إنتاج بروتين أحاديات الخلية (Single Cell Protein) من المخلفات التخميرية للمولت بطريقة ريادية محورة واستخدامه لأغراض التغذية الحيوانية

د. علي شهاب احمد*

تاريخ التسلم: ٢٠٠٤/٢/٧
تاريخ القبول: ٢٠٠٥/٥/٣

الخلاصة

استعملت المخلفات المطروحة من مرحلة تخمير المولت في صناعة الكحول في إنتاج بروتين أحادى الخلية (SCP) باسم جديد (العطـاء) ليـدخل كمركـز بروتيني في علائف الدواجن او الأسماك . أدخلـت تحـويرات علـى الطريقـة القياسية لمعالجة المخلفات لتتلائم مع الإمكانيات الفنية لانتاج البـروتين علـى مستوى ريادي . حيث استبدلت مراحل النبذ المركزي المبرد بمعاملـة حراريـة واختزلت مراحل المعالجة الى ثلاث مراحل رئيسية بدلا من تسع مراحل. كـان من نتائج هذا التحوير حصول زيادة في النسبة المئوية للبروتين ومكوناته مـن الأحماض الأمينية بالمقارنة مع الطريقة القياسية . تم نقل المحددات المختبريـة الخاصة بطريقة التحوير الى مستوى ريادي وبحجم تشـغيلي كـافي لاسـتيعاب جميع الكميات المطروحة من مخلفات معامل إنتاج الكحول في محافظة بغداد . تم الاستنتاج الى انه باستخدام الطريقة الريادية المحورة يمكـن انتـاج بـروتين احاديات الخلية ذو كفاءة عالية لاغراض التغذية الحيوانية بدلا مـن البـروتين المستورد .

Production of Single Cell Protein (SCP) from the Waste of Malt Fermentation by a Modified Poineer Method for Animal Feeding Purposes .

Abstract

The waste of malt fermentation stage in alcohol manufacturing was used in production of single cell protein (SCP) under a new name (AL – Ataa) and introduced as concentrated protein in the formula of chickens and fishes feeding. Suitable modification werer introduced on the standard method for waste treatment to account the real technical abilities founded . Cooled centrifugation stages was substituted by heat treatment and nine treatment stages were reduced to three. Results of this modification showed an increase in protein percentage and its amino acid components as compared with standard treatment. The laboratory parameters of modification

* قسم العلوم التطبيقية ، الجامعة التكنولوجية

https://doi.org/10.30684/etj.24.4.9
University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq/2412-0758
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

were imploid at a poineer level with the capacity that includes all disposal quantities from alcohol factories in Baghdad city . It concluded that by using the modified poineer method it is possible to produce a high quality SCP for animal feeding purposes instead of imported protein.

المقدمـــة

استخدمت الخمائر كغذاء بروتيني للإنسان والحيوان من قبل الألمان في الحربين الاولى والثانية وذلك بسبب ظروف الحرب ونقص التغذية . ومن بين هذه الخمائر هي خميرة ***Saccharomyces cerevisiae*** وخميرة ***Candida utilis*** بسبب محتواهما الجيد من البروتينات والفيتامينات (B-complex) ولكونهما غير ضارتين[1] .

اتجهت بعض الدول ومنها المانيا الى استخدام خميرة ***Sach. carlsbergenesis)*** الناتجة من مرحلة تخمير المولت في صناعة الكحول ولنفس الاسباب السابقة وتمتاز هذه الخميرة بكونها مشابهة لخميرة ***Sach . cerevisiae*** في مواصفاتها التغذوية ولكنها تختلف عنهافي صفاتها الفسلجية حيث تمتاز الاولى بقابليتها على احداث التخمر القاعي في ظروف تهوية محدده وقابليتها على التلبيد (Flocculation) وتستغرق فتره حضانتها مده تتراوح بين ٣-٦ ايام لانتاج الكحول الاثيلي بنسبه ٦-٨ % في حين تمتاز خميره ***Sach. cerevisiae*** بقابليتها على التخمير في ظروف تهوية وفترة حضن اقل (٢٤-٤٤) ساعة وانتاج كحول اعلى وقابليتها على تحويل Atrzinoهذا فضلا عن اختلاف في قابليه تخمير السكريات [3,2] .

