مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (6) العدد (6) 2022

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies –Basic Sciences Series Vol. (6) No. (6) 2022

دراسة نسبة بعض المركبات البيوكيميائية في الكتلة الحيوية الجافة للطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* المستزرع في محلول زرق الدجاج

الدكتور جورج ديب*

علي بكداش**

(تاريخ الإيداع 22/8/ 2022 – تاريخ النشر16/11/ 2022)

□ ملخّص □

تم في هذا البحث استزراع الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* في محلول زرق الدجاج بعدة تراكيز(1 , 5 , 10 , 15) مل/ل وتحديد غزارة الخلايا ونسبة الرماد والسكريات والدسم في الكتلة الحيوية للطحلب وذلك خلال الفترة الممتدة من 2022/7/25 إلى 2022/8/15.

بلغ أعلى معدل لغزارة الطحلب 27900 خلية/ملم^3 بالتركيز 10% باليوم التاسع من الاستزراع و نسبة الرماد 6.2% من الكتلة الحيوية الناتجة و أثر الاستزراع بالتركيز 15% بشكل سلبي على نمو وتكاثر الطحلب الأخضر.

سجلت أعلى نسبة من السكريات 21.5% عند استزراع الطحلب في التركيز 10% وأقلها 8.9% عند التركيز15% ، بينما أعلى نسبة للدسم كانت 23.14% عند التركيز 5% وانخفضت إلى 4.4% عند التركيز 15% مع انخفاض المغذيات وتراكم مستقلبات ثانوية.

الكلمات المفتاحية: طحالب خضراء، كتلة حيوية، زرق دجاج، سكريات، دسم، طحلب الـ *Scenedesmus obliquus*

*أستاذ– قسم علم الحياة النباتية – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية gdeeb61@gmail.com.

**طالب دكتوراه اختصاص علم الحياة النباتية – قسم علم الحياة النباتية – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية ali095511@gmail.com.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (6) العدد (6) 2022

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies –Basic Sciences Series Vol. (6) No. (6) 2022

Study of the percentage of some biochemical compounds in the dry biomass of the green algae *Scenedesmus obliquus* in chicken blue solution

Dr. George Deeb *
Ali Bkdash **

(Received 22/8/2022.Accepted 16/11/2022)

□ABSTRACT □

In this research, maps and percentage of ash, sugars and fat in algae biomass were mapped during the period from 25/7/2022 to 15/8/2022.

The highest rate of moss abundance was reached 27900 cells/mm3 at 10% concentration per day 9 of culture and 6.2% ash content in the resulting biomass. When cultured at 15% concentration, it negatively affected the growth and reproduction of green algae.The highest percentage of sugars was 21.5% when cultured algae at 10% concentration, and the lowest was 8.9% at 15% concentration, while the highest percentage of fat was 23.14% at 5% concentration and decreased to 4.4% at 15% concentration with adecrease in nutrients and accumulation of secondary metabolites.

Key words: green algae, biomass, chicken blue, sugars, fat, *Scenedesmus obliquus*.

*Professor - Department of Botany - Faculty of Science - Tishreen University - Lattakia - Syria. gdeeb61@gmail.com

** PhD Student in Plant Biology - Department of Plant Biology - Faculty of Science - Tishreen University - Lattakia - Syria. ali095511@gmail.com

مقدمة:Introduction

تعّد الطحالب منتجاً أولياً هاماً في البيئة المائية والترب الرطبة وتلعب دوراً أساسياً في دورات العناصر في الطبيعة، كما يوجد لها العديد من التطبيقات العملية والفوائد الاقتصادية والطبية ، وهذا يتعلق بكونها تتمتع بطاقة حيوية عالية وبأنها قادرة خلال فترة زمنية قصيرة على تشكيل كتلة حيوية غنية بالمركبات العضوية بكمية كبيرة تفوق نسبياً عدة مرات الكتلة الحيوية التي تعطيها النباتات الراقية، إذ تتجلى في قدرتها على إنتاج حمض الفسفوغليسريك الوحدة الأساسية في بناء الغلوكوز والحموض الدهنية والأمينية التي تمثل أساس بناء السكريات و البروتينات والأحماض الدسمة، ومن هنا يتضح ما لهذه الطحالب من أهمية استدعت وأوجبت علينا دراستها واستزراعها وإعطائها جانباً كبيراً من الأهمية (Richmond, 2004; Gouveia, 2011; Mutale-Joan *et al.*, 2022)

