Valor nutritivo de la proteína de la levadura torula y como complemento de concentrados proteicos[1]

LUIZ G. ELÍAS[2] Y RICARDO BRESSANI[3]
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Guatemala, C. A.

RESUMEN

Se estudió el valor nutritivo de la levadura torula a diferentes niveles proteicos y se comparó con la caseína. Los resultados indicaron que en todos los niveles de proteína sometidos a prueba, el valor nutritivo de la torula es inferior al de la caseína.

Los experimentos llevados a cabo con el objeto de establecer su posible deficiencia de aminoácidoes revelaron que la metionina es el aminoácido limitante que ocupa el primer lugar de deficiencia en las proteínas de la torula. El índice de eficiencia proteica máximo se obtuvo con el agregado de 0.30% de metionina.

Para los ensayos de complementación proteica con la torula se usaron las siguientes fuentes de proteína: harinas de maíz, de ajonjolí, de semilla de algodón y de soya.

Los hallazgos de estas pruebas indicaron que el mayor efecto benéfico obtenido al combinar la torula con el maíz, con la semilla de algodón o con el ajonjolí, se debe a la complementación mutua entre las proteínas de dichos productos en lo que a su deficiencia de aminoácidos se refiere.

Asimismo, el menor efecto complementario observado entre las proteínas de la torula y de la soya se explica a partir de la deficiencia común de metionina de que adolecen ambas proteínas.

---

1 La presente investigación se llevó a cabo con ayuda financiera de la Fundación W. K. Kellogg, con sede en Battle Creek, Michigan, EE.UU.

2 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

3 Jefe de la citada División.

Publicación INCAP E-417
Recibido: 24-2-1969

Finalmente, se hace hincapié en las ventajas prácticas que ofrece esta forma de complementación proteica, al igual que en la posible utilización de la torula cuando se trata de elaborar mezclas alimenticias de alto contenido proteico.

INTRODUCCION

Hoy día la búsqueda de fuentes de proteínas de alto valor biológico representa una de las áreas más activas de investigación en el campo de la nutrición experimental. En los últimos años las proteínas derivadas de organismos unicelulares han sido objeto de numerosos estudios, todos los cuales se orientan a su utilización en la alimentación humana y animal, principalmente en los países donde la disponibilidad de fuentes de hidratos de carbono excede la de proteínas de buen valor nutritivo. Algunos investigadores (1) han afirmado que la cantidad de carbohidratos que se cosecha en un acre de tierra es capaz de producir 840 libras de proteínas de levadura, en comparación con sólo 70 libras de carne o de leche en polvo, a través del animal. Las facilidades que ofrece la producción de levadura y que se traducen en economía de tiempo y espacio, así como por su alto contenido de proteína, son, pues, los factores primordiales que han venido a incrementar las posibilidades de su utilización.

Entre esa clase de productos, la proteína de la levadura torula ha sido de las más estudiadas, tanto por su alto valor como suplemento proteico como porque representa, además, una buena fuente de vitaminas del complejo B (2).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el valor complementario de las proteínas de la levadura torula, con maíz y con diversos concentrados proteicos y, a la vez, establecer sus deficiencias en aminoácidos esenciales.

MATERIAL Y METODOS

Para evaluar el valor nutritivo de las proteínas de la torula a diferentes niveles proteicos se usó como control la caseína[4]; en ambos casos, las concentraciones sometidas a estudio fueron de 5, 10, 15, 20 y 25% de proteína. Las cantidades equivalentes a estos niveles proteicos, en términos de peso,

4 N. B. Co., Cleveland, Ohio, EE.UU.

reemplazaron cantidades iguales del almidón de maíz que contenía la dieta.

En los estudios que se llevaron a cabo, con el objeto de evaluar el valor complementario de las proteínas de la levadura torula[5], con el maíz y los concentrados proteicos, se diseñaron 8 dietas para cada ensayo. En una de ellas toda la proteína se derivaba de la torula, mientras que las demás estaban compuestas de sustituciones progresivas de la proteína sometida a prueba. Así, en la última dieta, la fuente proteica provenía exclusivamente de la proteína en ensayo.

Todas las dietas contenían la misma cantidad de proteínas, que fue de 9% en el caso del maíz, y de alrededor de 10% para los concentrados proteicos utilizados.

