استخدام التحليل بالتنشيط النيوتروني (NAA) لقياس تراكيز بعض العناصر المعدنية في عظام الدجاج

رويدة سامي حسن عبير علي محمد حسين انور كامل محمود نعمة حافظ ثابت

هيئة الطاقة الذرية/ مديرية التطبيقات والمختبرات الاشعاعية والنووية – قسم المفاعلات والمسرعات النووية

بغداد – العراق

الخلاصة

استخدمت طريقة التحليل بالتنشيط النيوتروني Neutron Activation Analyzing (NAA) لتحديد بعض أهم مكونات عظام الدجاج (P وCa وNa). أستخدم المصدر النيوتروني النظائري (Am241-Be) في عملية تشعيع نماذج عظام دواجن بعمر ستة أسابيع وبوزن (٤ غرام) ولمدة (١٠٠٠ ثانية). قيست تراكيز العناصر المذكورة اعلاه وقد وجد ان المحافظة على النسبة الطبيعية لتركيز الكالسيوم الى الفسفور بوجود نسبة محددة للصوديوم ذات اهمية بالغة في اعطاء أفضل زيادة وزنية وان اختلالها خاصة في طور النمو يؤدي الى انخفاض كفاءة التمثيل الغذائي ونقصان الوزن وكذلك قيس النشاط الاشعاعي الناتج عن النظائر المكونة للنماذج.

الكلمات المفتاحية: التحليل بالتنشيط النيوتروني، معادن، عظام، ودواجن.

The Use of Neutron Activation Analysis (NAA) to Measure the Concentration of Some Mineral Elements in the Chicken Bone

Ruwaida Sami Hassan Abeer Ali Mohamed Anwer Kamel Mahmood Neamah Hafed Thabit

Atomic Energy Commission / Directorate of Radiation and Nuclear Applications and Laboratories - Nuclear Reactors and Accelerators Division - Baghdad – Iraq

E-mail: kamelanwar73@yahoo.com

Abstract

Neutron Activation Analysis (NAA) method was used to determine some of the most important components in chicken bones (Na, Ca and P) The isotopic neutron source (Am241-Be) was used to irradiate samples of poultry bones with six weeks aged and (4 gm) weight for (1000 sec). When measured the concentration of the above elements find that keeping the natural ratio of calcium to phosphorus concentration with a specific percentage of sodium is very important in giving the best increase in weight and that its disruption specially in the growth stage leads to decrease in the efficiency of metabolism and weight loss, as well as measuring the radioactivity resulting from the isotopes that make up the models.

Keywords: Neutron Activation Analysis, Mineral, Bones, and Poultry.

المقدمة

يتطلب التطور الكبير في القدرة الوراثية للهجن التجارية للفروج في العقود الأخيرة وارتفاع سرعة نموها زيادة في الاحتياجات الغذائية بما فيها العناصر المعدنية وضرورة مراجعة احتياجاتها باستمرار (Aoyagi وBaker، ١٩٩٣) ومنها النحاس والحديد والكالسيوم والفسفور فالنحاس يؤدي دورا مهما في تكوين هيموغلوبين الدم اذ يؤدي نقص النحاس الى التأثير سلبا في استقلاب الحديد ومن ثم تكوين هيموغلوبين الدم ويترسب في الكبد (Sharma واخرون، ٢٠٠٩) يمكن ان تستخدم مركبات النحاس كإضافة الى عليقة محفزة لنمو الفروج (Zhang واخرون، ٢٠٠٥). ويؤدي الحديد دورا مهما في تكوين خضاب الدم (Svetlana واخرون، ٢٠٠٨) وأشار (Zhang واخرون، ٢٠٠٥) الى إمكانية استخدام مركبات الحديد كإضافات علفية محفزة لنمو الفروج. والكالسيوم ذو أهمية خاصة في تغذية الدجاج ولاسيما الفروج في طور النمو أذ يدخل في تركيب العظام وله دور في عملية تخثر الدم وفي التقلصات العضلية والمحافظة على موازنة وتنظيم ضربات القلب بالاشتراك مع الصوديوم والبوتاسيوم بالإضافة الى انه يلعب دورا مهما في تكوين قشرة البيض (Ellis واخرون، ٢٠٠٦) وتشير البحوث الى ان احتياج الفروج من الكالسيوم Ca هو (١%) لإعطاء أفضل زيادة وزنية في فروج اللحم و(٠.٧٢%) من الفسفور (Filby واخرون، ١٩٧٧). وهناك عدة عوامل تؤثر في امتصاص الكالسيوم وفي قابلية الجسم للاحتفاظ به ومن أهمها:

