دور بروتينات وحيدة الخلية من خميرة ***Saccharomyces cerevisiae*** وبكتريا حامض اللاكتيك ***Streptococcus thermophilus*** في نمو اصبعيات الكارب العادي ***Cyprinus carpio* L.**

جمال خلف عطية الفراجي و مازن جميل هندي و محمد عمر محي الدين

فرع الامراض والدواجن – كلية الطب البيطري – جامعة بغداد –العراق

الخلاصة

اهتمت الدراسة باستخدام نوعين من بروتين وحيدة الخلية الاول P1من تنمية خميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae* والثاني P2 من التنمية المشتركة لخميرة الخبز مع بكتريا حامض اللاكتيك *Streptococcus thermophilus* اذ اجريت عملية اختبار للاداء التغذوي للبروتينات P1وp2 في تجربة تغذوية على اصبعيات اسماك الكارب العادي للمعاملتين T2 و T3 على التوالى بوصفها بديلا كليا عن المركز البروتيني الحيواني التجاري في المعاملة (T1) .

بلغت معدلات اوزان الاسماك بعد 50 يوم من بدء التجربة 1.15 و1.31 و1.34 غم للمعاملات T1 و T2 و T3 ومعدلات الزيادة الوزنية 0.425 و0.480 و0.500 غم ومعدلات الزيادة الوزنية اليومية 0.008 و0.009 و0.010 غم/يوم ومعدلات النمو النوعي المطلق 0.920 و0.912 و0.932 غم/يوم للمعاملات T1 و T2 و T3 على التوالي وبفروق معنوية عالية ($P<0.01$) بين المعاملتين T1 و T3. بلغت معدلات النمو النسبي 58.62 و57.83 و59.52 إذ لم يكن هناك فروق معنوية بين المعاملات الثلاث ، بلغت معدلات التحويل الغذائي 6.37 و6.56 و6.53 وكفاءة التحويل الغذائي 15.68 و15.16 و15.30% للمعاملات T1 و T2 و T3 على التوالي ولم تكن الفروق معنوية بين المعاملات ، خلصت الدراسة إلى إمكانية استخدام بروتينات وحيدة الخلية بنجاح باستثمار مصادر كربونية محلية كمركزات بروتينية بديلة عن المركزات البروتينية الحيوانية التجارية في علائق الاسماك دون ان يؤثر سلبا على معدلات الزيادة الوزنية .

The Role of *Saccharomyces cerevisiae* and *Streptococcus thermophilus* Single Cell Proteins on the Growth of Common Carp *Cyprinus carpio* L.

J. K. Al-Farragi, M. J.Hindi and M. O. Muhyddin

Dept.of Pathology and poultry diseases–college of Vet.Med.-Baghdad Uneversity-Iraq

Summary

The present investigation is concerned with utilizing of two types of Single Cell Protein (SCP) designated, *Saccharomyces cerevisiae* growth for processing P1. And joint growth of *Saccharomyces cerevisiae* with lactic acid bacteria *Streptococcus thermophilus* for processing P2. T2 and T3 respectively, as a replacemente of commercial animal protein T1 . The nutritional performance for SCP was carried out via feeding trials of carp fingerling *Cyprinus carpio* L.

Values of fish weight rate for carp after 50 days of feeding triales started experiment were 1.15, 1.31, 1.34 gm. The fish growth rate were 0.425, 0.480, 0.500, gm .The averages of daily weight were 0.008, 0.009, 0.01gm/day , The absolute specific growth rates for fish were 0.92, 0.912, 0.932 for T1, T2 and T3, respectively, the statistical analysis showed high significant differences ($P<0.01$) among T1 and T3. The relative growth ratio was 58.62, 57.83, 59.52,

Food conversion rates were 6.37, 6.56, 6.53, The food conversion efficiency 15.68, 15.16, 15.30, for T1, T2, T3, respectively, the statistical analysis showed insignificant differences ($P<0.05$) among T1, T2 and T3. The investigation concluded the possibility of utilizing SCP and this modest effort substitute commercial protein sources without adverse effect on the fish growth rate.

المقدمة

تحتاج تربية الاسماك إلى توفير الغذاء الجيد وبالاعتماد على مصدر بروتيني مناسب يوفر ما تحتاجه الاسماك من المكونات الغذائية الضرورية لنموها وتكاثرها' لذا فقد بدأت العديد من المؤسسات العالمية المهتمة بتغذية الأسماك وتربيتها باستخدام بروتينات وحيدة الخلية

(Single Cell Protein) في علائق الأسماك من خلال استغلال الأحياء الدقيقة كالخمائر والبكتريا والاعفان والطحالب لارتفاع محتواها من البروتين الذي يضاهي في قيمته الحيوية (Biological Value) بعض البروتينات الحيوانية(2).