Estos últimos fueron harina de semilla de algodón para consumo humano, producida en Centro América, harina de soya[6] y harina de ajonjolí, la cual fue desgrasada en el laboratorio usando éter de petróleo como solvente. Luego se dejó 24 horas a temperatura ambiente a fin de que se evaporase el residuo del solvente y se molió en un molino Wiley a un grueso de 40 mallas.

El material preparado en esta forma se almacenó a la temperatura de 5°C, hasta el momento de su utilización para las pruebas biológicas.

Para estos ensayos se usaron ratas blancas de 21 días de edad, de la raza Wistar, provenientes de la colonia animal del INCAP. Los animales fueron alojados en jaulas individuales, de alambre, con fondos levantados de tela metálica.

Todos los grupos experimentales estuvieron formados por 4 machos y 4 hembras; el promedio ponderal entre los grupos no difería en más de 7 g. La comida y el agua fueron ofrecidos *ad libitum* durante el período de experimentación, que fue de 28 días; se llevó semanalmente un registro de la ingesta del alimento y de la ganancia de peso. Al final de este lapso se calculó el índice de eficiencia proteica (IEP).

Todas las dietas fueron analizadas para determinar su contenido de nitrógeno, usando el método de Kjeldahl (3). Además de la proteína bajo estudio, las dietas experimentales contenían: minerales Hegsted (4), 4.0%; aceite de semilla

5 Lake State Yeast Corporation, Rhinelander, Wisconsin, EE.UU.
6 General Mills, Minneapolis, Minn., EE.UU.

de algodón, 5.0%; aceite de hígado de bacalao, 1.0%; solución completa de vitaminas (5), 5.0 ml por 100 g, y almidón de maíz, en cantidades suficientes para completar 100 g.

Para los ensayos de suplementación con aminoácidos, éstos fueron agregados a expensas del almidón de maíz.

RESULTADOS

En el Cuadro Nº 1 se dan a conocer los resultados obtenidos usando distintos niveles de proteína de levadura torula y de caseína en las dietas. En el caso de la levadura el mejor índice de eficiencia proteica se obtuvo al usar proteína al nivel de 20%, mientras que con la caseína dicho nivel fue de 10%. Los índices obtenidos fueron de 1.64 y 2.60 para la torula y la caseína, respectivamente.

CUADRO Nº 1

COMPARACION ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES PROTEICOS DE LA TORULA Y LA CASEINA

Proteína	Nivel proteico %	Ganancia en peso[1] g	Indice de eficiencia proteica[2]
Torula	5	6	0.41
Torula	10	50	1.57
Torula	15	84	1.57
Torula	20	120	1.64
Torula	25	126	1.47
Caseína	5	32	1.86
Caseína	10	95	2.60
Caseína	15	150	2.52
Caseína	20	156	2.20
Caseína	25	180	2.40

1 Peso inicial, 47 g.

2 Indice de Eficiencia Proteica = g de aumento de peso/g de proteína consumida.

Los resultados de la suplementación de la levadura torula con aminoácidos se detallan en el Cuadro Nº 2. Según se aprecia, la adición de metionina mejoró significativamente la ganancia en peso y el IEP.

CUADRO Nº 2

EFECTO DE LA ADICION DE AMINOACIDOS SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE LA LEVADURA TORULA

Dieta[1]	Aminoácidos g %	Aumento en peso[2] g	Indice de eficiencia proteica[3]
Torula	————————	44	1.41
Torula	0.10% DL-metionina	90	2.15
Torula	0.20% DL-metionina	116	2.58
Torula	0.30% DL-metionina	123	2.71
Torula	0.40% DL-metionina	127	2.74
Caseína	————————	123	2.51
Caseína	0.30% DL-metionina	152	3.16
Torula	————————	46	1.36
Torula	0.30% DL-metionina	118	2.54
Torula	0.30% DL-metionina 0.20% DL-treonina	116	2.53
Torula	0.30% DL-metionina 0.20% L-lisina HCl	122	2.55
Torula	0.30% DL-metionina 0.20% DL-isoleucina	113	2.38
Torula	0.30% DL-metionina 0.20% DL-treonina 0.20% L-lisina HCl	119	2.50
Torula	0.30% DL-metionina 0.20% DL-treonina 0.20% DL-isoleucina	123	2.63
Torula	0.30% DL-metionina 0.20% L-lisina HCl 0.20% DL-isoleucina	128	2.72

[1] Los niveles de torula y caseína usados fueron calculados para que proporcionaran 10% de proteína en las dietas.