١- نسبة الكالسيوم الى الفسفور: إذ إن أي اختلال في هذه النسبة في العليقة تؤدي إلى اختلاف في نمو الطير وانخفاض كفاءة الاستفادة من العليقة، علماً بأن نسبة الكالسيوم المتاح والمناسب لعلائق فروج اللحم هي (١:٢) (AL-Jobori واخرون، ١٩٩٠).

٢- نسبة الطاقة في العليقة: ان زيادة نسبة الطاقة في العليقة تقلل من قابلية الجسم على الاستفادة من الكالسيوم.

٣- زيادة نسبة الدهن عن (٥%) يقلل من قابلية امتصاص الكالسيوم والاحتفاظ به (Thabit واخرون، ٢٠٠٩).

في عام ٢٠١٧ قام (Gautier واخرون) بعمل تجربتين عن تأثير تراكيز الكالسيوم وقياس نسبة الكالسيوم الى الفسفور للدجاج من بعمر (*2-23*) يوم ووجد ان تراكيز الكالسيوم ونسبة الفسفور اقل من ٠.٠١ تزداد خلال فترة النمو. وفي عام ٢٠١٤ وجد (Olukosi وFru-Nji) ان العظام الصغيرة تعتمد على تراكيز الفسفور والكالسيوم لكي تكبر ومقارنتها مع زيادة وزن الدجاج كإخراج. اما النسبة بين الكالسيوم والفسفور فيكون تأثيرها أكبر من تراكيز العناصر الفردية عند صياغة نظام غذائي للدجاج وهذا ما وضحه (Bradbury واخرون، ٢٠١٤). (Browning واخرون، ٢٠١٢) برهنوا على ان قلة نسبة الكالسيوم يرتبط مع زيادة كفاءة الكالسيوم المقارن مع المعطى والذي يتضمن تراكيز عالية من الكالسيوم والتي تشير الى استجابة فسيولوجية للدجاج.

فضلا عن ذلك درس (Amorosol واخرون، ٢٠١٣) كثافة معادن العظام ومستويات الكالسيوم للدجاج بأعمار (١٤ و٢١ و٤٥) يوم باستخدام تقنية (Optical Densitometry Radiograph Technique) ووجد ان كثافة المعادن في العظام تزداد بزيادة العمر. واما (دقدوقة واخرون، ٢٠١٤) فوجد ان زيادة تراكيز الأملاح المعدنية في العلف يؤدي

الى زيادة تراكيزها في الكبد وعظمة الساق وهذا أمن في حالة اعمار الفروج ٤٢ يوم. ومن الطرق الاخرى لقياس نسبة الكالسيوم والفسفور في عظام الدجاج طريقة التحليل بالتنشيط النيوتروني (NAA) Neutron Activation Analysis.

ان الأساس العلمي لعملية التحليل بالتنشيط النيوتروني يستند الى مبدأ أحداث تفاعلات نووية داخل نوى نظائر العناصر المكونة للنموذج بواسطة قصفها بفيض من النيوترونات التي يمكن الحصول عليها من المصادر النيوترونية المتوفرة مما يجعل هذه النوى نشطة إشعاعيا.

تمتاز تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني (NAA) بأنها :

1- طريقة لا إتلافية Non destructive

٢ - طريقة حساسة جدا للتراكيز المنخفضة بالمقارنة مع الطرق التحليلية الأخرى (الطرق الكيميائية) وقد تصل الى جزء من المليون ppm.

٣ - طريقة رخيصة.

٤ - سهلة وسريعة.

ان الهدف من هذا البحث هو قياس تراكيز عناصر الفسفور والكالسيوم والصوديوم باستخدام تقنية التحليل بالتنشيط النيوتروني في عظام الدجاج.

