Artículo corto

Práctica de la reacción de los aminoácidos azufrados: un análisis cualitativo

Reaction of sulfur-containing amino acids: a qualitative analysis

Roger Alberto Rabelo Florez[1], Edhisson Navarro Guerrero[2], Milena Cuellar Meneses[3], Alexandra Rosmery Sanjuan Arias[4], Vicky Consuelo Caycedo Rodriguez[5], Alejandra Sofia Hernandez Molina[6], Luisa Alejandra Martinez Dominguez[7], Karol Yireth Barrera Paternina[8], Enna Luz Pallares Torres[9], Dayana Andrea Duran Pacheco[10], Yeraldin Amparo Caamaño Cadena[11], Mairuth Escobar Ruiz[12], Selene Bravo Pérez[13], Neydis Karina Bastidas Gomez[14], Ashley Carolina Contreras Obando[15], Luz Elsy Pérez Ruiz[16], James Duvan Leon Rangel[17], Jean Carlos Rodríguez Fuentes[18], Evelyn Florez Paniza[19], Keren Darley Mármol Ramos[20]

Recibido: 23 de septiembre de 2026
Aceptado: 12 de noviembre de 2026

Resumen

Introducción. La reacción de los aminoácidos azufrados es un ensayo en el que el NaOH al 20% brinda un medio basico, que facilita la liberación del azufre presente en la cisteína, la cistina y metionina, luego en presencia del calor, se transforma en sulfuro de sodio, seguidamente reacciona con el acetato de plomo para generar sulfuro de plomo negro. **Objetivo.** El presente estudio tuvo como objetivo identificar la presencia de aminoácidos azufrados en siete muestras biológicas. **Metodología.** Se utilizaron 7 tubos de ensayo debidamente rotulados. Se añadió 2 ml de solución de hidróxido sódico al 20%, seguidamente se agregó 10 gotas de solución de acetato de plomo al 5%. Posteriormente, se llevó a baño de Maria hirviente. **Resultado.** Se observó en el tubo 1 control negativo. En el tubo 2 y 3 no presentaron reacciones. En el tubo 4 contiene harina de trigo, presentó reacción positiva mostrando un color negruzco con poca intensidad. Mientras que en los tubos 5, 6 y 7 la reacción es positivo con un fuerte color negro. **Discusión.** En las muestras presentes en los tubos 1, 2 y 3 se evidencia un resultado negativo debido a la carencia de proteínas, mientras que en los tubos en donde las muestras biológicas contienen en su composición proteínas el resultado fue positivo. **Conclusión.** El propósito del laboratorio se alcanzó. Puesto que la prueba cualitativa de aminoácidos azufrados permitió detectar monómeros de proteínas, que contienen en su estructura química azufre en las muestras biológicas evaluadas.

Palabras clave: Aminoácidos azufrados; Cisteína; Metionina; Proteínas; Hidróxido de sodio al 20%; Acetato de plomo al 5%.

Abstract

Introduction. The sulfur-containing amino acid test is an assay in which 20% NaOH provides a basic medium that facilitates the release of sulfur present in cysteine, cystine, and methionine. In the presence of heat, this sulfur converts into sodium sulfide, which then reacts with lead acetate

to yield black lead sulfide. **Objective.** This study aimed to identify the presence of sulfur-containing amino acids in seven biological samples. **Methodology.** Seven properly labeled test tubes were used. A volume of 2 mL of 20% sodium hydroxide solution was added to each, followed by 10 drops of 5% lead acetate solution. Subsequently, the tubes were placed in a boiling water bath. **Results.** Tube 1 served as a negative control. Tubes 2 and 3 showed no reaction. Tube 4, containing wheat flour, presented a positive reaction showing a faint blackish color. Meanwhile, tubes 5, 6, and 7 showed a positive reaction with an intense black color. **Discussion.** The negative results in tubes 1, 2, and 3 are due to the absence of proteins. Conversely, the presence of proteins within the biological samples in the remaining tubes accounts for the positive test results. **Conclusion.** The laboratory's objective was achieved, as the qualitative test for sulfur-containing amino acids successfully detected protein monomers containing sulfur in their chemical structure across the evaluated biological samples.