[2] Peso inicial: 46 g.

[3] Indice de Eficiencia Proteica = g de aumento de peso/g de proteína consumida.

El mejor índice de eficiencia proteica se obtuvo al usar este aminoácido al nivel de 0.3%, en cuyo caso el IEP fue de 2.71 en comparación con 1.41 para la torula sin ninguna adición. La adición, sin embargo, no produjo el IEP obtenido con caseína suplementada con el mismo nivel de metionina.

De los demás aminoácidos agregados, los resultados parecen indicar que la proteína de la torula no es deficiente en isoleucina y treonina, ya que el incremento en peso e IEP no difieren significativamente de los que acusaron los grupos suplementados con metionina.

El efecto complementario observado entre las proteínas de la torula y del maíz se aprecia en el Cuadro Nº 3. El índice de eficiencia proteica más alto y el mejor crecimiento de los animales se obtuvieron cuando la proteína total de la dieta guardaba la proporción de: 60 a 40%, procedente de la torula, y de 40 a 60%, del maíz. Entre estas proporciones, la constituida por 40% de proteínas de la torula y 60% del maíz se tradujo en una eficiencia proteica de 2.50 y una ganancia ponderal de 65 gramos. La dieta en la que la proteína total procedía de la torula tuvo como resultado un incremento en peso de 21 g, y un IEP de 0.99; en cambio, cuando la proteína total provenía del maíz, se obtuvo un aumento ponderal de 17 g y un IEP de 0.93.

En el Cuadro Nº 4 se observan los resultados que produjo la complementación entre las proteínas de la torula y las derivadas del ajonjolí.

La dieta en que la proteína en su totalidad provenía de la torula produjo una ganancia de peso de 36 g y un IEP de 1.32, mientras que con la dieta a base de ajonjolí el incremento ponderal obtenido fue de 75 g y el IEP de 1.72.

Las mejores combinaciones fueron cuando de 20 a 60% de las proteínas procedía de la torula y de 80 a 40% se derivaba del ajonjolí. Entre estas combinaciones, la constituida por 60% de proteínas de la torula y 40% del ajonjolí produjo una ganancia ponderal de 121 g y un IEP de 2.68.

Los datos resultantes de la complementación entre las proteínas de la torula y de la soya se detallan en el Cuadro Nº 5. La sustitución progresiva de las proteínas de la torula por las de la harina de soya se tradujeron en un alza gradual de la ganancia ponderal de los animales y una mejora del índice

CUADRO Nº 4

EFECTO DE LA COMPLEMENTACION DE LAS PROTEINAS DEL AJONJOLI CON PROTEINAS DE LEVADURA TORULA

Porcentaje de la distribución proteioa en la dieta		Distribución proteica en la dieta		Distribución en peso de los ingredientes g		Aumento de peso[1] g	Indioe de eficiencia proteica[2]
Torula	Ajonjolí	Torula	Ajonjolí	Torula	Ajonjolí		
100	0	10.0	0	20.0	—	36	1.32
80	20	8.0	2.0	16.0	4.65	75	1.99
70	30	7.0	3.0	14.0	6.98	107	2.36
60	40	6.0	4.0	12.0	9.30	121	2.68
50	50	5.0	5.0	10.0	11.62	116	2.49
40	60	4.0	6.0	8.0	13.95	118	2.51
20	80	2.0	8.0	4.0	18.60	118	2.43
0	100	0	10.0	0	23.25	75	1.72

1 Peso inicial: 45 g.

2 Indice de Eficiencia Proteica = g de aumento de peso/g de proteína consumida.

CUADRO Nº 5

EFECTO DE LA COMPLEMENTACION DE LAS PROTEINAS DE LA SOYA CON PROTEINAS DE LEVADURA TORULA

Porcentaje de la distribución proteica en la dieta		Distribución proteica en la dieta		Distribución en peso de los ingredientes g		Aumento de peso[1] g	Indice de eficiencia proteica[2]
Torula	Soya	Torula	Soya	Torula	Soya		
100	0	10.0	0	20.0	0	42	1.59
80	20	8.0	2.0	16.0	4.0	58	1.71
70	30	7.0	3.0	14.0	6.0	69	2.05
60	40	6.0	4.0	12.0	8.0	71	1.97
50	50	5.0	5.0	10.0	10.0	76	1.99
40	60	4.0	6.0	8.0	12.0	92	2.32
20	80	2.0	8.0	4.0	16.0	90	2.17
0	100	0	10.0	0.0	20.0	108	2.40

[1] Peso inicial: 45 g.