المواد وطرائق العمل

هيئت نماذج عدد (٣) لأفراخ بعمر (٦) أسابيع حيث يتكون كل نموذج من ثلاثة افراخ وذلك باستخدام آلة قطع بلاستيكية لمنع حدوث تلوث بالنماذج حيث تم فصل اللحم عن العظم، وطحنت العظام باستخدام مطحنة كهربائية وجففت باستخدام فرن كهربائي (٨٠ °م) وكبست النماذج بوزن (٤ غرام) وبقطر (٢ ثانية). واختير هذا العمر (٦) أسابيع لأن نسبة احتياج الدجاج الى عنصر الكالسيوم لبناء العظام تزداد في بداية العمر وتنخفض مع تقدم العمر. وكما تشير دراسة (Amoroso واخرون، ٢٠١٣).

القياسات

استخدم المصدر النيوتروني (Am^{241}-Be) Neutron Source Isotopic والذي توضحه المعادلة التالية (Sperr واخرون، ١٩٧٤)

$$Am^{241} \xrightarrow{\alpha} Be^{4}$$

$$Be^{4}+2He^{4} \rightarrow {}_{6}C^{12}+{}_{0}n^{1}+5.7Mev$$

وفعالية (Activity = ١٠ ci) وناتج كلي (Total Yield) يبلغ (٢.٧ x $١٠^{٧}$) وعمر نصف (٤٥٨ سنة).

وقد سبق ان أجريت دراسة متكاملة وموثقة بتوزيع الفيض النيوتروني السريع $\emptyset_{fast}$ والحراري $\emptyset_{th}$ على ابعاد مختلفة من المصدر النيوتروني (Farahan واخرون، ٢٠٠٣) والموضحة في الجدول (١). عينت العناصر المكونة للنماذج بواسطة تحليل طيف أشعة كاما المتأخرة (Delayed Gamma) الصادر عن النظائر المشعة الناتجة ويقاس النشاط الإشعاعي لهذه النظائر باستخدام الكواشف النووية لأشعة كاما مثل كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HpGe) الذي يتميز بقدرة فصل طاقي عالية او باستخدام الكواشف الوميضية مثل كاشف أيوديد الصوديوم المطعم بالثاليوم NaI (T1) ذوالكفاءة العالية في القياس (AL-Jobori واخرون،١٩٨٩). ولتحديد تراكيز العناصر المكونة للنماذج استخدم النشاط الإشعاعي المنبعث من نظائر هذه العناصر مع النشاط الإشعاعي لنظائر نفس العناصر المعلومة التراكيز والموجودة في نموذج قياس يشعع مع النموذج المجهول تحت نفس الظروف (Underwood واخرون، ١٩٧٧). والجدول (١) يوضح $\emptyset_{fast}$ التي

تمثل الفيض النيوتروني السريع و$\emptyset_{th}$ تمثل الفيض النيوتروني الحراري و(D) هي بعد النماذج عن قاعدة المصدر النيوتروني وجد ان أعلى قيمة للفيض النيوتروني السريع هي على بعد (٧.٥ سم) من قاعدة المصدر. اما أعلى قيمة للفيض النيوتروني الحراري فهي على بعد (١٠.٥ سم).

جدول (١) توزيع الفيض النيوتروني السريع والحراري على ابعاد مختلفة من المصدر النيوتروني (Farahan واخرون، ٢٠٠٣).

Distance (cm)	$\emptyset_{fast}$ (n/cm^2.sec)	$\emptyset_{th}$ (n/cm^2.sec)
1.5	4.63±0.33* 10^6	0.85±0.06* 10^4
4.5	6.68±0.56* 10^6	1.55±0.13* 10^4
7.5	14.34±1.12*10^6	2.55±0.21* 10^4
10.5	2.781±1.74*10^6	4.62±0.35* 10^4
13.5	14.14±0.99*10^6	2.01±0.17* 10^4

ان عملية التشعيع تعتمد على عدة عوامل منها:

١- فترة التشعيع (t) Irradiation time.

٢- الفيض النيوتروني (Ø) Neutron Flux.

٣- فترة التأخير (t_d) Delay time.

٤- وزن العينة Sample weight.

