تأثير إضافة زيت نبات العصفر *Carthamus tinctorius* في نسب الأحماض الدهنية للحوم وعلائق أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio*

عامر عبد الكريم عبد علي* وتغريد صادق محسن العبيدي**

*وزارة الموارد المائية

**كلية الزراعة/ جامعة بغداد

الخلاصة

أجريت التجربة في مختبر الأسماك/ كلية الزراعة/ جامعة بغداد/ لمدة 75 يوم، إذ وزعت أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio* عشوائيا (معدل وزن 33.02 ±00.20 غم/ سمكة) في 15 حوض زجاجي أبعاد (60×40×40 سم) وملئت 70 لتر ماء على خمسة معاملات تجريبية بواقع ثلاثة مكررات (7 سمكه/ حوض). غذيت الأسماك بعلائق تم تصنيعها مختبريا ذات محتوى بروتين يتراوح بين 23.62% و26.50 وطاقة تراوحت بين 3021.45 و3073.75 كيلو سعرة/ كغم. أضيف زيت نبات العصفر بالنسب مختلفة (0، 1، 1.5، 2، 2.5)% إلى العلائق الخمسة. أشارت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($p<0.01$) لحامض Palmitic بين معاملات التجربة، إذ كانت قيمها في T4 الأعلى 12.26 وعدم وجود فروق معنوية ($p >0.01$) بين المعاملات T3وT2 وشهدت النتائج عدم وجود فروق معنوية ($p>0.01$) لحامض oleic بين معاملات T2 وT5 التي كانت أعلى القيم (43.36 و43.00) من باقي المعاملات الأخرى، بينما كانت اقل قيمة هي T3 (29.67) وبينت نتائج التحليل الإحصائي لتحليل الأحماض الدهنية المشبعة تفوق معنوي ($p<0.01$) للمعاملة T1 واقل قيمة للمعاملة T5 إذ كانت 21.61 و12.23 على التوالي. كانت أعلى قيمة لتحليل الأحماض الدهنية غير المشبعة للمعاملة T3 (52.99) وأقل قيمة للمعاملة T1(39.21). ونستنتج من هذه الدراسة امكانية أضافة زيت العصفر مما يساهم في ترسيب الأحماض الدهنية في لحوم الأسماك.

الكلمة الافتتاحية: الكارب الشائع، الأحماض الدهنية، زيت العصفر

e-mail: amera.smart@yahoo.com, tagreed.pro@yahoo.com

Effect of supllementary safflower oil (*Carthamus tinctorius*) in ratio fatty acid of meat and diets of common carp (*Cyprinus carpio*)

A. A. A. Ali* and T. S. M. Al-Obadiy**

***Ministry of Water Resources**

****College of Agriculture/ University of Baghdad**

Abstract

The experiment carried out in fishes laboratory in College of Agriculture/ University of Baghdad for 75 days, the common carp *Cyprinus carpio* distributed randomly (average weight 33.02 gm/ fish) in 15 glass tank with dimensions 60×40×40 cm and with capacity about 70 liter on five treatments experience in three replicates (7 fish for replicate), the fish diets which manufactured in lab with protein content between 23.62 and 26.50% and energy between 3021.45 and 3073.75 calorie/ kg. diets were supplied with 0, 1, 1.5, 2, 2.5 of safflower olirespity. The Results of the statistical analysis showed significant differences ($p<0.01$) for Palmitic acid between the experimental parameters, where their values in T4 were highest and 12.26 and there were no significant differences between ($p<0.01$) T3 and T2. Results showed no significant differences ($p> 0.01$) Oleic acid between the T2 and T5 coefficients, which were the highest values of 43.36 (and 43.00) of the other treatments the Result statistical analysis for saturated fatty acids showed significant difference ($p<0.01$) for T1 and the

lowest value was for T5 (21.61, 12.23) and the highest value for unsaturated fatty acids to T3 (52.99) and lowest was to T1 (39.21) From this study we conclude that it able to add the safflower oil (2%) to common carp diets Contribute composition fatty acid in fish meat.
Key words: carp common, fatty acid, safflower oli.