[2] Indice de Eficiencia Proteica = g de aumento de peso/g de proteína consumida.

CUADRO Nº 6

EFECTO DE LA COMPLEMENTACION DE LAS PROTEINAS DEL ALGODON CON PROTEINAS DE LEVADURA TORULA

Porcentaje de la distribución proteica en la dieta		Distribución proteica en la dieta		Distribución en peso de los ingredientes g		Aumento de peso[1] g	Indice de eficiencia proteica[2]
Torula	Algodón	Torula	Algodón	Torula	Algodón		
100	0	10.0	0	20.0	0	47	1.42
80	20	8.0	2.0	16.0	4.0	68	1.87
70	30	7.0	3.0	14.0	6.0	77	2.15
60	40	6.0	4.0	12.0	8.0	79	2.20
50	50	5.0	5.0	10.0	10.0	100	2.31
40	60	4.0	6.0	8.0	12.0	106	2.42
20	80	2.0	8.0	4.0	16.0	112	2.58
0	100	0	10.0	0	20.0	99	2.35

[1] Peso inicial: 45 g.

[2] Indice de Eficiencia Proteica = g de aumento de peso/g de proteína consumida.

de eficiencia proteica de las dietas. El grupo alimentado con la dieta a base de harina de soya acusó un incremento en peso de 108 g y un IEP de 2.40, en contraste con 42 g de aumento en peso y un IEP de 1.59 obtenidos con la dieta a base de torula. Sin embargo, las combinaciones en las que se usó de 40 a 20% de proteínas de la torula y de 60 a 80% de la soya, dieron valores bastante parecidos a los obtenidos con la dieta a base de harina de soya exclusivamente.

El Cuadro Nº 6 presenta los datos resultantes de la complementación de las proteínas de la torula con las de la harina de algodón. A medida que las proteínas de la torula fueron reemplazadas por la proteína del algodón, los parámetros medidos mejoraron progresivamente, alcanzando su punto máximo al sustituir 80% de las proteínas de la torula por las de la semilla de algodón. En este caso la ganancia ponderal de los animales fue de 112 g, con un índice de eficiencia proteica de 2.58. Las ratas alimentadas con la dieta a base de harina de semilla de algodón presentaron un incremento ponderal de 99 g y un IEP de 2.35.

DISCUSION

Los resultados indican que la metionina es el aminoácido que en orden de deficiencia ocupa el primer lugar en las proteínas de la levadura torula. Estos datos corroboran los hallazgos de otros investigadores a este respecto (6, 10).

Sin embargo, la literatura sobre el tema no incluye informes de la posible deficiencia de la levadura torula en los aminoácidos isoleucina y treonina. El estudio aquí descrito sugiere que la adición de estos últimos a la dieta de torula ya suplementada con metionina mejora levemente su calidad proteica. Convendría, por lo tanto, realizar estudios adicionales al respecto.

Las mayores ganancias ponderales e índices de eficiencia proteica que se observaron con la caseína, comparada con los diferentes niveles en que se usó la levadura torula, se deben a que esta última es más deficiente en metionina. Harris *et al.* (11) hicieron una comparación entre la caseína y 6 tipos diferentes de levadura con el propósito de estudiar la capacidad de recuperación en ratas adultas que habían sido depauperadas de sus proteínas. Los resultados señalaron que las leva-

duras tenían de 50 a 80% del valor nutritivo de la caseína y que, comparada con esta última, el agregado de metionina a la levadura inducía valores equivalentes de repleción.

El efecto positivo de la complementación entre las proteínas de la torula y del maíz puede explicarse a partir de la deficiencia de aminoácidos de las dos proteínas bajo estudio. Es un hecho establecido que la lisina y el triptofano son los aminoácidos limitantes que ocupan el primer lugar en las proteínas del maíz (12), mientras que la torula es considerada buena fuente de estos aminoácidos (13, 14).

