Name of Candidate : Tartiel El-Sayed Mohamed Badawy **Degree** : Doctor of Philosophy
Title of Thesis : PHYSIOLOGICAL STUDIES ON SOME GREEN ALGAE
Supervisors: Prof.Dr. Eglal Mohamed Zaki Harb ---- Prof.Dr .Mohamed Khalil Khalil El-Doadoa
Prof.Dr. Nabil Fahmy Abd El-hakim
Department : Agric. Botany **Branch** : Plant Physiology **Approval** :

ABSTRACT

Results obtained could be Summarized as follows :

Growth response of *Chlorella sorokiniana* and *scenedesmus dimorphus* to Physiological factors :

1-The results show clearly that the growth parameters of ***Chlorella*** at 22°C was more intense than other temperature degrees , which recorded maximum production during the period of 6 days of culture age , while growth of ***Scenedesmus*** at 17°C which recorded the best results were increasing until the end of incubation periods . The relative high temperature at 32°C led to a depression in growth of ***Chlorella sorokiniana*** **and** ***Scenedesmus dimorphus*** .

2- The results showed that growth parameters of *Chlorella and Scenedesmus* at 12000 Lux was reached highest represented as total cell count , yield and accumulation of pigments which compared with the other treatments, which recorded maximum production during the period 4 – 6 days of experimental periods , also the growth parameters of *Scenedesmus* at 5000 Lux were increasing until 6 days followed by drop in Chlorophyll accumulation .

3-The results showed that growth parameters of ***Chlorella*** at Continuous light treatment (24L\0D Light-dark cycle) was increasing yield , which recorded maximum production at 4 days of incubation periods compared with the other treatments, as well as there was ***Scenedesmus*** at the same treatment ,which recorded maximum production during the period of 4 days of culture age , it is also obvious that these growth parameters recorded their highest at 10 L\ 14 D treatment at the end of incubation periods (8 days) represented as total cell count , weight gain and pigments content , this phenomenon could be explained highly at 12L\ 12D of 4 days , while that was accumulation of pigments increased intensified at 6 days .

4- The results showed that growth parameters of ***Chlorella*** at treatment two T_2 : B.B.M medium supplemented with BA at a concentration of 0.25 mg/L medium was increasing yield expressed as total cell count during the period 6 days of incubation periods compared with other treatments , also obvious that pigments accumulated recorded their highest values at the end of incubation periods (8 days), while the growth parameters of examined algae was more intensive at treatment one T_1 : B.B.M medium supplemented with BA at a concentration of 0.5 mg/L which recorded maximum production during the period of 4 days .

5- The results showed that growth parameters of ***Chlorella*** at four Lines was more highest represented as cell numbers , yield gain and Chlorophyll content compared with the other treatments, which recorded maximum production during the period of 6 days of incubation periods , but revealed drop in Carotenoids content , while growth ***Scenedesmus*** recorded maximum production at control treatment (one lines)of 6 days of culture age represented as total cell count, but also the yield and pigments accumulation which recorded highest values until the end of incubation periods (8 days) .

Key words :-
Green algae – Physiological factors – Enviroment-
Chlorella – Scenedesmus- **Heavy metals .**

*The results showed that mass production of examined algae in outdoor conditions which recorded maximum production of 4 days of outdoor cultivation ,The Crude protein content of Chlorella sorokiniana was 46.7 % ,The Crude fat content was 14.8 %, Total Carbohydrate content was 11.6 % , Ash was 17.5 % , Crude Fiber 9.30 %, Nucleic acid content (RNA 2.63 % and DNA 1.72 %),and Vitamins group antioxidant B6 ,B12 ,E ,C ,B-carotene (µg\g) were found to be 0.05, 0.08, 2.20, 16.0 and 0.01 . While the Chemical composition of Scenedesmus dimorphus were found 52.3 %,12.20 %,10.06%, 14.92%, 8.83%,(3.16 and 1.43), 0.27 ,0.78 ,0.01 ,21.8 and 238.5 respectively .