أهمية البحث وأهدافه:

تشكل الزيادة السكانية المستمرة وتغير المناخ العالمي وتدهور التربة تهديدًا متزايدًا لإنتاج الغذاء وبالتالي فإن البحث عن البدائل المستدامة لزيادة إنتاج المحاصيل الزراعية للسكان هي أولوية رئيسة ، مما دفع إلى استغلال الكائنات الحية الدقيقة، خصوصاً الطحالب الدقيقة كمصادر حيوية للحصول على الغذاء والاستفادة من مركباتها الحيوية، لذا جاء بحثنا الذي يهدف إلى:

- استزراع الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* في وسط عضوي رخيص الثمن(محلول زرق الدجاج المعقم) وتحديد غزارة الخلايا.
- تحديد نسبة الرماد والسكريات والدسم في الكتلة الحيوية للطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus*.

مواد البحث وطرائقه:Materials and methods

1. مواقع الدراسة التطبيقية:

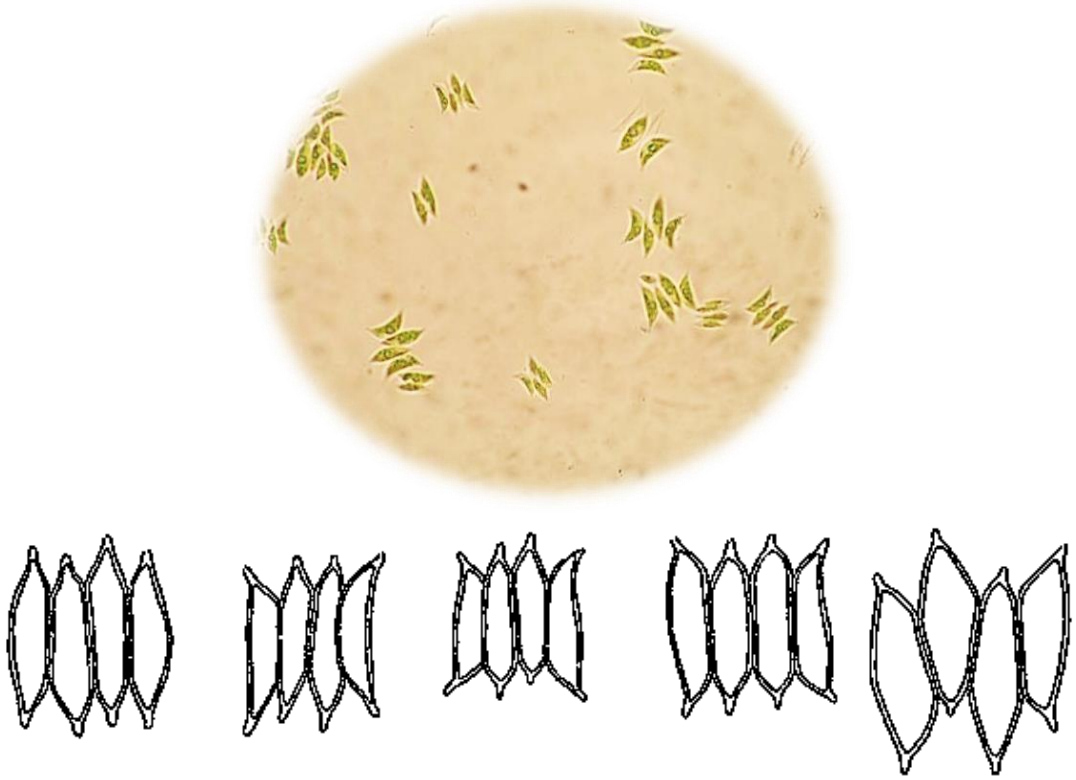
- وحدة استزراع العوالق النباتية-كلية العلوم-جامعة تشرين للحصول على عزلة الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus*.
- مدجنة فيديو في محافظة اللاذقية للحصول على زرق الدجاج.

2. جمع العينات:

- تم الحصول لمرة واحدة على عزلة الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* من وحدة استزراع العوالق النباتية(الشكل 1) المستزرع في الوسط الزرعي السائل 3N-BBM+V (Star & Zeikus, 1993).