المقدمة

تعد التغذية من الفعاليات اليومية والجزء الروتيني في أعمال التربية ولتحقيق النجاح في مشاريع الاستزراع السمكي يجب ان تحتوي العليقة على كافة العناصر الغذائية اللازمة للنمو والإدامة والتكاثر ولتسهم في دعم وكفاءة التحويل الغذائي معدلات النمو وتقليل الهلاكات لابد من أضافات معينة تدعم وتزيد من كفاءة واستساغة الأعلاف من قبل الأسماك(1)، كانت الزيوت النباتية ومنها زيت فول الصويا والزيتون وزهرة الشمس جزء من تلك الإضافات إذ أنها تدخل في تكوين المكونات التركيبية للاغشية وهي مصدر مهم لطاقة الخلية وذات قيمة غذائية عالية وتدخل في تكوين الهرمونات وأنزيمات الجسم. تعد الأسماك أكثر استفادة من الطاقة التي تنتجها الدهون للأسماك إذ تعطي تقريبا 38.5 كيلو جول/ غم دهن مقارنه مع البروتينات (23.6 كيلو جول/ غم) والكاربوهيدرات (17.3 كيلو جول/ غم)(2). فضلا عن تأثير الأحماض الدهنية في علائق الأسماك التي تلعب دور في تكوين الدهون في أنسجة جسم الأسماك، تعد نوعية الأحماض الدهنية المختلفة في زيت السمك سواء كانت اسماك المياه عذبة أو مالحة ضرورية لتغذية وصحة الأسماك وبالخصوص مجموعه الأحماض الدهنية غير المشبعة Poly unsaturated Fatty acid (PUFA) ومنها N-3 وN-6 (أوميغا 3, 6). إذ تساعد في زيادة معايير النمو وكفاءة التحويل الغذائي (3)، وعدم تغطية احتياجات الأسماك من هذه الأحماض الدهنية يؤدي إلى تدهور في النمو وزيادة الهلاكات (4، 5)، لوحظ ظهور أعراض المرض في أسماك التراوت القزحي (*Oncorhynchus mykiss*) مثل تأكل الزعنفة الذيلية واحتشاء عضلة القلب والذي يتبع الإغماء ثم الموت وتزيد حساسية هذه الأسماك للإجهاد عند حدوث نقص لهذه الأحماض في علائق تلك الأسماك(6). تهدف هذه الدراسة إلى معرفه تأثير أضافة زيت نبات العصفر (*Carthamus tinctorius*) في مكونات الأحماض الدهنية في أنسجة الأسماك وتكوين البروتينات الدهنية لأسماك الكارب الشائع (*Cyprinus carpio*).

المواد وطرائق العمل

جلبت أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio* L في الصباح الباكر بتاريخ 2016/9/22 من أحدى أحواض في منطقة الرضوانية/ غربي بغداد إلى مختبر الأسماك/ كلية الزراعة/ جامعة بغداد ووضعت الأسماك في أحواض التجربة والتي بلغ عددها 15 حوض ذات أبعاد (60×40×40 سم) ملئت بسبعين لترمن الماء بمعدل وزن ابتدائي 33.02±0.20 غم وبكتلة حية 231.2 غم. غذيت الأسماك بخمس علائق تجريبية (5 معاملات) وبواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة. كانت مدة الاقلمة 10 أيام. تم شراء بذور نبات العصفر Safflower (*Carthamus tinctorius*). (خالي من الزهور الصفراء) من الأسواق المحلية. أستخلص منه الزيت بالطريقة الباردة عن طريق تخميرة لمدة 2-3 يوم، ثم تعصر البذور بالمعصارة اليدوية. ثم يضاف الزيت بواسطه قماش ناعم (ململ) ليؤخذ لاستعماله في علائق التجربة، بينما تستعمل الكسبة المتبقية كعلف للحيوانات تم شراء المواد العلفية من الاسواق التجارية من مناشئ محلية ومستوردة وخلطت المواد العلفية بعد عملية الطحن. تم إضافة زيت العصفر على علائق التجربة وكانت كما يلي (جدول1). العليقة الأولى (0 زيت العصفر) العليقة الثانية (1% زيت العصفر) العليقة الثالثة (1.5% زيت العصفر) العليقة الرابعة (2% زيت العصفر) العليقة الخامسة (2.5% زيت العصفر) بعد ذلك وضعت في ماكنة فرم اللحم يابانية وأعيد الفرم مرتين لضمان تجانس وضغط المواد العلفية وبعد ذلك عرضت العلائق إلى أشعة الشمس ووضعت العلائق في لمدة يومين لضمان جفافها وبعد ذلك حفظت في أكياس نايلون في الثلاجة تحت درجة حرارة 4 مْ.