* *Scenedesmus sp. and Chlorella sp.* were compared for their use in the removal and toxicity bioassays of Cu and Fe. A decrease in toxicity with regard to growth and uptake of NO_3- and NH_4 was immobilized cells had higher uptake rates of Cu and Fe suggesting that immobilization offers protection against metal toxicity. greater efficiency for metal removal . This reduction in removal efficiency was, however, more pronounced for Fe and Cu with harvesting and potential for repeated use makes the immobilized cells good tools for scavenging heavy metals from metal-contaminated environments. Results of heavy metals concentration in tissue muscle revealed that differences among the treatments control treatment, inoculated with ***Chlorella*** treatment and inoculated with ***Scenedesmus*** treatment which recorded at 12 days represented as Fe, Zn, Cu and Pb. 7.32, 13.52, 2.61 and 1.06 & 4.21, 9.64, 1.07 and 0.50 &3.82, 8.74, 0.94 and 0.96 µg\g respectively .The results showed that the drainage water treated with examined algae creates a more appropriate environment for fishes condition factor is essentially a measure of relative muscle to bone growth because the aquatic environment with its water quality is considered the main factor controlling fish health and the use of water source of a good quality is the key for successful fish production. So, the primary goal of this study was to determine agriculture drainage could be suitable for fish culture used for safe human consumption.

* This study clarify the beneficial role which the phytoplankton performs in such circumstances, where it uptakes the nitrogenous compounds, thus maintaining healthy conditions to the fish and other organisms. This phytoplankton function is helpful in resisting pollutants in water, The results show clearly that the agriculture drainage water and sewage waste water were appropriate for fish production because it is reached with inorganic nutrient but this fish are not safe for human consumption especially which heavy metals analysis revealed that highest concentration did not comply with the standards levels recommended by WHO and USEPA , must be avoided used sewage wastewater in fish culture ponds potential adverse health effects while were potential used agriculture drainage water is sufficiently treated before used by examined microalgae as mentioned in this research . Moreover ,the treated of drainage water with microalgae was the best for treatment , where it gave better water quality and fish safety adverse health human effects .

Eglal Harb

نموذج رقم (٤)

اسم الطالبة : ترتيل السيد محمد بدوى   الدرجة : الدكتوراه

عنوان الرسالة : دراسات فسيولوجية على بعض الطحالب الخضراء

المشرفون : أ.د / اجلال محمد زكى حرب – أ.د / محمد خليل خليل الدعدع - أ.د / نبيل فهمى عبد الحكيم

قســم : النبـات الزراعى   فرع : فسيولوجيا النبـات   تاريخ منح الدرجة :

لقد اتجهت الانظار عالميا الى دراسة الطحالب وهى النباتات المائية الثالوثية حيث لها اهمية كبيرة فى عديد من المجالات ، والدور الهام الذى تلعبه هذه الكائنات فى التخلص من العناصر السامة المتواجدة فى البيئة المائية، ولذلك كان الهدف من هذه الدراسة اعادة استخدام المياة المنصرفة بعد معالجتها بيولوجيا عن طريق انتاج وتكثيف بعض الطحالب الخضراء وحيدة الخلية وقد أشتملت الدراسة على المراحل التالية:-

المرحلة الاولى:- دراسة تأثير بعض الظروف البيئية الفسيولوجية على النمو الفسيولوجي للطحالب الخضراء وحيدة الخلية كلوريللا سوروكينيانا ، سندزمس ديمورفس، وكانت أهم نتائج التجارب التى تمت فى هذه المرحلة تشتمل على النقاط التالية :-

١- تم استخدام اربعة معاملات من درجات الحرارة هى ١٧ ،٢٢،٢٧،٣٢م ومعاملة الكنترول ، لكل معاملة ثلاث مكرارات ،وقد اوضحت النتائج استجابة طحلب الكلوريللا لدرجة حرارة ٢٢ م حيث سجلت اعلى قيم لها فى اليوم السادس من فترة التحضين ،بينما طحلب السندزمس اظهر نموا متميزا عند درجة حرارة ١٧م حيث سجلت النتائج تزايدا ملحوظا حتى نهاية فترة التحضين ، وقد ثبت من التجربة ان درجة حرارة ٣٢ م هى صاحبة اسوء ظروف نمو وقد ادت الى انخفاض حاد (تثبيط) فى نمو خلايا طحلبى الكلوريللا والسندزمس.