ان كل من فترة التشعيع والتأخير تعتمدان على عمر النصف للنظير ويمكن تقسيم النظائر المقاسة في النماذج الى قسمين (Farahan واخرون، ٢٠٠٣):

١- نظائر ذات عمر نصف قصير Short half-life وتحتاج الى فترة تشعيع قصيرة (١٠ – ٢٠ دقيقة).

٢- نظائر ذات عمر نصف طويل Long half-life وتحتاج الى فترة تشعيع طويلة نسبيا (٢ – ٤ h) او حتى أيام.

تتكون منظومة القياس من:

١- منظومة كاشف أيوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(T1)

استخدمت منظومة كاشف أيوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(T1) نوع well type (٥"*٥") لقياس الفيض النيوتروني للمصدر النظائري $Am^{241}-Be$ وبطاقة (٤Mev). حيث يستخدم هذا النوع من الكواشف في التحليل الطبيعي لأشعة كاما ويمتاز بكفاءة عالية (٢٠%) لذا يمكن استخدامه في الكثير من الدراسات التي تتضمن دراسة سلوك أشعة كاما (ITAWI واخرون، ١٩٩٠) ان قابلية الفصل لهذا الكاشف (٨.٥٪) وهي واطئة نسبيا لذا لا يستخدم هذا الكاشف في القياسات التي تحتاج تحليل طاقات متقاربة.

٢- منظومة كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة HpGe

هو من كواشف أشباه الموصلات يمتاز بقدرة فصل عالية (٢ Kev) نسبة الى الطاقة الثانية لنظير الكوبلت ٦٠-Co (١٣٣٢ Kev) وتعتبر كفاءته واطئة لذلك فهو يستخدم في التحليلات الطبيعية التي تتضمن طاقات متقاربة (Rothenberg واخرون، ٢٠٠٠).

النتائج والمناقشة

قيس النشاط الإشعاعي الطبيعي للنماذج باستخدام كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) لفترة زمنية مقدارها (٢ ساعة) كما موضح في جدول (٢) والذي يبين معدل النشاط النوعي الطبيعي والأغراض المعيارية لسلسلة الثوريوم (Th-232) واليورانيوم

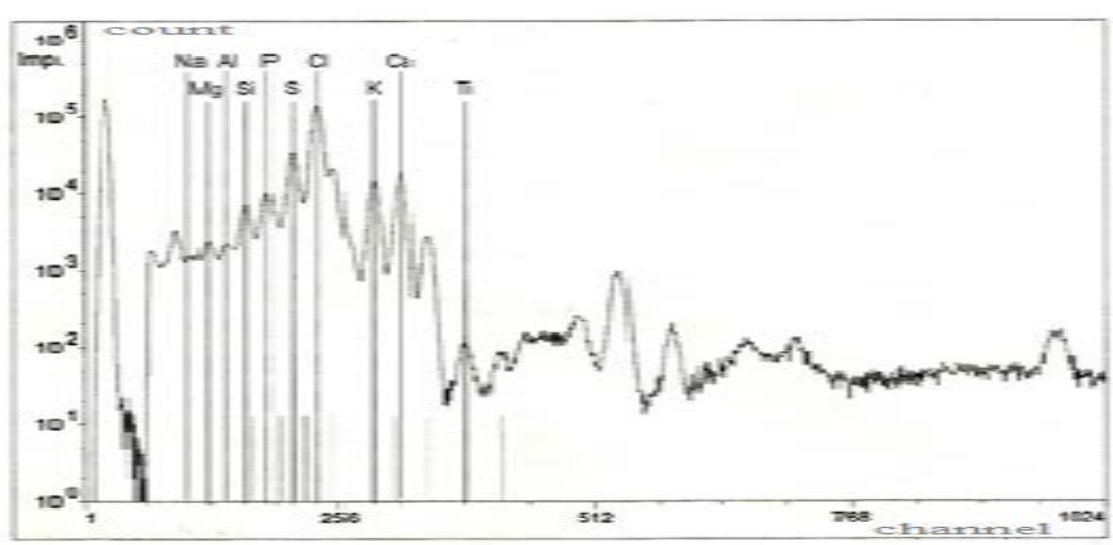
(U-232) ونظير السيزيوم (Cs-137) ونظير البوتاسيوم (K-40) من خلال الطاقة المعتمدة لكل نظير كذلك حسبت نسبة الخطأ في القياسات وذلك بإعادة قياس النماذج لعدة مرات وكانت نسبة الخطأ اقل من ١٠ % وكما موضح في الجدولين (٢) و(٣) والشكل (١) يوضح التوزيع الطيفي للعناصر الموجودة في نموذج من عظام الدجاج.

