تأثير طحالب سبيرولينا على حيوية بكتيريا البروبيوتيك وبعض خصائص الحليب المخمر كمشروب وظيفي مركب

رسالة مقدمة من:

جهاد حمدي سيد حسن

بكالوريوس العلوم الزراعية (تكنولوجيا علوم الأغذية) – كلية الزراعة – جامعة الفيوم 2013

ماجستير العلوم الزراعية (ميكروبيولوجيا الزراعية) – كلية الزراعة – جامعة الفيوم 2020

للحصول على درجة الدكتوراه الفلسفة في العلوم الزراعية (الميكروبيولوجيا الزراعية)

قســـم الميكروبيولوجيا الزراعية

كلية الزراعة

جامعة الفيوم

2025

جـــامعة الفـــيوم
Fayoum University

تأثير طحالب سبيرولينا على حيوية بكتيريا البروبيوتيك وبعض خصائص الحليب المخمر كمشروب وظيفي مركب

رسالة مقدمة من:

جهاد حمدي سيد حسن

بكالوريوس العلوم الزراعية (تكنولوجيا علوم الأغذية) – كلية الزراعة – جامعة الفيوم 2013

ماجستير العلوم الزراعية (ميكروبيولوجيا الزراعية) – كلية الزراعة – جامعة الفيوم 2020

للحصول على درجة الدكتوراه الفلسفة في العلوم الزراعية
(الميكروبيولوجيا الزراعية)

لجنة الإشراف العلمي:

أ.د/ أسامة عبدالتواب سعودي
أستاذ الميكروبيولوجيا الزراعية – قسم الميكروبيولوجيا الزراعية – كلية الزراعة – جامعة الفيوم
التوقيع.....

د/ هاني شعبان محمود
أستاذ الألبان المساعد – قسم الألبان – كلية الزراعة – جامعة الفيوم
التوقيع.....

التاريخ: 24 / 9 / 2025

جـــامعة الفـــيوم
Fayoum University

تأثير طحالب سبيرولينا على حيوية بكتيريا البروبيوتيك وبعض خصائص الحليب المخمر كمشروب وظيفي مركب

رسالة مقدمة من:

جهاد حمدي سيد حسن

بكالوريوس العلوم الزراعية (تكنولوجيا علوم الأغذية) – كلية الزراعة – جامعة الفيوم 2013

ماجستير العلوم الزراعية (ميكروبيولوجيا الزراعية) – كلية الزراعة – جامعة الفيوم 2020

للحصول على درجة الدكتوراه الفلسفة في العلوم الزراعية

(الميكروبيولوجيا الزراعية)

لجنة المناقشة والحكم:

أ. د/ على سلامة على سلامة

أستاذ الميكروبيولوجيا الزراعية – قسم الميكروبيولوجيا الزراعية - كلية الزراعة – جامعة الزقازيق

التوقيع.....

أ.د/ ياسر فتحى عبد العليم عيد

أستاذ ورئيس قسم الميكروبيولوجيا الزراعية – قسم الميكروبيولوجيا الزراعية – كلية الزراعة – جامعة الفيوم

أ.د/ أسامة عبد التواب سعودي

أستاذ الميكروبيولوجيا الزراعية – قسم الميكروبيولوجيا الزراعية – كلية الزراعة – جامعة الفيوم (رئيسا)

التوقيع.....

د/ هاني شعبان محمود

أستاذ الألبان المساعد – قسم الألبان – كلية الزراعة – جامعة الفيوم

التوقيع.....

التاريخ: 24 / 9 / 2025

الملخص العربي

فى السنوات الأخيرة زاد الإهتمام بتنمية الطحالب الخضراء المزرقة وخصوصاً الأسبيرولينا منها ، نظراً لانها تستخدم في نطاق واسع في جميع أنحاء العالم كمصدر للغذاء الصحي وكمصدر للصبغة الزرقاء التي تستخدم في مستحضرات التجميل والطعام. وينمو طحلب الأسبيرولينا بشكل طبيعي في البحيرات والبرك القلوية في جميع أنحاء العالم. والهدف من هذه الدراسة هو إختبار العديد من بيئات النمو (القياسية منها أو المعدلة) وإستنباط بيئة نمو سهلة التحضير من خامات متوفرة محلياً ورخيصة الثمن لتسهل على منتجي الطحالب تنمية وزراعة مثل هذه الأنواع ذات القيمة الغذائية والإقتصادية الكبيرة. ليس هذا فقط ، بل تهدف الدراسة أيضاً إلى إختبار إضافة طحلب الأسبيرولينا إلى مشروب الحليب المتخمر الوظيفي لتحسين خصائصه.