الشكل(1): وحدة استزراع العوالق النباتية(حاضنة)

حيث يوجد الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* على شكل مستعمرات (الشكل 2)، يحمل زوجين من الزوائد الشوكية عند الخلايا الطرفية، الغلاف الخلوي أملس، طول الخلايا مابين 4–12 ميكرون وعرضها من 3–4 ميكرون، النواة صغيرة كروية الشكل، الصانعات الخضراء ضخمة ; Meyen, 1829). Akgül *et al.*, 2017)



الشكل (2): الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus*(قوة تكبير40x)

❖ تم أخذ 500 غرام من زرق الدجاج الطازج والجاف من مدجنة فيديو في محافظة اللاذقية (الشكل 3) وذلك باستخدام اكياس من البولي اتيلين في شهر نيسان عام 2022، ثم نقل إلى مختبر الدراسات العليا والبحث العلمي. لتحديد بعض خواصه الفيزيائية والكيميائية باستخدام جهاز ST-200 Plus Electrolyte Analyzer (الشكل 4).

الشكل (3): موقع مدجنة فيديو في محافظة اللاذقية

3. تحضير محلول زرق الدجاج:

حُضر محلول زرق الدجاج الأم بإضافة 500غ من زرق الدجاج إلى 3000 مل من الماء المقطر، وحرك جيداً ووضع المحلول في الأوتوغلاف لمدة نصف ساعة، رشح المحلول وأخذت الرشاحة وعقمت لمدة 20 دقيقة، ثم حفظت في مكان بارد لحين الاستخدام بعد تحديد بعض خواصها الفيزيائية والكيميائية باستخدام جهاز ST-200 Plus Electrolyte Analyzer (الشكل 4).

الشكل (4): جهاز ST-200 Plus Electrolyte Analyzer

4. استزراع الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* في محلول زرق الدجاج:

تمت إضافة التركيز 5 مل من المزرعة السائلة للطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus*(غزارة الطحلب في بداية الاستزراع 4200 خلية /مم^3) إلى حوجلات زجاجية سعة 2500 مل حاوية على 2000 مل من محلول زرق الدجاج بتراكيز (1 , 5 , 10 , 15) مل/ل من الوسط الأم ، وطبقت مخبرياً تحت ظروف الزرع الملائمة لنمو الطحالب الخضراء الدقيقة(Brown *et al.*, 1998 ; Hernande *et al.*, 2009 من درجة حرارة وشدة إضاءة ثابتتين (حرارة 25 ±2 مْ، شدة إضاءة 6000 لوكس) مع نوبة ضوئية 16ضوء/ 8ظلام(4 مكررات) مع تحريك الحوجلات وتبديل أماكنها كل 8 ساعات حتى الحصول على نمو متجانس للمزرعة الطحلبية(الشكل 5).

الشكل (5): استزراع الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* في محلول زرق الدجاج

5. تحديد غزارة الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus*:

حددت غزارة الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* باستخدام صفيحة Komorek Burkera حسب طريقة Edler (1979) وتكون هذه الصفيحة مقسمة إلى 12 صف من المربعات أفقياً و12 صف عمودياً فيكون عدد المربعات الإجمالي 144مربعاً، ويكون حجم المربع الواحد $1/250\ mm^3$، يتم عدّ الخلايا في جميع المربعات، ثم يحسب عدد الخلايا في المربع الواحد من القانون:(1) $Ns = \frac{\text{العدد الإجمالي}}{144}$

واعتباراً منه يحسب عدد الخلايا في العينة مقدراً بـ (خلية/مل) بتطبيق القانون: (2) $N.ml^{-1} = \frac{250.Ns.1000}{}$

6.تحديد نسبة الرماد:

جمع 50غ من الكتلة الحيوية الرطبة وغسلت بماء مقطر وتم تجفيفها في الظل وبدرجة حرارة المختبر، تم طحنها بواسطة مطحنة، بعد ذلك وضعت في مرمدة عند درجة حرارة 650 درجة مئوية حيث أخذ 2غ من الوزن الجاف ووضعت في المرمدة لمدة 5 ساعات (Lawton *et al.*, 2013)

7. تحديد نسبة السكريات:

يوزن 1 غ من عينة الطحلب الجافة، ثم يتم مزج العينة وطحنها بشكل جيد، ثم يضاف 10مل من الماء المقطر المغلي، يؤخذ منها 1 مل ويضاف له 2 مل من كاشف الأنثرون، ثم توضع الأنابيب على حمام مائي يغلي لمدة 10 دقائق لاستخلاص السكريات، بعدها تبرد وتقاس الامتصاصية باستخدام Spectrophotometric على طول موجة 620 نانومتر مقابل شاهد يحوي كمية الكاشف نفسها مع 1 مل ماء مقطر بدلاً من محلول السكريات(Osborne, 1986).