جدول (٢) معدل النشاط الاشعاعي النوعي في نماذج من عظام الدجاج S.D: Standard Deviation

Isotopes	Energy (KeV)	Mean±S.D
TL-208 Th-232	583	0.76±0.31
Bi-214 U-232	609	3.30±0.28
Cs-137	661	0.21±0.25
K-40	1460	5.21±0.16

جدول (٣) العناصر المقاسة لنموذج من عظام الدجاج.

Elements	Nuclear Reaction	Cross Section (mb)	Halftime (min)	Gamma Ray Energy (Kev)	Concentration 100 %
AL	P^{31} (n,α) AL^{28} Si^{29} (n,p) AL^{29}	118 120	2.24 6.52	1779 1273	0.35
Mg	$Mg^{26} \xrightarrow{slow} Mg^{27}$	25	9.45	1014 814	0.1067
Na	$Na^{23}(n,\gamma)Na^{24}$	530	15	1368	0.16
P	$P^{31}(n,\alpha)Al^{26}$	422.7	2.3	1778	0.0610
Ca	$Ca^{46}(n,\alpha)Ca^{47}$	257	4.89	1297	0.1007



شكل (١) تراكيز العناصر لنموذج من عظام الدجاج.

الاستنتاجات

يحتاج الدجاج الى الكالسيوم وذلك لبناء الهيكل العظمي وتزداد هذه النسبة في بداية العمر ثم تنخفض بصورة طفيفة عند التقدم بالعمر فتكون نسبة الكالسيوم للفروج النامي بالنسبة للكالسيوم (٠.٩ – ١.٠) % والفسفور الكلي (٠.٧ – ٠.٧٥) % اما الصوديوم فنجده بنسبة (٠.١٥)% .

أن المحافظة على النسبة الطبيعية لتركيز الكالسيوم نسبة الى الفسفور في عليقة الدجاج (١.٥:١) تعطي أفضل زيادة وزنية وان النسبة المثلى هي (١.٢:١) في كتاكيت الدجاج. أن اختلال هذه النسبة وخاصة في طور النمو يؤدي الى مضاعفات في طريقة التمثيل الغذائي ونقصان الوزن وانخفاض كفاءة الاستفادة من العليقة.

التوصيات

اخذ نماذج دواجن باعمار مختلفة ودراسة نسبة الكالسيوم الى الفسفور في العليقة المعطاة للدجاج وصياغة نظام غذائي متوازن يحتوي على نسب محسوبة من الكالسيوم والفسفور.

استعمال مصدر نيوتروني ذا فعالية عالية لضمان الحصول على نتائج أكثر دقة.

المصادر

فراس دقدوقة، امير عرستة، موسى عبود وعماد معفماني (٢٠١٤). تأثير اضافة مستويات من الحديد والنحاس في مواصفات ذبيحة الفروج. جامعة دمشق، مجلة العلوم الزراعية. ٣٠ (١)، ١١٣ – ١٢٦.

AL-Jobori, S. M.; Itawi, R. K.; Saad, A.; Shihab, K. M and Jalil, M. (1990). Analysis of Natural Milk and Milk Powder Sample by NAA, J. Radional. Nucl. Chem. Letter, 144(3), 229-239.

ALJobori, S. M.; Kettaneh, Y. A. H; saad, A and Jalil, M., (1989). Determination of Si, AL, Ti, Fe and Zr Glass Sand Sampels 14 Mev Neutron Activation Analysis Iraq Baghdad. 129(2), 29-31.

Amoroso, L.; Baraldi, A.; Barreiro, F. R.; Pacheco, Alva, J.; Soares, N. M.; Pacheco, L. G. and Melare, M. C. (2013). Bone Densitometry and Calcium Serum levels in Chickens Treated with Filtered or Un Filtered Water. Brazilian J. Pouttry Sci. 15(4), 379-384.