جدول (1) مكونات العلائق من المواد العلفية

المواد العلفية	T1	T2	T3	T4	T5
مسحوق سمك	6	6	6	6	6
بروتين حيواني	15	15	15	15	15
فول صويا	28	28	28	28	28
كسبة سمسم	13	13	13	13	13
ذرة الصفراء	6	6	6	6	6
طحين	6	6	6	6	6
دخن	6	6	6	6	6
سحالة الرز	10	10	10	10	10
نخالة	8	7	7	6	6
فيتامينات ومعادن	1	1	1	1	1
ملح	1	1	0.5	1	0.5
زيت العصفر	0	1	1.5	2	2.5
المجموع	100	100	100	100	100

- تحليل الأحماض الدهنية: أخذت عينات من علائق التجربة الخمسة فضلا عن زيت نبات العصفر لغرض استخلاص الدهون وتقدير الأحماض الدهنية في تلك العينات بالطريقة التي أشار إليها (7) كما يأتي:

- يوزن أنموذج من العلائق 15غم يوضع في بيكر زجاجي ويضاف له مذيب عبارة عن مزيج من 300 مل كلوروفرم و50 مل ميثانول أي بنسبة حجمية تقدر 20 مرة بقدر وزن الأنموذج.
- يمزج الأنموذج جيدا باستخدام Magnet stirrer لمدة 30 دقيقة.
- يرشح الأنموذج بمرشحات نوع Syringe filter حجم 0.2um.
- يجفف الراشح في فرن بدرجة حرارة 35 مْ ثم يضاف إليه 2 قطرة من محلول الميثانول.
- يحفظ المتبقي من أنموذج في زجاجة معتمة ويحفظ في الثلاجة لحين استعماله.

أستخلص الدهن من لحوم الأسماك لجميع المعاملات بجهاز السوكسليت عند درجة الحرارة 40 مْ، أضيف بعد ذلك 5 مل من مذيب الهكسان ثم تم سحب 3 مل من محلول ليضاف علية 1 مل من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم الميثانولي عيارية 2 مولاري (14غم من KOH+ 1لتر من الميثانول) ثم تغلق أنبوبة الاختبار وترج لمدة 20 ثانية. سحب من الطبقة العلوية لأنبوبة الاختبار 1 مايكرولتر بواسطة محقنة دقيقة (Micro Syrine for GC) تليه عملية الحقن نماذج الدهون المستخلصة من علائق ولحوم الأسماك في مختبر وزارة العلوم والتكنلوجيا/ دائرة بحوث الغذاء/ مركز تلوث الأغذية بواسطة جهاز Gas chromatography(GC) من طراز GC-2010 مجهز من شركة Shmadzu اليابانية المنشأ وبحسب ظروف التالية:

- عمود فصل Column oven بطول 30م وقطر0.2 سم من طراز (SP-230).
- درجة حرارة عمود الفصل تبدا من 150-210 مْ بمعدل 4 مْ لكل دقيقة.
- مجهز بكاشف Flame Ionization Detector (FID) درجة حرارة الكاشف 270 مْ.
- درجة حرارة منطقة الحقن Injection port كانت 250 مْ.
- معدل جريان الغازات النايتروجين والهيدروجين هي 100 كيلو باسكال.
- تم الحصول على نتائج المنحنيات بواسطة حاسبة مربوطة بجهاز GC.

- يتم مقارنة المنحنيات العينات مع منحنيات ومساحات area (محاليل القياسية Stander) للحصول على تراكيز الأحماض الدهنية في النماذج.

- التحليل الإحصائي: استعمل البرنامج الإحصائي الجاهز Statistical Analysis System في تحليل البيانات(8). وفق التصميم العشوائي الكامل Complete Randomized Design(CRD) . في تحليل تأثير المعاملة على الصفات المدروسة كما في النموذج الرياضي الاتي: Yij=μ+Ti+eij

أستعمل اختبار دنكن المتعدد الحدود(9) لاختبار الفروقات المعنوية.

النتائج والمناقشة

- **تحاليل الأحماض الدهنية لزيت العصفر:** أظهرت نتائج تحليل الأحماض الدهنية لزيت نبات العصفر المضاف في علائق التجربة ارتفاع نسب الأحماض الدهنية غير المشبعة unsaturated fatty acid. إذ بلغت النسبة 52.12% لحامض Oleic acid وكانت نسبة 34.26 لحامض linoleic acid(LA)، ونسبة كانت قليلة 1.5% لحامض Linolenic acid جدول (2)، وبينت نتائج التحليل للأحماض الدهنية المشبعة (SFA) Saturated fatty acid التي كانت نسبها 7.53 لحامض Palmitic acid ونسبه 2.5% لحامضStearic acid.