8. تحديد محتوى الدسم:

يوضع 1غ من الكتلة الحيوية المجففة المطحونة في جهاز سوكسيلييه ويجري استخلاص الحموض الدسمة بمقدار 15مل من مذيب نظامي الهكسان في درجة حرارة 60 درجة مئوية لمدة 6 ساعات، ثم يوضع المستخلص الزيتي في المبخر الدوار في الدرجة 60–63 درجة مئوية ليتم تبخير المذيب، بعد ذلك ينقل الزيت إلى وعاء زجاجي سعة 50 مل ويوضع في حاضنة هزازة في الدرجة 60 درجة مئوية لمدة 4 ساعات(Agarry *et al.*, 2013) ويحسب مردود الاستخلاص من العلاقة: وزن الزيت الناتج من الاستخلاص x 100/ وزن العينة المستخلص منها.

النتائج والمناقشة:Result and Discussion

1. تحديد بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لمحلول زرق الدجاج

تم قياس كل من البوتاسيوم والنترات والفوسفور والأس الهيدروجيني لمحلول زرق الدجاج بعد تعقيمه(الجدول 1) لاستخدامه كوسط زراعي.

الجدول (1): بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لمحلول زرق الدجاج

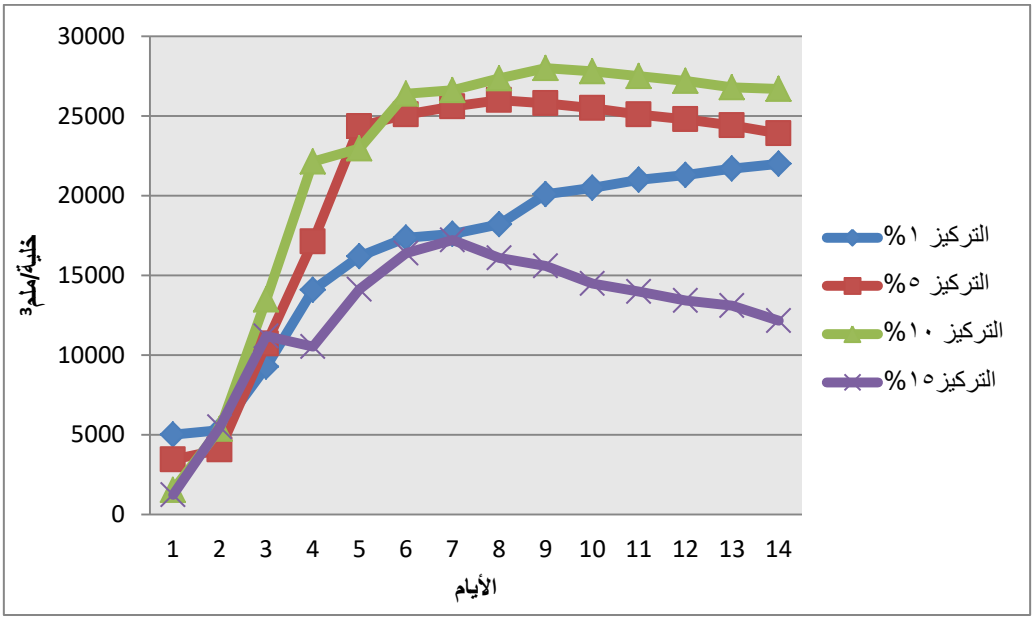
الأس الهيدروجيني	Mg/l		
	البوتاسيوم	النترات	الفوسفور
6.83	4.47	15.85	9.94