بالنظر لكون الخميرة المطروحة من صناعة الكحول هي من المخلفات ولها آثار سلبيه على البيئة عند طرحها الى المجاري وان قيمة الطلب الحياتي للاوكسجين لهذه المخلفات يصل الى ٣٠٠٠ ملغم/لتر [4] لذلك استغلت هذه المخلفات لانتاج بروتين احادي الخلية (SCP) ومن خلال تقنية اقترحت من قبل[5] حيث تضمنت سلسلة معالجات وغسل وفرز في ظروف تبريد لأزاله الطعم المر لجعلها صالحه للاستهلاك البشري وكعلاج للبشرة وكذلك في تغذية الحيوانات كبروتين مركز اعتمادا على صفاتها [6] .

حدد [7] محتوى الخميرة من الاحماض الامينية والفيتامينات واظهرت نتائج التقرير انخفاض تركيز الاحماض الامينية الكبريتية كالميثونين (Methionin) وزيادة الحامض الاميني السيرين (Serine) وهي من الاحماض الامينية الاساسية. تستخدم الخميرة في العديد من الدراسات حيث اعتمدت كنموذج (Model) للدراسات الوراثية والأنزيمية [8].

ان الهدف من هذة الدراسة هو استغلال مخلفات مرحلة تخمر المولت المطروح من صناعة الكحول

لعدد من معامل انتاج الكحول في محافظة بغداد لانتاج بروتين مركز من نوع أحادى الخلية والذي يدخل كبديل عن البروتين المستورد في تحضير علف الحيوانات ، كما استهدفت الدراسة أيجاد طريقة عملية لمعالجة مشكلة التلوث الناتج عن طريق رمي هذه المخلفات من المياه المصروفة الى الأنهار وذلك بتحوير طريقة المعالجة وحسب الإمكانيات المتوفرة.

المواد وطرائق العمل *(Materials & Methods)*

١- المواد والمحاليل

- مخلفات صناعة الكحول من مرحلة التخمير وبحجم ٨-١٠ طن/ اسبوع.
- محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ١٠ عياري .
- حامض الفسفوريك المركز الصناعي(H_3PO_4).
- كلوريد الصوديوم (NaCl) محلي.
- كبريتات الامونيوم $(NH_4)_2 SO_4$ ٤٠-٥ % .
- كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) ٠,٥ - ١% .

٢- الأجهزة والمعدات

أ- الأجهزة المختبرية :-

جهاز تعيين الرقم الهيدروجيني(pH- meter) نوع ((metrhom) ، جهاز التجفيف (oven) نوع (memmert) ، جهاز النبذ المركزي centrifuge نوع (Hereus)، مطحنة تجريبية .

ب-معدات الإنتاج الريادي :-

تضمت المعدات المستخدمة من قبلنا في طريقة المعالجة مايلي:-

- خزانات استلام المخلفات بحجم ٩ م^3 ثنائية الجدار نوع ستنلس ستيل (Steel) Stainless متصلة بشبكة توصيلات .
- مضخات سحب مقاومة للصدأ .
- مولد بخار (Steam generator).
- مجهز ماء تبريد (Chiller) .
- خزانات تحضير الحامض والقاعدة بحجم (٥م^3) وبعدد /٢.
- خزانات تهيئة المخلفات ثنائي الجدار سعة ٦م^3.
- مجفف أسطواني (Drum Dryer).
- سايكلون لتجميع المنتوج .

٣- طرائق معالجة المخلفات

أ-الطريقة المختبرية القياسية والمحورة

استخدمت الطريقة القياسية المقترحة من قبل [5] . حورت الطريقة مختبريا لتجاوز العمل في ظروف مبردة وخطوات النبذ المركزي واعتمدت المعالجة بهيدروكسيد الصوديوم ١٠ عياري وغسل راسب الخلايا وتعديل الرقم الهيدروجيني الى التعادل (٧,٠) بحامض الفسفوريك المركز. تم سحب راشح الخلايا وتجفيف الراسب بدرجة حرارة ١٠٥م لمدة ١٢ ساعة. اضيف ملح الطعام بنسبة ٢ غم /١٠٠ غم مادة مخففة.

