzman, R.H., Jr. 1997. Nutrition from mushrooms, understanding and reconciling available data. *Mycoscience* 38:247-253
- Lau, O. W., 1982. Methods of chemical analysis of mushrooms. In: Chang, S. T. y T.H. Quimio (eds.) *Tropical mushrooms: Biological Nature and Cultivation Methods*. The Chinese University Press. Hong Kong. pp 87-115.
- Matila, P., P. Salo-Vaananen, K. Konko, H. Aro y T. Jalava, 2002. Basic composition and amino acid contents of mushrooms cultivated in Finland. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 6419-6422.
- Mora, V., 2004. Estudio comparativo de diferentes cepas comerciales que se cultivan en México de *Pleurotus* spp. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Royse, D., J. E. Sánchez, 2002. La importancia del cultivo de *Pleurotus* spp. Estadísticas mundiales de producción, con énfasis en Hispanoamérica. In: Sánchez, J. E. y D. Royse (eds). *La biología y el cultivo de Pleurotus* spp. Limusa, México. pp 21.
- Sobal, M., P. Morales, W. Martínez, D. N. Pegler y D. Martínez-Carrera, 1997. Cultivation of *Lentinus levis* in Mexico. *Micología Neotropical Aplicada* 10: 63-71
- Vázquez-Ortiz, F.A., G. Caire, I. Higuera-Ciajara, y G. Hernández, 1995. High performance liquid chromatographic determination of free amino acids in shrimp. *Journal of Liquid Chromatography* 18: 2059-2068.