Aoyagi, S. and Baker, D. H. (1993). Nutritional Evaluation of Copper, Lysine and Zinc-Lysine Complexes for Chicks Poultry. Sci. 72, 165-171.

Bradbury, E. J.; Wilkinson, S. J.; Gronin, G. M.; Thomson, P. C.; Bedford, M. R. and Cowieson, A. J. (2014). Nutrition Geometry of Calcium and Phosphorus Nutrition in Broiler Chicks Growth Performance. Skeletal Health and Intake Arrays Animal. Cambridge University Journal of Animal. 8(7),1071-1079.

Browning, L. G.; Autipatis, C. and Cowieson, A. (2012). The Interactive Effect of Vitamin D, Phytase, Calcium and Phosphorus in Broiler Performance and Skeletal Integrity. 23rd Annual Australian Poultry Science Symposium. 81-84.

Ellis; Bobby. D.; Macdonald and Charles, L. B. (2006). Phosphorus Iodide: A Versatile Metathesis Reagent for the Synthesis of Low Oxidation State Phosphorus Compounds. Inorganic Chemistry. 45 (17), 6864-687.

Farhan, S. S.; Aliwi, M. A.; Abood, S.; Dawood, S. S. and Tabit, N. H. (2003). Fast Neutron Spectrum Measurment Using Organic Scintillauoc Detector

Svetlana, M.; Lazarevi, M.; Olivera, J.; Danijela, K. and Marinkovi, M. (2008). The Influence of Organic and Inorganic Fe Supplementation on Red Blood Picture Immune Response and Quantity of Iron in Organs of Broiler Chickens. Acta Vet. (Beo Grad). 58(2-3), 179-189.

Thabit, N. H.; Hassan, R. S; H. Fiay (2009). Measurement of the Change of Phosphorus Concentration in Human Urine of Some Disease Cases using

Neutron Generator. Iraq, AL-Mustansiriyah University. (15)-(60).

Undrwood, E. J., (1977). Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 4th Ed. Academic Press, New York.

Zhang, C. H.; Jiang, J.; Zhang,Y. and Hunyan, J. (2005). Interaction of Dietary Iron and Vitamin A Influences the Performance of Broilers. Austr. J. Agric. Res. 56 (5), 435-442.

NE–213, Journal of Science & Engineering. 3(1), 15-19.

Filby, R. H.; Davis, A. L.; shah, K. R. and Huller, W. A. (1977). Determination of Mercury in Biological and Environental Materials by Instrumental Neutron Activation Analysis (N.A.A).

Gautier, A. E.; Walk, C. L. and Dilger, R. N. (2017). Influence of Dietary Calcium Concentrations and the Calcium to Non Phytate phosphorus Ratio. Poultry Science Association Inc. 96(8), 2795-2803.

Itawi, R. K.; Jalil, M.; Farhan, S. S. and Saeed, K. H. (1990). Analysis of Some Food Coloring Substances by the Method of INAA. (1990) Journal of Radio Analytical and Nuclear Chemistry Articles. 149(2), 333-337.

Olukosi, O. A. and Fru-Nji, F. (2014). The Interplay of Dietary Nutrient Specification and Varying Calcium to Total Phosphorus Ratio on Efficacy of a Bacterial Phytase: 1. Growth Performance and Tibia Mineralization. Poultry Science. 93(12), 3037-3043.

Rothenberg, S. J; Khan, F. A; Manalo, M. A; Jiang, J; Cuellar, R; Reyes, S; Acosta, S; Jauregui, M; Diaz, M; Sanchez, M; Todd, A. C; Johnson, C. (2000). Maternal Bone Lead Contribution to Blood Lead During and After Pregnancy Environ. (82), 81-90.

Sharma, B. K.; Bhardwaj, A.; Riyat, M. and Sharma, P. (2009). Effect of Ingestion of Copper on Red Cell Indices Iron Parameters and Essential Elements in Chicks. Ind. J. Clinc Biochem. 24 (3), 245 - 249.

Sperr, P.; Spider, R. and Evas, (1974). Nuclear Instrument Method. 116, 55-59.