Keywords: Sulfur-containing amino acids; Cysteine; Methionine; Proteins; 20% Sodium hydroxide; 5% Lead acetate.

1. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA), Grupo de investigación TECNNOSALUD. Colombia.
Correo electrónico: roger.rabelo@unad.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5247-8888

2. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA), Grupo de investigación TECNNOSALUD. Colombia.
Correo electrónico: edhisson.navarro@unad.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-9443-4188

3. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA), Grupo de investigación TECNNOSALUD. Colombia.
Correo electrónico: milena.cuellar@unad.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-7456-9581

4. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA), Grupo de investigación TECNNOSALUD. Colombia.
Correo electrónico: alexandra.sanjuan@unad.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6404-0958

5. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA), Grupo de investigación TECNNOSALUD. Colombia.
Correo electrónico: vicky.caycedo@unad.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-6621-2690

6. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: ashernandezmo@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-9402-675X

7. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: lamartinezdo@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-5583-6862

8. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: kybarrerap@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3962-3289

9. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: elpallarest@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-8208-8944

10. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: daduranpa@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-0639-6534

11. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.

Correo electrónico: yacaamanoc@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-9018-5210

12. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: myescobarruiz@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-5703-2621

13. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: sbravop@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-6539-459X

14. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: neydiskarinabastidasgomez@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-7794-4767

15. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: accontrerasob@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-2032-7158

16. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: leperezru@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3706-505X

17. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: jdleonran@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-1276-5944

18. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: jcrodriguezfu@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-7285-881X

19. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: eflorezpani@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-2732-2759

20. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA). Colombia.
Correo electrónico: kdmarmolr@unadvirtual.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-9681-3500

Introducción

El componente práctico de la Escuela Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, es un escenario de aprendizaje para los estudiantes, también se presenta como una oportunidad para generar productos tipología MinCiencias. El enfoque institucional nos estimula a llevar a cabo la responsabilidad sustantiva, que es la investigación formativa. Todo esto promueve una sinergia del trabajo soportado en innovación, la inquietud de aprender y la capacidad de identificar oportunidades de mejora, desde este horizonte el ejercicio docente e investigativo, necesita no solo ejecutar las tareas establecidas, sino también estudiar los resultados, plantear interrogantes y sugerir alternativas que ayuden al fortalecimiento de los procesos académicos y científicos, produciendo un trabajo con propósito.

El Trabajo Inteligente y Productivo - TIP se organiza, en una directriz que refuerza la inteligencia, la inquietud de conocer y la creatividad; el trabajo con inteligencia identifica las oportunidades de mejora de nuestra labor como docente investigador y busca respuestas y nuevos caminos (1). En ese orden, este trabajo organiza el resultado de una metodología del laboratorio de bioquímica, exactamente el ensayo de la reacción de los aminoácidos azufrados.

La albúmina de huevo es una porción proteica de la clara, conformada necesariamanet por ovoalbúmina (2). La ovoalbúmina está constituido parcialmente por la mitad o más de las proteínas

de la clara, tiene una presentación globular fosfoglucoproteica de unos 44.5–45 kDa con aproximadamente 385 aminoácidos (3). La leche de ganado vacuno es un liquido nutritivo de color blanco opalescente sintetizada por la ubre de los bovinos (*Bos taurus*) (4). La harina de trigo es el producto que se obtiene a través de la limpieza, procesamiento y trituración del grano de trigo (*Triticum* spp.), está constituido por almidón, proteínas, agua, polisacáridos no amiláceos, lípidos, minerales y cenizas (5).

Los aminoácidos son moléculas orgánicas que hacen parte de las unidades principales de las proteínas (6). La tirosina es un aminoácido que hace parte de las proteínas y es sintetizada a partir de la fenilalanina (7). Los aminoácidos azufrados contienen azufre en su estructura química y cumplen funciones importantes en las proteínas, el metabolismo celular y la protección antioxidante (8). Estos aminoácidos son principalmente metionina y cisteína, se pueden encontrar tanto en vegetales y carnes, como en tejidos, órganos del organismo y microorganismos como parte de su metabolismo del azufre (8). La reacción de aminoácidos azufrados también conocida como la reacción del acetato de plomo, es un ensayo cualitativo para determinar azufre reducido en proteínas (9).