أ - ترسيب الخلايا :-

استخدم كلوريد الكالسيوم بتراكيز ٠,٥ -١% وكبريتات

الامونيوم بتراكيز ٥-٤٠% وتغير الرقم الهيدروجيني الى ٤,٠ لمعرفة تأثيرها على ترسيب الخلايا كما استخدمت حرارة ٨٠ درجة مئوية لمدة ١٠ دقائق والتبريد الى٤م° .

ب- الطريقة الريادية :-

يبين شكل -١ المنظومة الريادية التي صممت من قبلنا لانتاج بروتين احادي الخلية. تم استقبال المخلفات في خزانات ثنائية الجدار تبلغ سعتها الكلية٩م ^{3} .عوملت المخلفات بهيدروكسيد الصوديوم ١٠ عياري لرفع الرقم الهيدروجيني مع المزج بواسطة خلاطات ملحقة بالخزانات . تم تسخين المخلفات عن طريق الجدار الثنائي بواسطة البخار الى درجة حرارة ٨٠° م لمدة ١٠ دقائق وبردت المحتويات بواسطة ماء التبريد (Chiller) وتركت لعدة ساعات ثم سحب الراشح عبر مضخات سحب ثم أضيف حامض الفسفوريك المركز لخفض الرقم الهيدروجيني الى ٧,٠ واضافة ملح الطعام بنسبة ٢% . تم ضخ الراسب الى خزان التهيئة (٦ م^{3}) لرفع درجة حرارة العالق المركز الى ٨٠م ثم دفع الى المجفف الدوار (Drum Dryer) حيث يقشط الغشاء الجاف وينقل عبر حزام ناقل ومضخة الى السايلكون حيث تسحق وتعبأ في أكياس.

٤- المحددات :

- تعين الوزن الجاف : يتم بأخذ ١ لتر من المخلفات ونبذها مركزيا ٦٠٠٠ دورة / دقيقة لمدة ٢٠ دقيقة وتجفف الراسب في الفرن بدرجة ١٠٥م° لمدة ١٢ ساعة . تم احتساب الوزن الجاف باستخدام ميزان نوع Sartourias رقمي عالي الدقة (اربعة مراتب بعد الفارزة) .
- تعيين مكونات البروتين المركز المنتج ومحتوى الأحماض الأمينية والسموم الفطرية وذلك في مختبر التغذية التابع لوزارة الزراعة .

النتائج والمناقشة

يوضح الجدول -١ نتائج تحليل مخلفات الكحول (مرحلة التخمير)التي أنجزت في المختبرات العائدة لشركة إنتاج الكحول (شركه بغداد)وتستخدم نتائج التحليل في دراسة امكانية أعاده استخدام الخميرة اعتمادا على نسبه الخلايا ودرجه التلوث.

١- الطريقة المختبرية المحوره

تم تحوير الطريقة القياسية من قبلنا والمؤلفة من تسع مراحل غسل ونبذ مركزي مبرد حيث استخدمت معالجات فيزيائية وكيميائية لغرض فصل الخلايا وترسيبها لتجنب معاملات النبذ المركزي وظروف التبريد(٤م°). ان العمل بدرجة حرارة المختبر سيؤدي الى انفصال الكتله الحيوية للخمائر واستقرارها على سطح السائل ووسطه بسبب نشاط الخميرة الحيوي وانتاج ثنائي اوكسيد الكاربون .يوضح الجدول-٢- انواع المعالجات المستخدمة وتاثيرها على ترسيب الخلايا. ان معاملات التبريدالى (٤ م) وخفض الرقم الهيدروجيني اضافة تراكيز لكبريتات الامونيوم (٥-٤٠ %) وكلوريد

الكالسيوم (٠،٥-١%) لم تكن مجدية في حمل الخلايا على الترسيب بعد مرور ٢٤ ساعه حيث زاد توسيع الكتلة على طول الاسطوانة المدرجة في حين نجد ان معاملة التسخين (٨٠ م° لمدة ١٠) دقائق كانت فعالة في ترسيب الخلايا وذلك لقتلها وايقاف فعالياتها مما ادى الى ترسيبها بعد التبريد مباشرة وانفصالها بشكل راسب وراشح نقي . وباستخدام طريقة الترسيب الحراري فقد تم الاستغناء عن معاملات النبذ المركزي في ظروف تبريد اقل من ٤م°.