استخدمت مواد عضوية متعددة لإنتاج بروتينات وحيدة الخلية من الأحياء الدقيقة مثل المخلفات النباتية والفضلات الصناعية كالشرش والمولاس و مخلفات التمور وغيرها وهي مصادر غنية بالكربوهيدرات فضلا عن احتوائها على العديد من المركبات الغذائية كالبروتين والفيتامينات (3 و4 و5) ، استهدفت هذه الدراسة تقييم احلال نوعين من المركزات البروتينية المحدد طرائق انتاجها بدراسة سابقة (1) وذلك من تنمية خميرة *Saccharomyces cerevisiae* وبكتريا *Streptococcus thermophilus* على ثفل التمر والمولاس والشرش في تغذية اصبعيات أسماك الكارب العادي.*Cyprinus carpio* L.

المواد وطرائق العمل

أجريت تجربة تغذوية لدراسة اثر احلال نوعين من بروتينات وحيدة الخلية كمركزات بروتينية P1 و P2 والمحضرة محليا من تنمية الاحياء المجهرية بديلا كليا عن المركز الحيواني التجاري في علائق الاسماك ذات المحتوى المرتفع من البروتين .

أقلمة أسماك التجربة

تم الحصول على اسماك الكارب العادي من مزرعة أسماك اهلية في قضاء المسيب ونقلت الأسماك بوساطة حوضين من الفلين سعة الحوض (60 لتر) بدرجة حرارة ماء أقل من 15°م باستعمال قطع من الثلج وتراوح وزن إلاصبعيات 0.5–0.7غم. وبعد استقرار الأسماك غطست في محلول ملحي (NaCl) تركيزه 3% لحين ظهور إجهاد واضح بأسلوب سباحتها للتخلص من معظم الطفيليات الخارجية(6)بعدها وزعت الأسماك بواقع ثلاثة معاملات ومكررين لكل معاملة ليصبح كل 20 سمكة في حوض بلاستيكي سعة 50 لتر.

المعاملات التجريبية

بدأت التجربة بعد انتهاء مدة الأقلمة لأسماك التجربة بنقل 20 سمكة في كل حوض وبذلك يصبح عدد الأسماك لكل معاملة بواقع 40 سمكة تراوحت اوزانها 0.5–0.7 غم واستمرت التجربة مدة 50 يوما بتغذية الأسماك على العلائق المحضرة كما غطيت الأحواض بمشبكات بلاستيكية لمنع الأسماك من القفز خارجا فضلا عن تهوية ميكانيكية بوساطة مضخات هواء تعمل بالكهرباء وبدل ماء الاحواض يوميا بوساطة مضخة يدوية .

التحليلات الكيمياوية الخاصة بالماء:

تم متابعة خواص الماء من درجة الحرارة باستعمال محرار زئبقي والأس الهيدروجيني باستعمال pH meter. وتم قياس تركيز الاوكسجين المذاب في ماء احواض التربية بوساطة جهاز WTW(الماني المنشأ) يوميا وتقدير درجة الملوحة بوساطة جهاز التوصيل الكهربائي Electroden messen (الماني المنشأ).

المركزات البروتينية :

التركيب الكيميائي للنوع الأول من المركز البروتيني (P1) المنتج من تنمية الخميرة *S. cerevisiae* في وسط ثفل التمر تركيزه 4%الذي هو مخلفات صناعة التمور والمولاس تركيزه 4% الذي هو مخلفات صناعة السكر من البنجر السكري تحت الظروف المثلى التي تم التوصل اليها و التي اعطت أعلى انتاج من الكتلة الحيوية والبروتين اذ بلغت نسبة البروتين 51.50 % ونسبة الدهن 3.83% ، كما ان التركيب الكيميائي للنوع الثاني من المركز البروتيني (P2) والذي تم الحصول عليه بالتنمية المشتركة لكل من البكتريا *S. thermophilus* وخميرة *S. cerevisiae* في وسط الشرش الخام مع ثفل التمر وتحت الظروف المثلى المحددة في (1) في أعلى انتاج من الكتلة الحيوية والبروتين اذ بلغت نسبة البروتين الخام 53.41 % ونسبة الدهن 4.28 % .