Por otro lado, en comparación con la torula, el maíz contiene cantidades superiores de metionina. Así, la complementación óptima entre las proteínas de ambos alimentos se logra cuando el aporte mutuo de estos aminoácidos alcanza su punto máximo. Puesto que todas las dietas utilizadas fueron isoproteicas, puede concluirse que la mejoría obtenida, en términos de ganancia ponderal e índice de eficiencia proteica, se debe a una suplementación recíproca de los aminoácidos en que ambas proteínas son deficientes.

Otros investigadores, utilizando diferentes técnicas de evaluación, han notificado también el efecto benéfico de la adición de levadura torula al maíz (13, 18).

Los hallazgos de nuestro estudio, al complementar las proteínas de la torula con las de la harina de ajonjolí, pueden explicarse en base de la composición de aminoácidos de estas dos proteínas. El punto máximo de complementación, según se dijo, se obtuvo cuando la torula aportó la cantidad suplementaria de lisina en la que es deficiente el ajonjolí (19); al mismo tiempo, este último contribuyó la cantidad de metionina en que es deficiente la torula. Fuera de este margen óptimo de complementación entre ambas proteínas, la tendencia a una eficiencia proteica menor se debe al aporte inferior de lisina, en el caso de la torula, y a una menor cantidad de metionina, en el caso del ajonjolí.

Los resultados de la complementación de las proteínas de la torula con las de la soya constituyen también un reflejo de la deficiencia de metionina que, en este caso, es común en ambas proteínas. No obstante, la menor eficiencia proteica de la dieta formulada a base de torula, en contraste con la elaborada con harina de soya, sugiere que la deficiencia de metionina es más notoria en el caso de la torula, ya que las dos

proteínas se consideran buenas fuentes de lisina. Desde los puntos de vista práctico y académico, la asociación de ambas proteínas se traduce en mayores beneficios para la levadura torula que para la harina de soya. Los datos en cuestión corroboran los estudios de Ringrose (20) en el curso de los cuales dicho autor comparó el valor nutritivo de la levadura torula con el de la harina de soya en la alimentación de pollos. Los resultados por él obtenidos indicaron que la primera (torula) producía de 71 a 79% del crecimiento obtenido con la segunda (soya). Asimismo, hizo evidente que la harina de soya es un suplemento adecuado para la levadura torula.

El primer aminoácido deficiente en la harina de semilla de algodón es la lisina (21), a pesar de que contiene una cantidad razonable de metionina. Estas características explican los resultados obtenidos al complementarla con la torula. Sin embargo, es de interés destacar que la deficiencia de lisina no es tan ostensible en la harina de algodón usada en el estudio, a juzgar por la ganancia ponderal y el IEP obtenido en el punto óptimo de complementación, en contraste con los que produjo la dieta a base de harina de semilla de algodón.

Como en el caso anterior, aquí también los mayores beneficios en términos de complementación se inclinan, pues, a favor de la torula.

Dos son los puntos de interés que se deducen de los resultados del presente trabajo. En primer lugar, en lo concerniente a la complementación de la proteína de la torula con los cereales y con los concentrados proteicos, el punto óptimo observado en cada caso refleja con mayor exactitud la eficiencia máxima que es factible obtener con las proteínas sometidas a prueba.

En segundo término, estos resultados pueden ser utilizados en la formulación de mezclas proteicas con un alto contenido de proteínas.

SUMMARY

Protein quality of Torula yeast and its value as complement to protein concentrate

The nutritive value of Torula yeast fed at different levels of dietary protein was studied and compared with casein.

The results indicated that at all protein levels studied, the nutritive value of Torula yeast was lower than that of casein.

According to the results of the experiments carried out, methionine was found to be the first limiting amino acid in the Torula yeast protein. The best protein efficiency ratio was obtained from the addition of 0.30% of methionine.

In the protein complementation studies, the following protein sources were used with Torula yeast: corn meal, sesame, cottonseed and soybean flours.

The findings indicated that the best combination obtained with Torula yeast and corn, and Torula yeast and sesame, occurred when 60% of the protein was derived from the yeast and 40% from either corn or sesame flour. In the case of cottonseed, the best combination took place when Torula yeast provided 20% of the dietary protein and 80% was derived from cottonseed flour.