- **تحليل الأحماض الدهنية لعلائق التجربة:** بينت نتائج تحليل الأحماض الدهنية لعلائق التجربة ارتفاع نسب حامض LA وOleic acid مع زيادة إضافة زيت العصفر، وأظهرت تواجد نسب من حامض Linolenic acid في المعاملة T2، T3، T4 وT5 (3.78 و1.2 و4.85 و3.10)% على التوالي (جدول 2)، ولم توجد الأحماض الدهنية (EPA) (Eiscosapenteanoic acid) (DHA) Decosahexeanoic acid وArachidonic acid (ARA) في علائق لعدم تواجدهم في زيت العصفر أو مكونات الأخرى للعليقة، لان النباتات الحاوية على بذور زيتية غير قادره على بناء هذه الأحماض الدهنية لعدم امتلاكها الأنزيمات الخاصة ببنائها. وشهدت التحليل وجود نسب من حامض Palmitoleic في المعاملات T3 وT4 (2.2، 1.21)% على التوالي، وأظهرت النتائج ارتفاع نسب USFA في المعاملات T4 وT5 إذ بلغت (47.08، 46.4)% على التوالي، أما نسبة الأحماض الدهنية المشبعة أعلى في المعاملة T1 (بدون أضافة زيت العصفر) (17.5). وكانت نسب الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية Monounsaturated 44.7%fatty acid (MUFA) هي الأعلى وكانت في المعاملة T4.

جدول (2) تحليل الأحماض الدهنية لزيت العصفر ودهن علائق

الأحماض الدهنية	زيت نبات العصفر	T1	T2	T3	T4	T5
palmitic acid	7.53	9.4	8.71	11.29	12.9	9.8
palmitoleic acid	–	–	–	2.2	1.21	–
stearic acid	2.5	8.1	2.5	1.3	1.1	1.6
oleic acid	52.12	40.14	41.57	42.5	37.63	40.8
linoleic acid	34.26	38.47	40.92	40.96	46.48	41.55
linolenic acid	1.5		3.78	1.2	3.10	4.85
arachidonic acid	–	–	–	–	–	–
Eicosapentaenoic acid	–	–	–	–	–	–
∑saturated fatty acid	10.03	17.5	11.21	12.59	14	11.4
∑monounsaturated fatty acid	52.12	40.14	41.57	44.7	38.84	40.8
∑Polyunsaturated fatty acid	35.76	38.47	44.7	42.16	47.08	46.4
المجموع	97.91	96.11	97.48	99.45	99.92	97