تم اضافة المركزين البروتينيين P1 و P2 بصورة مستقلة إلى المواد العلفية الجافة الأخرى لتشكيل علائق التجربة ذات المحتوى البروتيني (32 %) إذ استخدم في ذلك كسبة فول الصويا والذرة الصفراء والشعير والحنطة والزيت وملح الطعام والفيتامينات والمعادن لتكوين العليقة T1 و T2 و T3 وكانت العليقة T1 هي عليقة السيطرة و T2 و T3 استخدم فيها المركزين البروتينين P1 و P2 على التوالي وحسبت النسب المئوية لاستخدام المركزين البروتينيين المضافين لمعاملات التجربة (% من المادة الجافة) . مع العلم أن كميات علائق التجربة كانت تحضر كل خمسة ايام وتوضع في أكياس بولي اثيلين كل حسب نسبته ووضعت في درجة حرارة ثلاجة المنزل(4 مْ).

الصفات المقدرة:

الزيادة الوزنية Weight Gain (W.G)

معدل النمو اليومي Daily Growth Rate (D.G.R)

حسب الطريقة التي ذكرها Schmalhausen (7).

معدل النمو النوعي المطلق Specific Growth Ratio (SGR)

حسب المعادلة التي ذكرها Brown (8) .

معدل النمو النسبي Relative Growth Ratio (RGR)

حسب المعادلة التي ذكرها Utne (9) .

معدل معامل التحويل الغذائي Food Conversion Rate (FCR)

حسب المعادلة التي ذكرها Utne (9) .

كفاءة التحويل الغذائي Food Conversion Efficiency (FCE)

حسب المعادلة التي ذكرها Utne (9) .

التحليل الإحصائي:

أستعمل البرنامج الإحصائي الجاهز SAS (10) Statistical Analysis System في تحليل البيانات وفق التصميم العشوائي الكامل Complete Randomized Design (CRD) كما أستعمل اختبار دنكن متعدد المديات Duncans Multiple Range Test (DNRT) وعلى مستوى 0.05 لاختبار معنوية الفروق بين معاملات التجربة .

النتائج

تحليلات الماء

تراوحت معدلات درجة حرارة الماء في أحواض التربية بين 25–26 °م طيلة مدة التجربة وهخي تقع ضمن الحدود المثالية لنمو أسماك الكارب العادي التي تتراوح بين 25–30 °م (11) وتراوحت معدلات تركيز الأوكسجين المذاب في الماء لأحواض التربية بين 6.62–6.95

ملغم/لتر وهي ضمن الحدود المناسبة لتركيز الأوكسجين المذاب بالماء لتربية أسماك الكارب العادي التي لا تقل عن 5 ملغم/لتر (12) .

وتراوحت قيم الأس الهيدروجيني بين 6.82–6.95 وهي ضمن الحدود الملائمة لتربية أسماك الكارب العادي التي تتراوح بين 6–8.5 (13).

التجربة التغذوية

معدلات النمو:

يوضح الجدول (1) تأثير إحلال P1 وP2 للمعاملتين T_2 وT_3 بديلا عن البروتين الحيواني التجاري في العلائق التجريبية التي يحتوي على نسبة 32.68% بروتين في معدلات أوزان اصبعيات أسماك الكارب العادي المغذاة على العلائق التجريبية واظهر التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية ($P>0.05$) للإحلال الكلي للمركزات البروتينية محل المركز البروتيني التجاري في العشرين يوم الاولى من التجربة وعند الوصول إلى عمر 30 يوماً من التجربة ظهرت فروق معنوية إحصائياً ($P<0.05$) اذ تفوقت أسماك المعاملة الثالثة (T_3) وهي إضافة بروتين وحيدة الخلية P2 المنتج من التنمية المشتركة لخميرة *S. cerevisiae* وبكتريا *S. thermophilus* على وسط ثفل التمر والشرش محققة معدل وزن مقداره 1.18 غم تلتها أسماك المعاملة الثانية T_2 محققة زيادة وزنية مقدارها 1.13 غم اما المعاملة T_1 فمتوسط معدلها قد بلغ 0.90 غم. ومع تقدم مدة التجربة إلى 40 و50 يوماً استمرت أسماك المعاملتان T_2 وT_3 بالتفوق المعنوي العالي ($P<0.01$) على T_1 التي سجلت ادنى قيمة في معدلات الاوزان .