2. تحديد غزارة الطحلب الأخضر*Scenedesmus obliquus*

تبين من النتائج التي حصلنا عليها(الجدول 2)أن الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* تكاثر ونما بشكل جيد في محلول زرق الدجاج وبدأ النمو السريع بعد اليوم الثالث(الشكل 6)، فعند استزراع الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* في محلول زرق الدجاج بالتركيز 1% بلغ أعلى معدل لغزارة الطحلب 22000 خلية/ملم^3 باليوم 14، أما عند استزراع الطحلب بالتركيز 5% و 10% بلغ أعلى معدل لغزارة الطحلب 26100 و 27900 خلية/ملم^3 على التوالي باليوم 8 و 9 من الاستزراع ، و أثر عند الاستزراع بالتركيز 15% بشكل سلبي على نمو وتكاثر الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus*، ويعزى ذلك إلى انخفاض شدة الإضاءة بسبب كثافة نمو الطحلب ونفاذ المغذيات الضرورية لنمو الطحلب بالإضافة إلى المحتوى الكبير من المعقدات الآزوتية والفوسفاتية في الوسط والتي تعد من العناصر السامة للطحالب بالتراكيز العالية(Acevedo *et al.*, 2017 ; Ling *et al.*, 2019).

الجدول (2): معدل غزارة الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* ضمن تراكيز مختلفة من محلول زرق الدجاج

الأيام	التركيز 1%	التركيز 5%	التركيز 10%	التركيز15%
2022/7/25	1.2 ± 5025	1.3 ± 3450	0.97 ± 1550	5.1± 1250
2022/7/26	0.48 ± 5300	1.14 ± 4066	3.6 ± 5379	4.3 ± 5500
2022/7/27	2.9 ± 9266	0.94 ± 10720	2.7 ± 13480	0.69 ± 11200
2022/7/28	0.64 ± 14100	2.1 ± 17125	1.3 ± 22146	2.6 ± 10530
2022/7/29	1.6 ± 16201	0.58 ± 24349	2.3 ± 21970	2.3 ± 14122
2022/7/30	2.3 ± 17368	0.69 ± 19600	5.9 ± 30625	3.4 ± 12350
2022/7/31	6.3 ± 17600	5.3 ± 11875	0.91 ± 26625	1.9 ± 8750
2022/8/1	3.6 ±18200	1.26 ± 26100	1.87 ± 27356	2.7 ± 16100
2022/8/2	3.1± 20100	5.6 ± 25800	2.2± 27900	0.85 ± 15600
2022/8/3	5.3 ± 20500	6.1 ± 25500	4.3 ± 27800	0.94 ± 14500
2022/8/4	4.8 ± 21000	0.96 ± 25100	3.7 ± 27500	1.9 ± 14000
2022/8/5	0.19 ± 21300	0.84 ± 24800	2.3 ± 27200	3.9 ± 13430
2022/8/6	6.3 ± 21700	3.7 ± 24400	1.9 ± 26800	6.4± 13100
2022/8/7	5.1 ± 22000	2.8 ± 23900	2.2 ± 26700	0.93± 12164



الشكل 6: رسم بياني يبين معدل غزارة الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus*

3. تحديد نسبة الرماد:

بينت نتائج الدراسة أن أعلى قيمة للوزن الجاف 19 ملغ/غ كانت عند التركيز 10% ، أعلى قيمة للرماد 6.2% كانت عند تركيز نفسه مقارنة مع باقي التراكيز وفق (الجدول 3)، وهي أقل من القيم التي حصل عليها Toyub وآخرون(2008) في دراستهم للنوع نفسه ضمن ظروف تغذية مختلفة والتي تراوحت بين 9.95% و 12.08%.

الجدول (3): نسبة الرماد في الكتلة الحيوية الجافة للطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* ضمن تراكيز مختلفة من محلول زرق الدجاج

	التركيز 1%	التركيز 5%	التركيز 10%	التركيز15%
الوزن الجاف (ملغ/غ)	0.21±11	1.2±15	0.96±19	1.3±16.5
نسبة الرماد (%)	0.13±3.9	0.57±5.1	1.1±6.2	0.65±5.7

4. تحديد نسبة السكريات:

تعد السكريات من أهم المركبات الكيميائية عند الطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* وفي دراستنا هنا تم تحديد النسبة المئوية للسكريات وتم تسجيل أعلى نسبة من السكريات 21.5% عند استزراع الطحلب في التركيز 10% من محلول زرق الدجاج والمعقمة وانخفضت إلى 8.9% (الجدول 4)عند التركيز 15%، علماً أن نسبة السكريات لبعض أنواع الطحالب يمكن أن تصل إلى 83% أو اكثر حسب ظروف النمو (Becker, 2007 ; Harun, 2014) ففي دراسة Rempel وآخرون(2021) وصلت نسبة السكريات إلى أكثر من 35%عند إضافة حمض أسيتيل الساليسيليك والكافيين للوسط الزرعي.