٢- تم استخدام اربعة معاملات مختلفة هى ٣٥٠٠، ٥٥٠٠، ٧٥٠٠، ١٢٠٠٠ لاكس ومعاملة الكنترول ، ولكل معاملة ثلاث مكرارات ، وقد اوضحت النتائج ان النمو للطحالب ممثلا فى عدد الخلايا ،الوزن، محتوى الصبغات كان مميزا الى حد كبير عند شدة الاضاءة(الاشعاع الضوئى) ١٢٠٠٠ لاكس وخاصة فى فترة التحضين من اليوم الرابع الى اليوم السادس حيث سجلت اعلى قيم لقياسات النمو ، وكذلك قد اظهرت معاملة الكنترول ٥٠٠٠ لاكس تأثيرا واضحا على النمو وخاصة طحلب السندزمس حيث كانت القياسات تتزايد بمرور فترة التحضين عدا صبغات الكلوروفيل تناقصت بعد اليوم السادس من التحضين.

٣- تم أستخدام اربعة معاملات مختلفة هى ١٠ساعة ضوء/ ١٤ ساعة ظلام ، ١٢ض/١٢ظ ،١٦ض/٨ ظ ، ٢٤ ساعة اضاءة مستمرة ومعاملة الكنترولولكل معاملة ثلاث مكرارات ، وقد سجلت النتائج أعلى انتاج للطحالب فى المعاملة الرابعة (اضاءة متصلة) حيث سجلت نتائج نمو الطحالب اعلى قيم لها عند اليوم الرابع ممثلة فى عدد الخلايا ، الوزن الرطب والجاف ، محتوى الصبغات حيث كان النمو متميزا عند هذا اليوم من فترة التحضين ،وكذلك اظهرت النتائج ايضا فى المعاملة الاولى(١٠ض/ ١٤ظ) تزايدا ملحوظا يستمر حتى نهاية فترة التحضين، وقد اتضح من النتائج انه كلما زادت ساعات الاضاءة كلما زاد التمثيل الحيوى والتراكمى للصبغات الخضراء (الكلوروفيلات) حيث سجلت المعاملة الثالثة قيما عالية عند اليوم الرابع وكذلك اظهرت المعاملة الثانية (١٢ض/١٢ظ) زيادة واضحة عند اليوم السادس خاصة فى نمو طحلب السندزمس بينما كان التمثيل الحيوى والتراكمى للكاروتينات عند اليوم الثامن من التحضين فى المعاملة الاولى لطحلب الكلوريللا وفى معاملة الكنترول للسندزمس.

٤- تم استخدام اربعة معاملات (تركيزات) مختلفة ،المعاملة الاولىاضافة ٠,٥ ملجم من مادة بنزيل ادنين/ لتر بيئة غذائية ، المعاملة الثانية وفيها يضاف ٠,٢٥ ملجم من مادة بنزيل ادنين/ لتر بيئة غذائية، المعاملة الثالثة وفيها يضاف ٠,٥ ملجم من مادة كينيتين/ لتر بيئة غذائية، والمعاملة الرابعة وفيها يضاف ٠,٢٥ ملجم من مادة كينيتين/ لتر بيئة غذائية ، معاملة الكنترول ولكل معاملة ثلاث مكرارات ، وقد سجلت النتائج اعلى قيمة لنمو طحلب الكلوريللا ممثلة فى عدد خلايا الطحلب تحت ظروف المعاملة الثانية عند اليوم السادس من التحضين بينما كان النمو اكثر تميزا عند اليوم الرابع للمعاملة الاولى، وبصفة عامة قد اوضحت النتائج استجابة خلايا طحلب الكلوريللا للمعاملة الثانية (تركيز ٠,٢٥ ملجم من مادة بنزيل ادنين/ لتر بيئة)حيث سجلت اعلى قيم للنمو ممثلة فى عدد الخلايا ،الوزن، الكلوروفيلات بينما اوضحت النتائج ان الكاروتينات سجلت اعلى قيمة لها فى معاملة الكنترول عند نهاية فترة التحضين .اما طحلب السندزمس فقد ابدى استجابته للمعاملة الثالثة والاولى حيث كانت اعداد الخلايا تتزايد بمرور وقت التحضين حتى اليوم الثامن وكذلك اظهرت تميزا عند المعاملة الاولى(٠,٥ ملجم من مادة بنزيل ادنين/ لتر بيئة غذائية) فى اليوم الرابع من التحضين .