حققت الطريقة المحورة وزن جاف ١٢٠ غم/لتر مخلفات بالمقارنة مع ١١٢غم/لتر بطريقة المعالجة القياسية وذلك بسبب اختزال مراحل الغسل والنبذ المركزي . تم تحليل مكونات البروتين المنتج حيث زادت نسبة البروتين في الطريقة المحورة الى ٤٢% بالمقارنة مع ٣٨% في الطريقة القياسية وقد يرجع السبب في ذلك الى فعل الحرارة والمعالجة القاعدية المرافقة في استخلاص البروتينات المرتبطة.

٢- الانتاج الريادي

انتج البروتين المركز احادي الخلية (SCP) على مستوى ريادي في المنظومة المبينة في شكل -١ وبالطريقة المحورة المذكورة سابقاً وباسم تجاري (العطاء). يوضح الجدول -٣ معدل بعض المحددات كالتركيز والوزن الجاف للمخلفات قبل المعاملات وبعد المعاملات باستخدام الطريقة المحورة .أنتجت الوحدة ١٠٠ كغم من البروتين لكل طن مخلفات بعد المعاملة. ان نسبة التجفيف المعملي الى المختبري كانت ٨٣% وذلك بسبب النقص الحاصل اثناء عمليات المعالجة والتجفيف والطحن ونسبة الرطوبة المفقودة بسبب التجفيف المباشر فضلا عن تفاوت نسبة الوزن الجاف بين وجبات المخلفات غير المعاملة والداخلة في العمليات.

٣- تعيين مكونات البروتين المركز

تم تعيين نسبة البروتين في مركز البروتين الخام المنتج مختبريا بالطريقة القياسية والطريقة المحورة في مختبر التغذية التابع لوزارة الزراعة كانت نسبة البروتين في المعاملة القياسية ٣٨% والطريقة المحورة ٤٢% وخلو البروتين من اى سموم فطرية. اما الرماد والدهن والكالسيوم والفسفور وملح الطعام ونسبة الرطوبة فكانت ضمن الحدود المثبتة في مختبر التغذية حسب المواصفات العالمية . اما نسبة البروتين المنتج بالطريقة المحورة مختبريا وريادياً فلم تظهر نتائج التحليل فرق معنوي حيث كانت ٤٢% و٤٢،٠٤% على التوالي .

اختلفت نسبة الأحماض الامينية في البروتين المنتج بالطريقة القياسية والمحورة كما موضح في الجدول - ٤، حيث نجد الزيادة الواضحة في نسب الأحماض الامينية في البروتين المنتج في الطريقة المحورة خاصة الميثونين وهو من الأحماض الكبريتية الاساسيةحيث زادت نسبتة

من ٠,٢١ في الطريقة القياسية الى ٠,٤٣ في الطريقة المحورة ويرجع السبب في ذلك الى تأثير المعاملة الحرارية والرقم الهيدروجيني القاعدي [٩] . يساعد كل من الفعل القاعدي والحرارة على تفكيك البروتين وتحرر الاحماض الأمينية المتداخلة مع مكونات أخرى غير بروتينية .أما الحامض الاميني (cystein) فلم يلاحظ وجوده في البروتين المنتج بالطريقتين وهذا بسبب الطريقة المستخدمة في التقدير وتحطيمها للحامض الأميني فضلا عن تراكيزه القليلة . لم يجري اي تحليل احصائي للزيادات المعنوية وانما تم الاكتفاء بظهور الزيادة من عدمها والذي يمثل احد اهداف الدراسة حيث القارنة لمعاملة واحدة فقط .

٤- الاستخدامات الحقلية للبروتين

استخدم بروتين أحاديات الخلية (العطاء) في علائف اسماك الكارب كبديل عن المركز البروتيني المستورد وكذلك كبديل عن فول الصويا في تغذية الطيور واثبت نتائج الفحص النسيجي لعضلات الأسماك عدم وجود اي تأثيرات سلبية لاستخدام البروتين (صالح وجماعته ١٩٩٥) . أثبتت دراسة أخرى من قبل الفياض وجماعته (١٩٩٦) الى ان افضل زيادة وزنية قد تحققت للطيور التي غذيت على علائق استخدم فيها بروتين العطاء والذي استعيض عن فول الصويا .