- **تحليل الأحماض الدهنية لأنسجة الأسماك:** أشارت نتائج التحليل الإحصائي ارتفاع معنوية ($p<0.01$) لحامض Palmitic على معاملات التجربة، إذ كانت قيمة في معاملة T4 الأعلى 12.26 وعدم وجود فروق معنوية ($p>0.01$) بين المعاملات T1 و T2 و T3 كانت قيمها 10.67 و 11.92 و 11.96 على التوالي (جدول 3)، بينما شهدت معاملات T3 و T4 فقط وجود حامض palmitoleic بنسب 2.52 و 1.97 (لعدم ظهور منحنيات لبقية المعاملات لهذا الحامض)، وشهدت النتائج عدم وجود فروق معنوية ($p>0.01$) لحامض oleic بين معاملات T2 و T5 التي كانت أعلى القيم (43.36 و 43.00) من باقي المعاملات الأخرى، بينما كانت اقل قيمة هي T3(29.67%). يسهم حامض Oleic في حرق الدهون وبذلك يسرع من معدلات أكسدة الدهون في خلايا العضلات والاستفادة اكثر من الطاقة(10)، ويرفع من (HDL) High Density lipoproteins ويخفض الكولستيرول في الدم، إذ يسهم في تثبيط عمل الأنزيمات المكونة للكولستيرول في الكبد(11). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لحامض linoleic وجود تفوق معنوي للمعاملة T3، إذ كانت قيمتها 43.96 واقل قيمة كانت للمعاملة T1 33.47%، وهذه النتائج تعكس نسب وكميات الأحماض الدهنية الموجودة في علائق الأسماك إذ كانت النسب لهذا الحامض مرتفعة مما أدى إلى ترسيب الحامض في دهن لحوم الأسماك وأشارت نتائج(12) ارتفاع نسب حامض linoleic في دهون أسماك التراوت القزحي عند استبدال زيت العصفر بزيت السمك، بينما قيم حامض linolenic تفوق معنوي ($p<0.01$) للمعاملة T4 و T5 حيث كانت قيمها 8.27 و 8.11 وأقل قيم كانت T2 (2.60)، كما لوحظ من تحليل الأحماض الدهنية لعلائق الأسماك (جدول2) عدم وجود لحامض linolenic في المعاملة T1 وبنسب ضئيلة في T3 و T4، تواجده وزيادة في ذلك الحامض الدهني في دهون لحوم الأسماك وخصوصا T4 و T5 كانت أعلى بتراكيز بزيت العصفر هذا يدل على قابلية وقدرة الأسماك على واستطالة سلسلة الأحماض الدهنية بإضافة ذرات الكاربون وإضافة أواصر مزدوجة وهذا ما أكده (13) في تجربته عند إضافة زيت الكتان بنسب مختلفة إمكانية زيادة نسب حامض linolenic في لحوم الأسماك الكارب الشائع بزيادة نسب زيت الكتان ناتج من قدره اسماك الكارب الشائع على استطالة السلسلة الدهنية للأحماض الدهنية. وبينت نتائج التحليل الإحصائي ارتفاع قيم الأحماض الدهنية المشبعة ∑saturated fatty acid(SFA) في معاملة T1 21.61 وأقل قيم المعاملة T5 إذ كانت (12.23). وهذا يدل على انه بزيادة نسب زيت العصفر في علائق الأسماك يساعد على تقليل ترسيب الأحماض الدهنية المشبعة وشهد التحليل الإحصائي للأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية ∑monounsaturated fatty acid(MUFA) عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات T2 و T4 و T5، إذ كانت قيمها 43.36 و 42.23 و 43.00. وهذا ما يؤكد وجود نسب عالية للأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية في زيت العصفر ومنها Oleic acid ومما يؤدي إلى زيادة نسبها في العليقة وبالتالي زيادة نسبه في دهون الأسماك. وهذا ما أكده (14) وجود نسب مرتفعة من الأحماض الدهنية غير المشبعة الأحادية في دهون لحوم أسماك البلطي النيلي *Oreochromis niloticus* عند إضافة زيت الكتان وزيت زهرة الشمس إلى علائق الأسماك. وبين نتائج التحليل تفوق معنوي، نسب الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة ∑Polyunsaturated fatty acid (PUFA) في المعاملة T3 وتليها T5 (52.99 و 43.23) على التوالي، يدل على ان زيادة نسب زيت العصفر يسهم في ترسيب (PUFA) في دهون أسماك الكارب وهذا أشار إليه (15) في تجربة على يرقات اسماك الكارب الشائع إمكانية تلك الأسماك المضاف إليها زيوت نباتية في علائقها على إطالة السلسلة الكاربونية وإزالة التشبع لحامض (ALA, LA) إلى الأحماض الدهنية (EPA,DHA) وهذا يؤدي إلى رفع نسب (PUFA). يلاحظ ارتفاع قيم نسب n-6/n-3 في T4 و T5(0.23)، انخفاض نسبه في المعاملة T3. وهذا يدل على ان هذه النسبة ارتفعت بزيادة إضافة زيت العصفر. وهذه النتيجة مشابهه لما حصل عليه (16) إذ كانت النسبة (0.69) عند إضافة لزيت فول الصويا بنسبة 2% لعلائق أسماك السلور *Pelteobagrus vachelli* .

جدول (3) تحليل الاحماض الدهنية في لحوم الأسماك (المتوسط ± الخطأ القياسي)

الاحماض الدهنية	T1	T2	T3	T4	T5	مستوى المعنوية
palmitic acid	0.57± 10.67 c	0.02±11.92 bc	0.57±11.96 bc	0.15±12.26 a	0.28±12.00 b	**
palmitoleic acid			2.52	1.97		
stearic acid	0.02±10.94 a	0.01±1.57 b	0.00±2.13 b	0.01±0.93 c	0.01±0.23 c	**
oleic acid	1.15±35.61 c	1.15±43.36 a	0.57±29.67 d	0.15±40.26 b	0.57±43.00 a	**
linoleic acid	0.57±33.47 c	1.15±39.92 b	0.57 ±43.96 a	0.57±34.48 dc	0.57±35.12 c	**
linolenic acid	0.05±5.74 b	0.17±2.60 d	1.11±3.51 c	0.15±8.27 a	0.12±8.11 a	**
arachidonic acid			2.73	1.44		
Eicosapentaenoic acid			2.8			
∑saturated fatty acid	0.17±21.61 a	0.28±13.49 d	0.03±14.06 c	0.10±13.19 b	1.73±12.23 e	**
∑monounsaturated fatty acid	1.15±35.61 b	1.15±43.36 a	0.57±32.19 c	0.15±42.23 a	1.73±43.00 a	**
∑Polyunsaturated fatty acid	0.12±39.21 d	0.11±42.52 b	0.57±52.99 a	0.10±44.19 c	0.13±43.23 b	**
N3/N6	0.17	0.06	0.13	0.23	0.23	**