٥- تم أستخدام ثلاث معاملات مختلفة هى استخدام ٢ خط تهوية ، ٣ خط تهوية ، ٤ خط تهوية ومعاملة الكنترول ، وكان لكل معاملة ثلاث مكرارات، وقد اتضح من النتائج ان اعلى معدلات للنموبالنسبة لطحلب الكلوريللا كانت عند تيار الهواء العالى فى المعاملة الثالثة (٤ خط) حيث كانت تتزايد قياسات النمو ممثلة فى عدد الخلايا والوزن وصبغات الكلوروفيل بمرور وقت التحضين وسجلت اعلى قيم لها عند اليوم السادس من التحضين، ولكن انخفضت قيمة الكاروتينات عند هذه المعاملة وسجلت اعلى قيمة لها فى معاملة الكنترول بينما اوضحت النتائج ان نمو طحلب السندزمس ممثل فى عدد الخلايا فقط يزداد حتى اليوم السادس من التحضين فى المعاملة الثالثة واوضحت النتائج ان اعلى قيم سجلت بالنسبة للوزن ومحتواها من الصبغات كانت فى معاملة الكنترول حيث تتزايد بمرور فترة الحضين الى اليوم الثامن للتجربة .

الكلمات الدالة :-

الطحالب الخضراء – فسيولوجيا النمو – البيئية-

كلوريللا - سندزمس – العناصر السامة.

<u>المرحلة الثانية:- الاستزراع المكثف خارج المعمل لطحلبى كلوريللا سوركينيانا و سندزمس ديمورفس تحت الظروف البيئية المصرية</u>

- ان تغذية هذه الطحالب على بعض المواد التى تعتبر ملوثات بيئية هدفا من الاهداف ا لكبرى فى هذا البحث حيث تعتبر هذه المركبات بيئة غنية لنمو الطحالب ممثل ذلك فى انها مصدر عالي للكربون والعناصر المعدنية مما يؤثر ذلك على التوازن البيئى وكذلك على تنقية المياه من العناصر السامة التى قد تتراكم فى انسجة الاحياء المائية . وفيما يلى أهم نتائج هذه المرحلة المتحصل عليها:-

١- اثبتت النتائج ان بيئة الاستزراع الخارجى (OI)التى يضاف اليها مادة البنزيل ادنين بمعدل ٠,٢٥جم/ ١٠٠٠ لترمن مياه الحنفية هو افضل وسط غذائىللانتاج المكثف لطحلبى الكلوريللاو السندزمس (السلالات المستخدمة فى الدراسة) خارج المعمل فى الاستزراع المفتوح للحصول على اعلى نمو فى فترة زمنية قصيرة حيث حصلنا على اعلى كتلة طحلبية لهذه السلالات فى نهاية اليوم الثالث (بداية اليوم الرابع) وكان ذلك بعد مرور ٧٢ ساعة من بداية التحضين، وكان الاستزراع فى تنكات فيبر جلاس سعة ١٥٠٠ لتر واستخدم حجم ١٠٠٠ الترقفط (١متر مكعب من المياه) .

٢- اوضحت النتائج ان النسبة المؤية لمحتوى البروتين فى طحلبى الكلوريللا والسندزمس كانت ٤٦,٧ & ٥٢,٣ % على التوالى، محتوى الدهون كانت ١٤,٨ &١٢,٢ % على التوالى ، محتوى الكربو هيدرات ١١,٦ & ١٠,٦ % على التوالى وبذلك فان اعلى نسبة بروتين متحصل عليها كانت فى سلالة السندزمس.