الجدول (4): نسبة السكريات في الكتلة الحيوية الجافة للطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* ضمن تراكيز مختلفة من محلول زرق الدجاج

التركيز 1%	التركيز 5%	التركيز 10%	التركيز 15%
0.11±11.12	0.26±19.15	0.69±21.5	1.2±8.9

5. تحديد نسبة الدسم:

بينت النتائج(الجدول 5) أعلى نسبة 23.14% للدسم في الكتلة الحيوية الجافة للطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* عند استزراعه في التركيز 5% من محلول زرق الدجاج وانخفضت إلى 4.4% عند التركيز 15%، بالمقارنة مع دراسة VIEIRA وآخرون(2021) على نفس النوع كانت نسبة الدسم 84%، حيث تزداد نسبة الدسم عند انخفاض المغذيات خاصة النترات مما يؤدي إلى تراكم الدسم في الخلية الطحلبية كآلية للبقاء حيث تتوقف الخلايا عن الانقسام وتتجه إلى تخزين الطاقة على الشكل دسم (Pancha *et al.*, 2014; Parveen *et al.*, 2022 ; Leyla *et al.*, 2022). وفي دراسة على النوع *Tetradesmus obliquus* وصلت نسبة الدسم إلى 24% مع ازدياد هذه النسبة عند تجديد الوسط الزرعي والمغذيات (Dzuman *et al.*, 2022).

الجدول (5): نسبة الدسم في الكتلة الحيوية الجافة للطحلب الأخضر *Scenedesmus acutus* ضمن تراكيز مختلفة من محلول زرق الدجاج

التركيز 1%	التركيز 5%	التركيز 10%	التركيز 15%
2.4±20.3	3.1±23.14	1.6±15.2	0.95±4.4

الاستنتاجات والتوصيات:Conclusions and Recommendations

نستنتج من بحثنا إمكانية استخدام الكتلة الحيوية الجافة للطحلب الأخضر *Scenedesmus obliquus* كمصدر للمواد الدسمة والسكريات مع ملاحظة اختلاف نسبة تلك مواد باختلاف تركيز الوسط المغذي.

نوصي بتسخير نتائج هذا البحث وتطبيقها للحصول على كتلة حيوية تناسب أغراض تصنيعية غذائية، تدعيم الدراسة باختبار أنواع ونسب الحموض الأمينية في الكتلة الحيوية واستعمالها كمصدر علفي رخيص.

References

- ACEVEDO, S., PEÑUELA, G. A., & PINO, N. J. (2017). *Biomass production of Scenedesmus sp. and removal of nitrogen and phosphorus in domestic wastewater*. *Ingeniería y competitividad*, 19(1), 185-193.
- AGARRY, S. E., AREMU, M. O., AJANI, A. O., & AWORANTI, O. A. (2013).
Alkali-catalysed production of biodiesel fuel from Nigerian Citrus seeds oil. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 5(9),
1682.
- AKGÜL, F., KIZILKAYA, İ. T., AKGÜL, R., & ERDUĞAN, H. (2017). *Morphological and molecular characterization of Scenedesmus-like species from Ergene river basin (Thrace, Turkey)*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(3), 609-619.
- BECKER, E. W. (2007). *Micro-algae as a source of protein*. *Biotechnology advances*, 25(2), 207-210.
- BROWN, M. R., DUNSTAN, G. A., JEFFREY, S. W., VOLKMAN, J. K., BARRETT, S. M., & LEROI, J. M. (1993). *THF INFLUENCE OF IRRADIANCE ON THF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF THE PRYMNESIOPHYTE ISOCHRYSIS SP.(CLONE T-ISO) 1*. *Journal of Phycology*, 29(5), 601-612.
- DZUMAN, M. J., SEVERO, I. A., MOREIRA, M. A. C., DE LIMA LUZ JUNIOR, L. F., MITCHELL, D. A., VARGAS, J. V. C., & MARIANO, A. B. (2022*). Microalgae Culture Medium Recycling: Improved Production of Biomass and Lipids, Biodiesel Properties and Cost Reduction. BioEnergy Research*, 1-14.
- EDLER, L. (1979). *Recommendations for marine biological studies in the Baltic Sea: phytoplankton and chlorophyll. Baltic Mar. Biol*. 5, 1-38.
- GOUVEIA, L. (2011). *Microalgae as a Feedstock for Biofuels.*
In Microalgae as a Feedstock for Biofuels (pp. 1-69). Springer, Berlin, Heidelberg.
- HARUN, R., YIP, J. W., THIRUVENKADAM, S., GHANI, W. A., CHERRINGTON, T., & DANQUAH, M. K. (2014). *Algal biomass conversion to bioethanol–a step-by-step assessment*. *Biotechnology journal*, 9(1), 73-86.
- HERNANDEZ, J. P., DE-BASHAN, L. E., RODRIGUEZ, D. J., RODRIGUEZ, Y., & BASHAN, Y. (2009). *Growth promotion of the freshwater microalga Chlorella vulgaris by the nitrogen-fixing, plant growth-promoting bacterium Bacillus pumilus from arid zone soils. european journal of soil biology*, 45(1), 88-93.
- LAWTON, REBECCA J.; DE NYS, ROCKY; PAUL, NICHOLAS A. (2013). *Selecting reliable and robust freshwater macroalgae for biomass applications*. *PloS one*,vol. 8(5), e64168.
- LEYLA, U. S. L. U., OYA, I. Ş. I. K., BARIŞ, Y., & SAYIN, S. (2022). *Effects of nitrogen and phosphorus concentrations on the growth and lipid accumulation of microalgae Scenedesmus obliquus. Marine Science and Technology Bulletin*, 11(*2*), 194-201.
- LING, Y., SUN, L. P., WANG, S. Y., LIN, C. S. K., SUN, Z., & ZHOU, Z. G. (2019). *Cultivation of oleaginous microalga Scenedesmus obliquus coupled with wastewater treatment for enhanced biomass and lipid production*. *Biochemical Engineering Journal*, 148, 162-169.
- MEYEN, F.J.F. (1829). *Beobachtungen über einige niedere Algenformen.* Nova Acta Physico-Medica Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Naturae 14: 768-778, pl. XLIII [43]