El hidróxido de sodio es una sustancia inorgánica iónica de fórmula química NaOH, constituido por cationes sodio Na+ y aniones hidróxido OH− (10). El acetato de plomo está constituido por sal inorgánica de plomo(II) y ácido acético, cuya fórmula química Pb(CH3COO)2; puede mostrarse en forma anhidra o como acetato de plomo trihidratado, Pb(CH3COO)2·3H2O (11).

El principio de los aminoácidos azufrados reposa en su estructura química singular, el cual tiene propiedades redox únicas y les facilita intervenir en rutas metabólicas importantes como el ciclo de la metionina, la vía de transulfuración y el metabolismo de un carbono (12). En la prueba cualitativa de aminoacidos azufrados, el NaOH al 20% brinda un medio basico que facilita la liberación del azufre presente en la cisteína, la cistina y metionina, luego en presencia del calor, se transforma en sulfuro de sodio, seguidamente reacciona con el acetato de plomo para generar sulfuro de plomo negro (13). En cuanto al acetato de plomo al 5%, actúa como indicador y donador de iones plomo (II), posterior al tratamiento de la muestra con NaOH y calor, el azufre se transforma en sulfuro, a conttinuación los iones Pb2+ reaccionan entonces con ese sulfuro formando sulfuro de plomo (II), un precipitado de color pardo, gris oscuro o negro (14). El presente estudio tuvo como objetivo identificar la presencia de aminoácidos azufrados en diferentes muestras biológicas.

Materiales y Metodología

Los materiales y reactivos usados en la identificación cualitativa de aminoácidos azufrados fueron:

- 6 tubos de ensayo (140 mm*14 mm)
- 1 pinza para tubos
- 2 vasos de precipitado de 500 ml
- 1 plancha de agitación y calentamiento
- 1 balanza analítica
- 1 gradillas

- 3 pipetas Pasteur con bulbo Pera de goma para pipetas
- Hidróxido de sodio 20%
- Acetato de plomo 5%
- Albumina de huevo
- Tirosina 3 ml
- Leche 3 ml 1%
- Glucosa 3 ml
- Aceite de cocina 3 ml
- Carne cruda 3 ml de extracto de carne

Procedimiento realizado para la reacción de aminoácidos azufrados:

Los 7 tubos de ensayo se rotularon según la muestra biológica utilizada ver figura 1, luego se organizó una gradilla con estos 7 tubos de ensayo ver figura 2, posteriormente se añadió 2 ml de solución de hidróxido sódico al 20%, seguidamente se agregó 10 gotas de solución de acetato de plomo al 5%. Seguidamente, se llevó a baño de Maria hirviente. Luego se procedió a observar y tomar apuntes de los cambios.



Figura 1. Soluciones utilizadas en la prueba de reacción de aminoácidos azufrados