الزيادة الوزنية:

يوضح الجدول (2) تأثير إحلال المركز البروتيني P1 وP2 محل المركز البروتين الحيواني التجاري لمعاملة المقارنة (T_1) في معدل الزيادة الوزنية لأسماك الكارب العادي ، اذ يلاحظ تفوق أسماك المعاملتين T_2 وT_3 على بقية المعاملات مسجلة زيادة وزنية ومقدارها 0.48 و0.50 غم/سمكة على التوالي تلتها المعاملة T_1 (المقارنة) لتسجل 0.42 غم.

معدل النمو النسبي:

بلغت قيم معدل النمو النسبي لأسماك المعاملات T_1 وT_2 و T_3 بلغت 58.62 و57.83 و59.52 % على التوالي (الجدول 2) ولم يظهر التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P<0.05$) عند إحلال المركز البروتيني وحيدة الخلية P1 وP2 في معدل قيم هذه الصفة محل المركز البروتيني التجاري المضاف بتركيز 10 % من العليقة الأساسية (عليقة معاملة أسماك المقارنة) عند استخدام علائق ذات محتوى مرتفع من البروتين (32.68–33.06 %)

جدول (1): معدلات أوزان اصبعيات أسماك الكارب العادي (غم) والمغذاة على العلائق التجريبية مدة 50 يوما

المعاملات*	المكررات	المدة (يوم)					
		0	10	20	30	40	50
T1 معاملة السيطرة مركز بروتيني تجاري	I	0.750	0.819	0.868	0.903	0.991	1.188
	II	0.700	0.801	0.854	0.899	0.951	1.112
	المعدل	0.725	0.810	0.861	0.901 bc	0.971 b	1.150 b
T2 المركز البروتيني الأول P1	I	0.839	0.886	0.940	1.159	1.300	1.334
	II	0.821	0.876	0.922	1.101	1.200	1.286
	المعدل	0.83	0.881	0.931	1. 13 a	1.25 a	1.31 a
T3 المركز البروتيني الثاني P2	I	0.819	0.858	0.882	1.160	1.27	1.30
	II	0.861	0.962	1.062	1.200	1.310	1.38
	المعدل	0.84	0.910	0.972	1.180 a	1.29 a	1.34 a
المعنوية		N.S.	***N.S.***	N.S.	*	*	**

الأحرف الصغيرة المختلفة ضمن العمود الواحد تشير إلى وجود فروق معنوية

* عند مستوى ($P<0.05$)

** عند مستوى ($P<0.01$)

n.s عدم وجود فروق معنوية.

جدول (2): دلائل النمو لاصبعيات اسماك الكارب العادي المغذاة على العلائق التجريبية مدة 50 يوما

المعاملات	الزيادة الوزنية (غم)	معدل النمو النسبي (%)	معدل النمو (غم/ يوم)	معدل النمو النوعي المطلق (%)
T1 معاملة السيطرة	0.425 ±0.01 b	58.62 ±0.56 a	0.008 ±0.00 a	0.920 ±0.01 b
T2 المركز البروتيني الأول P1	0.480 ± 0.01 a	57.83 ± 1.15 a	0.009 ± 0.00 a	0.912 ± 0.00 b
T3 المركز البروتيني الثاني P2	0.500 ± 0.01 a	59.52 ± 1.15 a	0.010 ±0.01 a	0.932 ± 0.00 a
المعنوية	*	N.S	N.S	*

الأحرف الصغيرة المختلفة ضمن العمود الواحد تشير إلى وجود فروق معنوية

- عند مستوى ($P<0.05$)

n.s عدم وجود فروق معنوية.

معدل النمو اليومي:

يتضح من الجدول (2) تأثير إحلال المركز البروتيني وحيدة الخلية P1 و P2 المعاملات (T_2 وT_3) محل المركز البروتيني التجاري (المعاملة T_1) في معدل النمو اليومي لأسماك التجربة الأولى، حيث يتبين تفوق المعاملة T3 مسجلة 0.010 غم/ يوم تلتها المعاملة T_2 مسجلة 0.009 غم/يوم ويلاحظ من الجدول أن استبدال المركز البروتيني الثاني P2 في المعاملة T3 محل المركز البروتيني التجاري في المعاملة T1 قد تفوق حسابيا في تحسين معدلات الزيادة الوزنية اليومية

معدل النمو النوعي المطلق:

يتضح من الجدول (2) ان المعاملة T_3 سجلت أعلى القيم بالنسبة لصفة النمو النوعي المطلق وبواقع 0.932% على بقية المعاملات وقد كانت الفروق عالية المعنوية ($P>0.01$). تلتها المعاملتان T_1 وT_2 إذ سجلتا 0.92 و0.912 على التوالي.