Combinations between Torula yeast and soybean flour were lower in protein quality when compared with the other mixtures. This was explained on the basis that methionine is the common deficient amino acid in both proteins.

BIBLIOGRAFIA

(1) Thaysen, A. C.—Value of micro-organisms in nutrition (food yeast) **Nature, 151: 406-408, 1943.** (c. f. **Nutr. Abstr. Rev., 13: 264,** item 1518, 1943-44.)

(2) Stokes, J. L.—Microbial proteins. En: **Processed plant protein foodstuffs.** A. M. Altschul (Ed.). New York, Academic Press Inc., 1958, pág. 789-804.

(3) Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists,** 7th ed., Washington, D. C., 1950.

(4) Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart.—Choline in the nutrition of chicks. **J. Biol. Chem., 138: 459-466, 1941.**

(5) Manna, L. & S. M. Hauge.—A possible relationship of vitamin B_{12} to orotic acid. **J. Biol. Chem., 202: 91-96, 1953.**

(6) Klose, A. A. & H. L. Fevold.—Methionine deficiency in yeast protein. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 56: 98-101, 1944.**

(7) Klose, A. A. & H. L. Fevold.—Nutritional value of yeast protein to the rat and the chick. **J. Nutr., 29: 421-430, 1945.**

(8) Goyco, J. A. & C. F. Asenjo.—Studies on edible yeasts. II. Growth and reproduction performance of rats fed on yeast as sole source of protein. **Puerto Rico J. Pub. Health & Trop. Med., 23: 476-488,** 1948.

(9) Goyco, J. A. & C. F. Asenjo.—Net protein and growth-promoting values of three different types of yeast prepared under identical conditions. **J. Nutr., 38: 517-525, 1949.**

(10) Wiley, A. J.—Food and feed yeast. En: **Industrial Fermentations.** L. A. Underkofler and R. J. Hickey (Eds.). v. 1 New York, Chemical Publishing, 1954, p. 307-343.

(11) Harris, E. E., G. J. Hajny & M. C. Johnson.—Protein evaluations of

yeast grown on wood hydrolyzate. **Ind. Eng. Chem.**, 43: 1593-1596, 1951.

(12) Bressani, R., L. G. Elías & E. Braham.—Suplementación con aminoácidos del maíz y de la tortilla. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 18: 123-134, 1968.

(13) Macrae, T. F., M. M. El-Sadr & K. C. Sellers.—The nutritive value of yeast protein: comparison of the supplementary values of yeast protein and casein for maize protein in the nutrition of the pig. **Biochem. J.**, 36: 460-475, 1942.

(14) Bressani, R. & E. Marenco.—The enrichment of lime-treated corn flour with proteins, lysine and tryptophan, and vitamins. **J. Agr. Food. Chem.**, 11: 517-522, 1963.

(15) Sure, B.—Relative supplementary values of dried food yeast, soybean flour, peanut meal, dried non-fat milk solids, and dried buttermilk to the proteins in milled white corn meal and milled enriched wheat flour. **J. Nutr.**, 36: 65-73, 1948.

(16) Sure, B.—The nature of the supplementary value of the proteins in milled corn meal and milled wheat flour with dried food yeast. **J. Nutr.**, 36: 59-63, 1948.

(17) Sure, B.—Nutritional improvement of cereal flours and cereal grains. **J. Am. Dietet. Assoc.**, 22: 494-502, 1946.

(18) Gilbert, C. & J. Gillman.—Some methodological problems affecting the supplementation of maize assessed biologically with special reference to the value of skimmed milk powder, soybean, food yeast and casein. **S. African J. Med. Sci.**, 24: 41-80, 1959.

(19) Grau, C. R. & H. J. Almquist.—Sesame protein in chick diets. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.**, 67: 187-189, 1944.

(20) Ringrose, R. C.—Nutritive properties of torula yeast for poultry. **Poultry Sci.**, 28: 75-83, 1949.

(21) Altschul, A. M., C. M. Lyman & F. H. Thurber.—Cottonseed meal. En: **Processed Plant Protein Foodstuffs.** A. M. Altschul (Ed.). New York, Academic Press, Inc., 1958, p. 469-534.