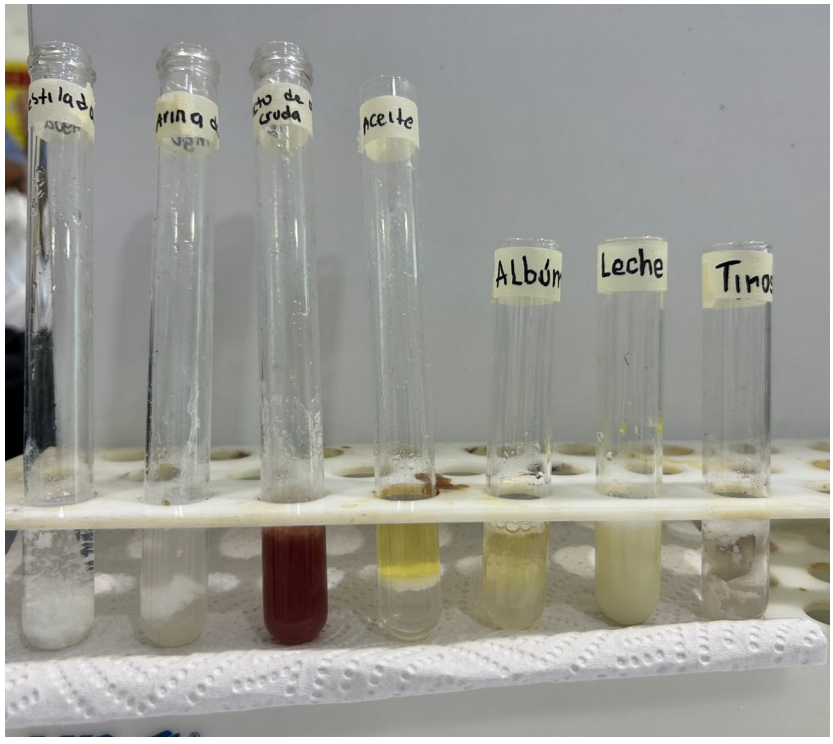


Figura 2. Reacción de aminoácidos azufrados sin el baño Maria

Resultados

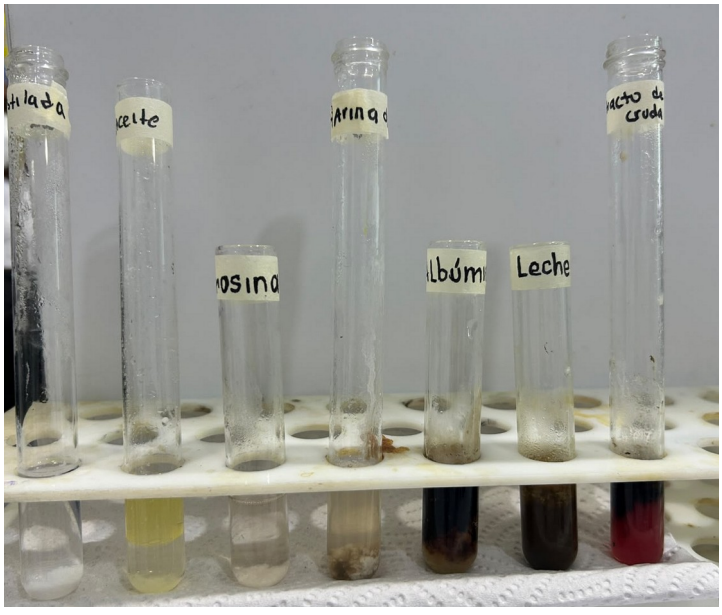


Figura 3. Reacción de aminoácidos azufrados. De izquierda a derecha, tubo 1 agua destilada (control negativo), tubo 2 aceite (negativo), tubo 3 tirosina (negativo), tubo 4 harina de trigo (positivo), tubo 5 albúmina de huevo (positivo), tubo 6 leche (positivo) y tubo 7 extracto de carne (positivo).

En la figura 3, se observó que el tubo 1 control negativo contiene agua no presentó reacción. En el tubo 2 y 3 no presentaron reacciones. En el tubo 4 contiene harina de trigo, presentó reacción

positiva mostrando un color negruzco pero la intensidad del color oscuro no es intenso. Mientras que en los tubos 5, 6 y 7 la reacción es positivo con una intensidad fuerte del color negro.

Discusión de resultados

En el control negativo el tubo 1 solo contiene agua y los reactivos hidróxido de sodio 20% y acetato de plomo 5%, pero como no hay proteínas no hubo reacción. En el tubo 2 que contiene aceite, también dio negativo porque carece de proteínas. En el tubo 3 que contiene tirosina también dio negativo, a pesar de que es un aminoácido, pero este no tiene en su constitución química azufre y por eso no hubo reacción.

En el tubo que contiene la muestra de harina de trigo, la prueba dio positiva, sin embargo presentó un leve color negruzco. Porque en la proteína de la harina de trigo la metionina solo representa el 1,28 % (15).