معامل وكفاءة التحويل الغذائي:

يتضح من الجدول (3) تأثير إحلال المركز البروتيني أحادي الخلية P1 و P2 محل المركز البروتيني الحيواني التجاري في قيم معامل التحويل الغذائي لأسماك التجربة المغذاة على عليقة ذات محتوى بروتيني مرتفع (32.68%) ، اذ يظهر أن معامل التحويل الغذائي للمعاملات الثلاثة T1 و T2 و T3 قد بلغ 6.37 و 6.56 و 6.53 على التوالي ولم يظهر فرق معنوي بينهم على مستوى ($P<0.05$) .

يبين الجدول (3) ايضا أن الكفاءة التحويلية للغذاء المتناول من قبل أسماك التجربة للمعاملات T_1 و T_2 و T_3 قد بلغت 15.68 و 15.16 و 15.30% على التوالي ولم يظهر بينها فروق معنوية

جدول (3): معامل التحويل الغذائي وكفاءة التحويل الغذائي لاصبعيات الكارب العادي المغذاة على علائق تجريبية مدة 50 يوما

المعاملات	المقاييس المدروسة	
	معامل التحويل الغذائي (FCR)	كفاءة التحويل الغذائي **FCE (%)**
T1 معاملة السيطرة مركز بروتيني تجاري	6.374 ±0.06 a	15.688 ±0.57 a
T2 المركز البروتيني الأول P1	6.56 ± 0.06 a	15.16 ±0.06 a
T3 المركز البروتيني الثاني P2	6.53 ±0.02 a	15.30 ±0.06a
المعنوية	N.S	N.S

n.s عدم وجود فروق معنوية.

المناقشة

بينت النتائج أن أفضل معدلات النمو و الزيادة الوزنية قد تحققت عند استخدام الكتلة الحيوية كمركزات بروتينية بديلة عن المركز البروتيني الحيواني التجاري في علائق ذات محتوى مرتفع من البروتين ، وعلى الرغم من عدم وجود فروق معنوية في هذه الصفة ما بين المعاملتين

T_2 و T_3 إلاّ أن أسماك المعاملة T_3 قد حققت زيادة وزنية أعلى من T_2 و هذا يتقارب مع ما توصل إليه (14) عند استبدال المركز البروتيني المستورد بسايلج أسماك مجفف في علائق تجريبية غذيت لاصبعيات الكارب العادي إذ لم يظهر التباين في الأوزان إلاّ بعد 28 يوما من التجربة التغذوية لا سيما لم تكن هناك فروقا معنوية ($P<0.05$) بين الأوزان الابتدائية بسبب التجانس الشديد الذي أختيرت به الأوزان عند بداية التجربة .

وهذا قد يعود إلى ارتفاع وتنوع الأحماض الأمينية في المركز البروتيني الثاني الناتج من تنمية الخميرة مع بكتريا حامض اللاكتيك في وسط ثفل التمر والشرش.

بين الجدول (2) معدلات النمو النسبي لاسماك التجربة اذ لم يظهر التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P<0.05$) وهذا يرجع إلى دور البروتينات وحيدة الخلية وتقارب المغذيات الاساسية فيها مع T_1 فضلا عن توفير معظم الأحماض الأمينية الأساسية التي تحتاجها الأسماك للنمو، كما يظهر وجود زيادة غير معنوية ($P>0.05$) عند إحلال المركز البروتيني وحيدة الخلية الثاني (الناتج الحيوي لنمو خميرة *S. cerevisiae* وبكتريا *S. thermophilus*) مقارنة بالبروتين وحيدة الخلية الأول (الناتج الحيوي للخميرة فقط) وهذا قد يعود إلى توفير المنتوج الثاني لأحماض أمينية أساسية أكثر بسبب تنوع وجود الكتلة الحيوية للأحياء المجهرية.

كما اقتربت معدلات النمو اليومي مع النتائج التي توصل إليه (14) إذ حصل على زيادة وزنية يومية مقدارها 0.087 غم/يوم في عليقة مقدمة إلى اصبعيات أسماك الكارب نسبة البروتين فيها 28.87 % عندما استخدم سايلج الأسماك المجفف كمصدر بروتيني كان قد تم تصنيع هذا السايلج بوساطة بكتريا حامض اللاكتيك.