٣-- دلت النتائج ايضا احتواء سلالة طحلب السندزمس ديمورفس على نسبة مؤية عالية من مجموعة الفيتامينات المضادة للاكسدة بالمقارنة بطحلب كلوريللا سوروكينيانا حيث سجلت النتائج ان كمية فيتامين ب٦، ب١٢ ، ج (حمض الاسكوربيك) ، بيتا كاروتين (بادىء فيتامين أ) فى سلالة السندزمس هى ٠,٢٧، ٠,٧٨ ، ٢١,٨ ، ٢٣٨,٥ (ميكروجرام / جم وزن جاف) على التوالى بينما سلالة الكلوريللا هى ٠,٠٥ ، ٠,٠٨ ، ١٦,٠ ،٠,٠١ (ميكروجرام / جم وزن جاف) على التوالى.

<u>المرحلة الثالثة :- اشتملت على الناحية التطبيقية للبحث وكانت نتائج هذه المرحلة كالاتى:-</u>

*اجريت دراسة داخل المعمل فى احواض زجاجية سعة (٤٠X٧٥ X ٦٠سم) فى ثلاث معاملات ووضع فى كل حوض عدد ١٥ اصبعية مبروك فضى وتم اختيار هذا النوع من الاسماك لانه يعتمد فى تغذيته على الطحالب الخضراء وكانت المعاملات كالتالى :<u>المعاملة الاولى</u> حيث تم حقن الاحواض بطحلب الكلوريللا تحت ظروف الكنترول ،<u>المعاملة الثانية</u> حيث تم حقن الاحواض بطحلب السندزمس من المزرعة الام النامية تحت ظروف الكنترول ،<u>المعاملة الثالثة</u> وهى معاملة الكنترول ولم يتم حقن الاحواض بأى نوع من الطحالب المستخدمة فى الدراسة ، وكانت جميع المعاملات تحت ظروف اضاءة مستمرة لمدة ١٢ يوم ,وقداوضحت النتائج المتحصل عليها ان تحليل عينات مياه الصرف الزاعى فى هذه الاحواض الزجاجية احتوائها على نسبة من العناصر السامة الثقيلة ممثلة فى الحديد والزنك والنحاس والرصاص وقد سجلت اقل قيم لها فى عينات المعاملة الاولى يليها المعاملة الثانية ثم المعاملة الثالثة حيث سجلت المعاملة الاولى فى نهاية التجربة التركيزات التالية ٠,٠٧و ٠,٠٦و ٠,١٣و ٠,٢٣ (ملجم/لتر) على التوالى بينما سجلت المعاملة الثانية التركيزات التالية ٠,٠٩ و ٠,٠٨ و٠,١٤ و٠,٢٥ على التوالىاما المعاملة الثالثة فقد سجلت اعلى قيم حيث كانت ٠,٢٣و ٠,١٩و ٠,٢٠و ٠,٤٧ على التوالى ، اظهرت نتائج تحليل انسجة اسماك المبروك الفضى*Silver carp* تحت الدراسة ان تراكم العناصر السامة الثقيلة فى انسجتها تقل فى الاحواض التى عوملت بالطحالب حيث سجلت قيما منخفضة فى المعاملة الثانية يلها المعاملة الاولى ثم المعاملة الثالثة وكانت القياسات ممثلة فى تركيز الحديد والزنك والنحاس والرصاص وكانت كالتالى فى نهاية التجربة ٣,٨٢ ، ٨,٧٤ ، ٠,٩٤، ٠,٩٦ ميكروجرام /جم على التوالى بينما المعاملة الاولى سجلت النتائج التالية ٤,٢١ ، ٩,٦٤ ، ١,٠٧ ، ميكروجرام /جم ٠,٥٠ على التوالى ، اما المعاملة الثالثة وهى لم تعامل بأى نوع من الطحالب المستعملة فى الدراسة قد سجلت اعلى قيم وكانت كالتالى ٧,٣٢ ، ١٣,٥٢ ، ٢,٦١ ، ١,٠٦ ميكروجرام /جم على التوالى ، واشارت النتائج ان اقل تركيز لعنصر الرصاص كان فى المعاملة الاولى ، وبالتالى فان التواجد الطحلبى فى البيئة ادى الى انخفاض تراكم العناصر السامة الثقيلة فى انسجة الاسماك مما يدل على الدور الهام الذى تقوم به الطحالب تنقية البيئة وتوفير وسط بيئى ملائم لنمو الكائنات الحية ومن ثم ينعكس ذلك على المستهلك وذلك بتوفير بيئة صحية وامنة للانسان . وكذلك فهى شرهة الامتصاص للامونيا السامة(وهى احدى صور النتروجين الضارة المتراكمة فى البيئة ، بناءا على النتائج التى سجلت من جميع التحاليل السابقة خلال فترة التجربة اثبتت انه يمكن بالفعل استخدام هذه السلالات من الطحالب الخضراء (الكلوريللا والسندزمس) فى المعالجة البيولوجية للمياة المنصرفة وبكفاءة عالية .