❖ MUTALE-JOAN, C., SBABOU, L., & HICHAM, E. A. (2022). *Microalgae and Cyanobacteria: How Exploiting These Microbial Resources Can Address the Underlying Challenges Related to Food Sources and Sustainable Agriculture: A Review*. *Journal of Plant Growth Regulation*, 1-20.

❖ OSBORNE, D. R. (1986). *Análisis de los nutrientes de los alimentos* (No. 04; TX545, O7.).

❖ PANCHA, I., CHOKSHI, K., GEORGE, B., GHOSH, T., PALIWAL, C., MAURYA, R., & MISHRA, S. (2014). *Nitrogen stress triggered biochemical and morphological changes in the microalgae Scenedesmus sp. CCNM 1077*. *Bioresource technology*, 156, 146-154.

❖ PARVEEN, S., & PATIDAR, S. K. (2022). *Revisiting algal lipids and cellular stress-causing strategies for amelioration in productivity of worthy lipids of microalgae for biofuel applications. Sustainable Energy & Fuels*.

❖ RICHMOND, A. (2004). *Biological principles of mass cultivation*. Handbook of microalgal culture: Biotechnology and applied phycology, 125-177.

❖ REMPEL, A., NADAL BIOLCHI, G., FAREZIN ANTUNES, A. C., GUTKOSKI, J. P., TREICHEL, H., & COLLA, L. M. (2021). *Cultivation of microalgae in media added of emergent pollutants and effect on growth, chemical composition, and use of biomass to enzymatic hydrolysis. BioEnergy Research*, 14(1), 265-277.

❖ STARR, R. C., & ZEIKUS, J. A. (1993*). UTEX—the culture collection of algae at the University of Texas at Austin 1993 List of cultures 1. Journal of phycology*, 29, 1-106.

❖ TOYUB, M. A., MIAH, M. I., HABIB, M. A. B., & RAHMAN, M. M. (2008). *Growth performance and nutritional value of Scenedesmus obliquus cultured in different concentrations of sweetmeat factory waste media. Bangladesh Journal of Animal Science*, 37(1), 86-93.

❖ VIEIRA, B. B., SOARES, J., AMORIM, M. L., BITTENCOURT, P. V. Q., DE CÁSSIA SUPERBI, R., DE OLIVEIRA, E. B., ... & MARTINS, M. A. (2021). *Optimized extraction of neutral carbohydrates, crude lipids and photosynthetic pigments from the wet biomass of the microalga Scenedesmus obliquus BR003. Separation and Purification Technology*, 269, 118711.