بين الجدول (2)أن معدلات النمو النوعي المطلق تتماشى مع بقية دلائل النمو المقاسة في أسماك هذه التجربة وهذا يعود إلى دور المركزات البروتينية المضافة كبديل عن المركز البروتيني الحيواني في توفير الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية لنمو الأسماك فضلا على أهمية اختيار عدة أنواع من الأحياء المجهرية للتنمية و انتاج الكتلة الحيوية بدلا من اختيار نوع واحد. وهذه النتائج تتفق مع ما توصل إليه (15) في أن مجموعات الأسماك التي أعطت زيادة وزنية عالية أعطت معدل نمو نوعي مطلق عالي والعكس صحيح

يتضح من الجدول (3) ان معامل وكفاءة التحويل الغذائي تعكس مدى تقارب استفادة الاسماك من المركزين البروتينيين P1 و P2 مقارنة مع المركز البروتيني الحيواني التجاري الامر الذي يساهم في توفير مركزات بروتينية بديلة عن المركزات البروتينية الحيوانية التجارية دون ان يؤثر استخدامها سلبا على معدلات الزياة الوزنية للاسماك .

المصادر

1. الفراجي ، جمال خلف عطية .(2006) . إنتاج معززات حيوية وبروتينات وحيدة الخلية من خميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae* وبكتريا حامض اللاكتيك *Streptococcus thermophilus* واختبارهما تغذويا في نمو اصبعيات الكارب العادي *Cyprinus carpio* L.. أطروحة دكتوراه / كلية الزراعة – جامعة بغداد.

2. الأتروشي، نيشتمان محمد نجيب (1987). تخمير الشرش لإنتاج بروتينات أحاديات الخلية. رسالة ماجستير – كلية الزراعة– جامعة بغداد.

3. Cristiani–Urbina, E.; Netzahuatl-Munoz, A.R.; Manriquez-Rojas, F.J.; Juarez-Ramirez, C.; Ruiz-Ordaz, N. and Galindez-Mater, J. (2000). Batch and fed batch culture for the treatment of whey with mixed yeast cultures. Process Biochemistry. 35 (7): 649-657.

4. Hassan, M., I.; Nahvi and M. Tavassoli. (2004). Improvement of SCP production and BOD removal of whey with mixed yeast culture. Electronic J. of Biotechnol. 7: 1-7.

5. CEFAS, (2005). The center for Environment, Fisheries and Aquaculture Science. Improving health and productivity in aquaculture. www.cefas.co.uk.

6. محيسن، فرحان ضمد . (1983). أمراض وطفيليات الأسماك. ط1 مطبعة جامعة البصرة – ص:151.

7. Schmalhausen ,L.(1926).Studien Vber Wachstum und Differenzierung .III. Die embryonale Wachtum skurvedes Hiichens . Wilhelm Roux Arch. Entwic Kungsmech. Org. 322−87 (cited by fish physiology. Vol. VII)

8. Brown,M.E. (1957). Experimental studies on growth In: fish physiology , M.E. Brown(ed).New york, N.Y. ,Academic press vol.I,361-400.p.

9. Utne,F.(1978).Standard methods and terminology in fin fish nutrition.from:Proc . World Sump.on fin fish nutrition and fish feed technology. Hambury 20-33 June (1978). Vol. II . Berlin (1979).

10. SAS, (2001) . User's guide: Statistical system, Inc. Cary, NC. USA.

11. Hepher, B. (1988). Nutrition of pond fish. London, Cambridge University Press, 237 pp.

12 . Alabaster, J.S. and Lioyd, R.L. (1982). Water Quality Criteria for fresh water fish. Butter Worth's Scientific London 361 pp.

13. FAO. (1981). Report of the Symposium on new developments in the utilization of heated effluent and of recirculation system for intensive aquaculture, Stavanger, 29-30 May 1980. Rome, EIFAC/T39.

14. الفراجـي ، جمـال خلـف عطيـة. (2000).تصـنيع سـايلج الاسـماك المجفـف بأسـلوب التخمـر اللاكتيكي واختبار اداءه التغذوي على نمو اصبعيات اسماك الكارب الاعتيادي .رسالة ماجستير ،كلية الزراعة ،جامعة بغداد.

15. Atack, T.H.; Jauncey, K. and Matty, A. J. (1979). The Utilization of some single–cell protein by fingerling mirror carp. Aquacult. 18: 337-348.