الاستنتاجات والتوصيات

١- الاستغناء عن المعدات المعقدة في انتاج البروتين وذلك باسخدام الطريقلة المحورة .

٢- زيادة نسبة البروتين والحوامض الامنية وخاصة المثيونين باستخدام الطريقة المحورة.

٣- تحويل هذا النوع من الملوثات الضارة على البيئة الى منتجات ذات قيمة غذائية واقتصادية عالية.

٤-استثمار الطريقة المحورة في انتاج البروتين من بقية انواع المخلفات التي تطرح من مصانع التصنيع الغذائي.

المصادر العربية

١- **صالح**، خليل ابراهيم، سلمان، ناجي عكيل، طه، رحاب رشيد، كريم عبد النبي (١٩٩٥) تأثير استبدال المركز البروتيني وفول الصويا بالبروتينات احاديات الخلية ***Sacharomyces carlsbergensis*** في نمو اسماك الكارب الاعتيادية ***Cyprinm carpiol*** مجلة التقني-البحوث التقنية العدد السادس-البحوث الزراعية .

٢- **الفياض**، حميدي عبد العزيز، عبد العباس، محمد حسن، حنش، ناجي عبد، العبيدي، ايهاب شهاب، ابراهيم، باسل محمد وطه، رحاب رشيد (١٩٩٦) استخدام البروتين احادي الخلية المنتج في العراق من خميرة البيرة كبديل عن مصادر البروتين النباتي او الحيواني في علائف فروج اللحم.

٣- مجلة العلوم الزراعيـــة ٢٧. (١) . ١٣٩-١٤٦ .

References

1-**Weley** , A.J. (1954). Food and fooder Yeast in Industrial fermentation . vol. 1.p:307 underkoffer ,R. and Hikey .R.J. (Edit). Chemical publishing . New York .

2- **Phaff**, J.H., Miller , M.W and Mark , E.M.(1978).The life of Yeast .Second Ed. P: 136 London .

3-**Hack** ,M.. and Parlar, H.(1997) .Behavior of (^{14}C) atrazine ,(^{14}C) terbutylazine , and their major metabolitesim the brewering process.J. Agric food chem. 45 (4): 1375-1380.

4- **Hikuma** ,M., Mastsuok ,H., Kawarai, M . and Karube .I. (1992). Use of microbial electrodes for observation of microbiological nitrogen elimination process .Biotech Bioeng. 40 (1) :130

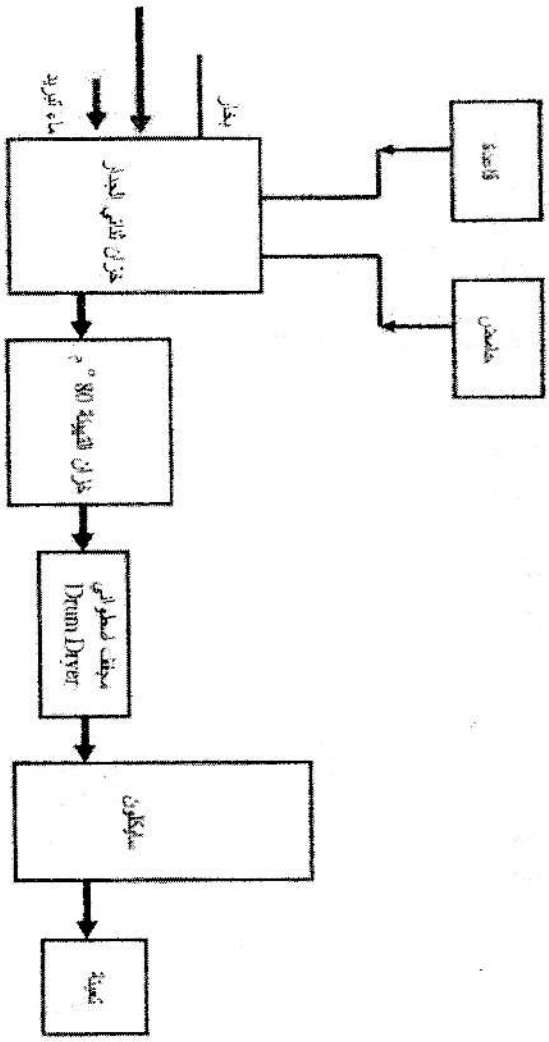
5- **Macdonough** , R. and Haffenreffer , H .(1944).The propagation of yeast . In industerial microbiology . Prescott ,. s.c. (Edt). P: 86 , Academic press .