LIST OF CONTENTS

Subjects	Page
1- INTRODUCTION ………………………………………	1-4
2- REVIEW OF LITRATURE ……………………………	5
2.1.Physiological factors ………………………………	5
2.1.1.Nutritional factors ………………………………	6
2.1.2.Enviromental factors ……………………………	10
2.2.Outdoor cultivation of algae ………………………	14
2.2.1.Chemical composition of microalgae ……………	16
2.2.2.Economic of algae production …………………	21
2.3.Algae and water supply ……………………………	23
2.3.1.Eutrophication ………………………………………	23
2.3.2.Microalgae dynamics ………………………………	25
2.3.3.Removel N,P and heavy metals by biological treatments ………………………………………………	26
2.3.4.Algae in aquatic ecosystem outside ……………	30
2.3.4.1.Temperature ……………………………………	31
2.3.4.2.Dissolved oxygen ………………………………	31
2.3.4.3.pH …………………………………………………	32
2.3.4.4.Alkalinity and hardness ………………………	32
2.3.4.5.Salinity (total dissolved solids) …………	32
2.3.4.6.Ammonia …………………………………………	33
2.3.4.7.Nitrite and Nitrate ……………………………	33
2.3.4.8.Total phosphorus ……………………………	33
2.3.4.9.Heavy metals …………………………………	34
2.3.4.9.1.Iron …………………………………………	34
2.3.4.9.2.Copper ………………………………………	34
2.3.4.9.3.Zinc …………………………………………	35
2.3.4.9.4.Lead …………………………………………	36
2.3.5.Phytoplankton (microalgae) and environment…...	36
2.4.Biology and ecology of silver carp…………………	37
2.4.1.Aquaculture world production …………………	39
3. MATERIALS AND METHODS ………………………	42
3.1.Isolation, Purification and Identification of unicellular green algae ………………………………………	42
3.1.1.Source of algae strains ……………………………	43

Subjects	Page
3.1.3.Basic medium	44
3.1.4.Laboratory conditions	45
3.1.5.Select and identify of unicellular green algae	45
3.2.Mass cultivation of algae and biomass.....................	47
3.2.1.Nutrients for outdoor algae cultures..................	48
3.2.2.Algal biomass harvesting and drying..................	48
3.2.3.Concentrated algal suspention.........................	49
3.2.4.Continuous algal production (Upscaling)............	49
3.2.5.Sufficient secondary flasks cultures.................	49
3.3.Experimental design	50
3.3.1.Indoor experiments..	50
3.3.1.1.Growth curve experiment	50
3.3.1.2.Temperature degrees experiment............	50
3.3.1.3.Light intensities experiment..................	50
3.3.1.4.Photoperiods experiment.........................	50
3.3.1.5.Growth regulators experiment................	50
3.3.1.6.Lines of aeration experiment................	50
3.3.2.Outdoor experiments..	51
3.3.2.1.Mass Production...................................	51
3.3.2.2.Experiment of fish in aquaria..................	52
3.4.Measurement of growth parameters........................	52
3.4.1.Total cell count...	52
3.4.2.Determination of (F.W and D.W)......................	53
3.5.Biochemical analysis..	54
3.5.1.Determination of Pigments...........................	54
3.5.2.Crude Protein..	54
3.5.3.Total Carbohydrate..	55
3.5.4.Nucleic acid contents.....................................	55
3.6.Algae and water Supply...	56
3.6.1.Physical analysis of water...............................	57
3.6.2.Chemical and biological of water quality analyses..	60
3.6.2.1.Nitrate nitrogen ($NO_3 - N$).......................	60
3.6.2.2.Nitrite (NO_2)...	60
3.6.2.3.Ammonia nitrogen (NH_4)........................	60
3.6.2.4.Total nitrogen (T.N).................................	61
3.6.2.5.Total Phosphorus (T.P).............................	61
3.6.2.6.Calcium (Ca)...	61
3.6.2.7.Sodium (Na)...	61
3.6.2.8.Potassium (K)...	61
3.6.2.9.Magnesium (Mg).......................................	61