El tubo 5 que contiene albúmina de huevo dio reacción positiva, debido a su composición proteica. La clara de huevo contiene más de un 50% de su proteína total en forma de ovoalbúmina, que a su vez contiene aminoácidos azufrados el cual representan el 45% de la proteína (16), cuya presencia favorece la reacción característica observada durante el ensayo cualitativo.

En el tubo 6, que contiene la muestra de leche de vaca, la prueba para aminoácidos azufrados fue positiva, se evidencia por la formación de una coloración oscura en el fondo del tubo. En la leche de vaca la metionina y la cisteína representan aproximadamente el 0,18%de leche, equivalentes a cerca del 4% del contenido total de aminoácidos, lo cual explica el resultado positivo de la prueba (17).

En el tubo 7 que contiene el extracto de carne se observó una coloración negra de mayor intensidad. Estos hallazgos apoyan la idea de que hay proteínas, ya que en los extractos cárnicos, la cisteína y otros compuestos azufrados se combinan bajo calor durante el tratamiento y la descomposición enzimática (18), la intensidad del color negruzco es superior, porque la carne de ganado vacuno representa aproximadamente entre un 20% a 24% de proteína por cada 100 g de carne fresca (19-21).

Conclusiones

El propósito del laboratorio se alcanzó. Puesto que la prueba cualitativa de aminoácidos azufrados permitió detectar monómeros de proteínas, que contienen en su estructura química azufre en las muestras biológicas evaluadas. Asimismo, se comprobó que la dinámica en la ejecución metodológica y el estudio de los resultados fueron necesarios, dado que la composición de cada muestra puede alterar la reacción. En conclusión, esta prueba se consolida como un método preliminar clave para el análisis de aminoácidos azufrados.

El ensayo demostró ser una prueba altamente efectiva para la detección cualitativa de aminoácidos azufrados en diversas muestras biológicas. La fuerza del tono oscuro dependerá de la cantidad de proteínas presentes en las muestras. Sin embargo el grado de intensidad del color está determinado por las características propias de cada alícuota.

El ensayo no sólo consolida su valor analítico básico para identificar biomoléculas, sino que incrementa la importancia de un estricto control procedimental para evitar errores en la interpretación de los resultados.



Figura 5. Foto del grupo de estudiantes y docente del laboratorio de Bioquímica en la Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA), UNAD - CEAD Valledupar.

Referencias

1. Leal Afanador JA. Trabajo inteligente productivo [Internet]. Bogotá: Sello Editorial UNAD; 2023. Disponible en: https://libros.unad.edu.co/index.php/selloeditorial/catalog/book/247
2. Cobbinah-Sam E, Ekaette I. Thermal processing-driven functional transformations of egg components: Albumen and yolk. Food Research International (Ottawa, Ont.). 2026;224:117929. doi: 10.1016/j.foodres.2025.117929
3. Nurliyani, Abidin MZ, Kandarina I. Isolation and Characterization of the Microbiological and Physicochemical Qualities, the Protein and Amino Acid Profiles of Fermented Chicken and Duck Egg Ovalbumin. Tropical Animal Science Journal. 2025;48(1):45-56. doi: 10.5398/tasj.2025.48.1.45
4. Bruckmaier R, Zinn S. From the editors: “Mammalian milk: the elixir of life from maternal care to modern dairy production”. Animal Frontiers. 2023;13(3):3-4. doi: 10.1093/af/vfad035
5. Khalid A, Hameed A, Tahir MF. Wheat quality: A review on chemical composition, nutritional attributes, grain anatomy, types, classification, and function of seed storage proteins in bread making quality. Frontiers in Nutrition. 2023;10:1053196. doi: 10.3389/fnut.2023.1053196
6. Wang Z. Amino Acids as Multifunctional Molecules in Plants: From Fundamental Metabolism to Precision Agriculture. Plants (Basel, Switzerland). 2026;15(10). doi: 10.3390/plants15101583
7. Buchmueller LC, Wunderle C, Laager R, Bernasconi L, Neyer PJ, Tribolet P, et al. Association of phenylalanine and tyrosine metabolism with mortality and response to nutritional support among patients at nutritional risk: a secondary analysis of the randomized clinical trial EFFORT. Frontiers in Nutrition. 2024;11:1451081. doi: 10.3389/fnut.2024.1451081
8. Zheng P, Jin Y, Wei C, Xia C. Sulfur-Containing Amino Acids: The Conversion Process from Product to Substrate. International Journal of Molecular Sciences. 2026;27(11). doi: 10.3390/ijms27114771
9. Choudhury FK, DeNicola GM. Best practices for cysteine analysis. Ferroptosis and Oxidative Stress. 2026;2. doi: 10.70401/fos.2025.0010