6- **Kim** ,K.C., Chung, J.T., Choi, B.J. and Kim, P .(1993). The character of ***Saccharomyces carlsbergensis*** by the gravity work .J.Agric Sci .10 (2) : 145 –156 .

7- **Wasserman**, A. E. (1961). Amino acid and vitamins composition of ***Saccharomyes fragilis*** growth in whey. .J.Dariy Sci 44:379.

8-**Hansen** ,J ., Cherst, M. and Killand –Brandt ,M..(1994) . Two divergent metiogenes one from ***Saccharomyces carlsbergensic*** and **Saccharomyces cerevisiae** encode the alpha subunit of sulfite reductase and specify potential binding sites for FAD & NADPH .J.Bact. 179 (19) :6050- 6058 .

9- Vananuvat ,P. and Kinsellal , J.E. (1973) .Amino acid composition of protien isolates from Saccharomyces fragilis . J . Agric . Food Chem 23 :595.



شكل – ١ :- مخطط المنظومه الريادية المحورة لانتاج بروتين احاديات الخليه.

جدول –١:– تركيب المخلفات المطروحة من معامل انتاج الكحول في محافظة بغداد .

المكونات	نتائج التحليل*
المادة الجافة	٤–٦ %
التركيز	٣٠–٥٠%
الرقم الهيدروجيني(pH)	٥,٤–٥,٢
الخلايا الحية	٩٠–٩٥%
الرطوبة	٩٠–٩٥%
التلوث البكتيري	لايوجد
الكمية المنتجة (طن شهريا)	٥٠–٦٠ طن

* تمثل النسب المعدلات المعينة في مختبرات المعامل (عدد ٢) لمدة سنة .

الجدول –٢ :– معاملات ترسيب الكتلة الحيوية لمخلفات تخمير المولت .

المعاملة	النتيجة
تبريد (٤م) لمدة ساعة	انتشار الكتلة الحيوية
خفض الرقم الهيدروجيني الى ٤,٠	بشكل كتل طافية
كبريتات الامونيوم ٥–٤٠% من حجم المخلفات	عدم تكون راسب
كلوريد الكالسيوم ٠,٥ –١ % من حجم المخلفات	عدم تكون راسب
تسخين (٨٠م) لمدة ١٠ دقائق	عدم تكون راسب
	ترسيب كامل للخلايا

الجدول –٣ تأثير التركيز والتجفيف على البروتين (SCP) المنتج* .

حجم المخلفات (طن)	الحجم بعد المعاملة (طن)	التركيز % (ح/ح)		الوزن الجاف للبروتين المعامل (غم /لتر)	
		قبل المعاملة	بعد المعاملة	مختبريا	رياديا
٦	١,٦	٨	٣٠	١٢,١	١٠,٠

* تمثل القيم معدلات انتاج ل ٤٠ وجبة .

جدول –٤ :– محتوى بروتين (SCP)المنتج من مخلفات تخمير المولت من الأحماض الأمينية باستخدام الطريقتين المحورة والقياسة.

الحامض الاميني	نسبة الاحماض الامينية % [1]	
	المعاملة القياسية	المعاملة المحورة
حامض الاسبارتك	٢,٢٦	٤,١٥
ثريونين	١,٢٢	٢,١٤
سيرين	١,٤١	١,٩٩
حامض الكلوتاميك	٢,٣٩	٢,٧٣
برولين	١,١٩	١,٣١
كلايسين	١,١٤	١,٦٧
الانين	١,٦٥	٢,٣٣
سستين	—	—
الانين	١,٣٨	٢,٦١
مثيونين	٠,٢١	٠,٤٣
ايسوليوسين	٠,٩٥	١,٩٣
ليوسين	١,٨٣	٣,٢٥
تايروسين	٠,٩٨	١,٢٢
فنيل الانين	١,١٤	١,٨٤
هستدين	٠,٥٢	٠,٦٥
لايسين	١,٧٨	٢,٩٣
ارجينين	١,٢٦	١,٨٢

[1] تم تقدير الاحماض الامينية والبروتين في مختبر التغذية التابع لوزارة الزراعة والري .