Subjects	Page
3.6.3.Heavy metals in water	62
3.6.3.1.Iron (Fe)..	62
3.6.3.2.Zinc (Zn)..	62
3.6.3.3.Copper (Cu)..	62
3.6.3.4.Lead (Pb)..	62
3.6.4.Biological analysis of water..........................	63
3.6.4.1.Phytoplankton estimation........................	63
4. RESULTS AND DISCUSSION	64
4.1.Effect of Physiological factors on growth parameters of ***Chlorella sorokiniana*** and ***Scenedesmus dimorphus***	
4.1.1.Growth curve experiment..............................	64
4.1.2.Growth response of ***Chlorella sorokiniana*** & ***Scenedesmus dimorphus*** to various temperature degrees..	69
4.1.3. Growth response of ***Chlorella sorokiniana*** & ***Scenedesmus dimorphus*** to Light intensities	86
4.1.4. Growth response of ***Chlorella sorokiniana*** & ***Scenedesmus dimorphus*** to various Photoperiods..	103
4.1.5. Plant growth regulators (Cytokinins) effects on ***Chlorella sorokiniana*** & ***Scenedesmus dimorphus***	119
4.1.6. Growth response of ***Chlorella sorokiniana*** & ***Scenedesmus dimorphus*** at different Lines of aeration..	135
4.2. Mass Production of ***Chlorella sorokiniana*** & ***Scenedesmus dimorphus*** under Egyption Conditions	
4.2.1.Chemical composition of algae	152
4.2.2. Effect of drying methods on moisture % and Protein %	158
4.2.3.Total costs of producing algae	
4.3. Experiment of aquaria	162
4.3.1.Minerales and heavy metals.........................	167
4.3.2.Physico-chemical analysis	
4.3.3.Heavy metals concentration of ***silver carp***........	167
4.3.4.Biochemical composition of ***silver carp***...........	167
4.3.5.Growth characteristics of green algae examined was cultivated in agriculture drainage water........	171
4.3.6.Elements and heavy metals of examined algae...	171

Subjects	Page
4.4. Algae in aquatic ecosystem outside ……………………	176
4.4.1. Water temperature ………………………………	176
4.4.2.Dissolved oxygen………………………………	176
4.4.3.Hydrogen ions (pH)…………………………..	177
4.4.4.Salinity………………………………………	177
4.4.5.Total solids (T.S.)……………………………	177
4.4.6.Total suspended solids (T.S.S.)……………..	178
4.4.7.Total alkalinity ………………………………	178
4.4.8.Total hardness…………………………………	178
4.4.9.Ammonium values (NH_4)……………………	179
4.4.10.Unionized ammonia (NH_3)…………………	179
4.5. Heavy metals and biological properties of water……	180
4.5.1.Iron concentration (Fe)……………………	180
4.5.2.Copper concentration (Cu)……………………	181
4.5.3.Zinc concentration (Zn)……………………	182
4.5.4.Lead concentration (Pb)………………………	183
4.5.5. Phytoplankton density …………………………	185
4.5.6.Chlorophyll "a" concentration…………………	186
5. CONCLUSION………………………………………	194
6. SUMMARY ……………………………………………	197
7. REFERENCES…………………………………………	205
8. ARABIC SUMMARY……………………………………	