10. National Center for Biotechnology Information. PubChem compound summary for CID 14798, Sodium hydroxide [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine; 2026. Disponible en: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/14798

11. National Center for Biotechnology Information. PubChem compound summary for CID 5284406, Lead acetate (Pb3(AcO)2(OH)4) [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine; 2026. Disponible en: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5284406

12. Cao X, Guo Y, Guo Z, Liu Y, Dou Y, Xue L. One-carbon metabolism in cancer: moonlighting functions of metabolic enzymes and anti-tumor therapy. Cancer and Metastasis Reviews. 2025;44(4):91. doi: 10.1007/s10555-025-10308-9

13. Kareem MA. Experiment 6: qualitative tests for amino acids and proteins [Internet]. Nueva Delhi: Indira Gandhi National Open University; 2020. Disponible en: http://egyankosh.ac.in//handle/123456789/68528

14. Cha JH, Kim DH, Choi SJ, Koo WT, Kim ID. Sub-Parts-per-Million Hydrogen Sulfide Colorimetric Sensor: Lead Acetate Anchored Nanofibers toward Halitosis Diagnosis. Analytical Chemistry. 2018;90(15):8769-8775. doi: 10.1021/acs.analchem.8b01273

15. Urosevic D, Knezevic D, Brankovic G, Novoselskaya-Dragovich A, Yu, Kudryavtsev A, et al. Protein content and amino acid composition in seed of bread wheat (Triticum aestivum L.). Genetika. 2023;55(1):301-318. doi: 10.2298/gensr2301301u

16. Attia YA, Al-Harthi MA, Korish MA, Shiboob MH. Protein and Amino Acid Content in Four Brands of Commercial Table Eggs in Retail Markets in Relation to Human Requirements. Animals : An Open Access Journal from MDPI. 2020;10(3). doi: 10.3390/ani10030406

17. Landi N, Ragucci S, Di Maro A. Amino Acid Composition of Milk from Cow, Sheep and Goat Raised in Ailano and Valle Agricola, Two Localities of "Alto Casertano" (Campania Region). Foods (Basel, Switzerland). 2021;10(10). doi: 10.3390/foods10102431

18. Li X, Liu SQ. Effect of heat treatment on amino acids and volatile compounds of enzymatic pork trimmings hydrolysate supplemented with xylose and cysteine. Food Bioscience. 2022;46(101538):101538. doi: 10.1016/j.fbio.2021.101538

19. Cantarero-Aparicio MÁ, García-Infante M, Álvarez C, Polvillo O, Perea JM, Horcada A. Nutrient Composition of Autochthonous Beef from Southwest Spain. Foods (Basel, Switzerland). 2025;14(22). doi: 10.3390/foods14223961

20. Ngom RV, de Paul Ndzana V, Bohounbele D, Houli V, Oumara B, Pagnah AZ. Nutritional Quality of Meat from Cattle Breed in Livestock Production Area of Cameroon. Open Journal of Animal Sciences. 2022;12(3):467-483. doi: 10.4236/ojas.2022.123035

21. Zhaskairat SZ, Izbasarova AI, Igenbaev AK, Kardenov SA, Kozhamsugirov KM, et al. Химический состав и физико-химические показатели мяса шеи, спины, бедер говядины и конины. Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences. 2025;(2(18)):194-200. doi: 10.53360/2788-7995-2025-2(18)-23