** (p<0.01) /*(p<0.05) /(N.S)غير معنوي

المصادر

1. Talbot, B. (1993). Some aspects of biology of feeding and growth in fish. Proceeding of the Nutrition Society, 52:403-416.
2. Bureau, D. P.; Hua, K. & Harris, A. M. (2008). The effect of dietary lipid and long-chain n-3 PUFA levels on growth, energy utilization carcass quality, and immune function of rain trout *Oncorhynchus mykiss*. J. World Aquac. Soc.,39 (1):1-21.
3. Sargent, J.; Bell, G.; McEvoy, L.; Tocher, D. & Estevez, A. (1997). Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. Aquaculture, 177(1-4): 191-199.
4. Sargent, J. R.; Bell, J. G.; Bell, M. V.; Henderson, R. J. & Tocher D. R. (1995). Requirement criteria for essential fatty acids. J. Appl. lcthyol., 11:183-198.
5. Royter, B.; Einen O. and THomassen M. (2000). Essential fatty acid in atlantic salmon: time course of changes in fatty acids composition of liver, blood and carcass by a diet deficient in n-3 and n-6 fatty acids. Aquacu. Nutr., 6(2):109-117.
6. Castell, J. D.; Sinnhuber, R. O.; Wales, J. H. & Lee, D. J. (1972). Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): Growth, Feed conversion and some gross deficiency symptoms. J. Nutr., 102(1):77- 85.
7. Folch, J.; Lees, M. & Sloane-Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226(1): 497-509.
8. SAS. (2012). Statistical Analysis System. Users Guide. Statistical. Version 9.1 ed. SAS. Inst. Inc. Cary. N.C. USA.
9. Duncan, D. B. (1955). Multiple Ranges and Multiple F-test. Biometrics, 11:4-42.
10. Lim, J. H.; Gerhart-Hines, Z.; Dominy, J. E.; Lee, Y.; Kim, S.; Tabata, M.; Xiang, Y. K. & Puigserver, P. (2013). Oleic acid stimulates complete oxidation of fatty acids through protein kinase A-dependent activation of SIRT1- PGC1α complex. J. Biol. Chem., 288(10): 7117-7126.
11. Ruiz-Gutiérrez, V.; Muriana, F. J.; Guerrero, A.; Cert, A. M. & Villar, J. (1996). Plasma lipids, erythrocyte membrane lipids and blood pressure of hypertensive women after ingestion of dietary oleic acid from two different sources. J. Hypertens., 14(12):1483- 1490.

12. Dernekbai, S.; Kerim, M. & Alagil, F. (2015). Effect of dietary safflower and canola oil on growth performance, body, and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Aquatic Food Prod. Technol., 24 (2):131-142.
13. Župan, B.; Ljubojević, D.; Pelić, M.; Ćirković, M.; Đorđević, V. & Bogu, I. (2016). Common carp response to the different concentration of linseed oil in diet. Slov. Vet. Res., 53 (1): 19-28.
14. Yones, A. M.; El-Saidy, D. M. S. D. & Abdel-Hakim, N. F. (2013). Effects of fish oil substitution with vegetable oils in diets of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus (*L.*)* on growth performance, nutrients utilization and muscle fatty acids contents. Merit Res. J. Food Sci. Technol., 1(1): 009-018.
15. Radunz-Neto, J.; Corraze, G.; Bergot, P. & Kaushik, S. J. (1996). Estimation of essential fatty acid requirements of cammon caro larvae using semi-purified artificial diets. Arch Tierenahr., 49(1):41-48.
16. Jiang, X.; Chen, L.; Qin, J.; Qin, C.; Jaing, H. & Li, E. (2013). Effects of dietary soybean oil inclusion to replace fish oil on growth, muscle fatty acid composition, and immune responses of juvenile darkbarbel catfish, *Pelteobagrus vachelli*. Afr. J. Agric. Res., 8(16): 1492-1499.