<u>دراسة تأثير بيئات النمو القياسية</u>

كان الهدف من هذه التجربة دراسة عدد من بيئات النمو القياسية واخري معدلة ببعض المكونات التجارية (اليوريا كمصدر للنيتروجين) ، وذلك للتغلب على شح المكونات ، وغلاءها ، والقيود المفروضة على البعض منها مثل نترات الصوديوم ، ونترات البوتاسيوم. وقد تمت زراعة طحلب سبيرولينا (*Spirulina platensis*) باستخدام وسائط نمو مختلفة مع اليوريا كمصدر للنيتروجين. وأشارت النتائج المتحصل عليها إلى أن بيئة النمو القياسية زاروك المعدلة باليوريا بنسبة 0.15 مجم/لتر(MZU) تدعم معدل نمو الطحلب بشكل مماثل ومتقارب لبيئة النمو القياسية زاروك مع 2.5 مجم/لتر من نترات الصوديوم (SZSN) ، وبيئة النمو القياسية زاروك مع 2.5 مجم/لتر من نترات البوتاسيوم (MZPN). وقد عززت اليوريا كمصدر للنيتروجين النمو بشكل كبير، مما أدى إلى زيادة بنسبة 79.69٪ في الكتلة الحيوية بعد 20 يومًا من الزراعة، مقارنة بالقياس الأولي (الزمن الصفري).

أدى إضافة اليوريا إلى وسط زاروك إلى تعزيز تراكم الصبغات الحيوية، بما في ذلك الفيكوسيانين والألوفيكوسيانين والفيكوبيليبروتين. حيث بدأت بالتراكم

بشكل معنوي هذه الصبغات مع اليوم الثاني عشر، مع ملاحظة زيادات مستمرة. من بين وسائط النمو الستة تحت الدراسة التي تم اختبارها، وجد أن بيئة النمو زاروك المعدلة بتركيز 0.15 مجم/لتر من اليوريا (MZU) عززت من تراكم أكبر للصبغات مقارنة ببيئات النمو الأخرى، مع ملاحظة القيم أن اكبر القيم كانت في اليومين 12 و16 من فترة النمو.

كما بينت النتائج أيضاً ، أنه لإنتاج صبغات الكلوروفيل بشكل جيد يحقق كفاءة نمو مثلى لطحلب الأسبيرولينا، عكست بيئة النمو زاروك المعدلة بتركيز 0.15 مجم/لتر من اليوريا (MZU) أعلى محتوى من الكلوروفيلات الضوئية، وخاصة بين اليومين 12 و16 من فترة النمو. كما زاد الكلوروفيل أ بنسبة 75.41% (اليوم 12) و74.04% (اليوم 16)، والكلوروفيل ب بنسبة 76.82% (اليوم 12) و75.26% (اليوم 16)، والكلوروفيل الكلي بنسبة 76.32% (اليوم 12) و74.84% (اليوم 16) مقارنة بالقياس الأولي (الزمن الصفري).

ومن هنا يظهر جلياً ، بأن بيئة النمو القياسية زاروك والمعدلة باليوريا بتركيز 0.15 ملجم/ لتر، اعطت أفضل النتائج وخصوصا عند فترات التخزين الممتدة ، وبالتالي حققت المرجو منها فى تحسين حالة النمو والوظائف الفسيولوجية لطحلب الأسبيرولينا تحت ظروف محافظة الفيوم. وبناءاً على ما تقدم من نتائج اجريت دراسة تكميلية على هذه البيئة المعدلة (بيئة النمو القياسية زاروك والمعدلة باليوريا بتركيز 0.15 ملجم/ لتر) يأتي ذكرها لاحقاً.

دراسة تأثير العوامل البيئية:

تأثير درجة الحرارة

لقد تباين معدل نمو طحلب الأسبيرولينا مع درجة حرارة التحضين ، حيث لوحظت أفضل النتائج عند 30 درجة مئوية. وعند هذه الدرجة من الحرارة، تم تسجيل زيادات كبيرة في فيكوسيانين (90.68٪)، وألوفيكوسيانين (74.67٪)، وفيكوبيليبروتين (74.40٪) في اليوم الثاني عشر. وكانت تركيزات الكلوروفيل أعلى عند 35 درجة مئوية، تليها 30 درجة مئوية، مقارنة بدرجات

الحرارة المحيطة الأخرى. ولم يلاحظ أي نمو عند 40 درجة مئوية، حيث ماتت جميع الخلايا في ظل هذه الظروف.

تأثير الرقم الهيدروجيني

أدى تعديل الرقم الهيدروجيني إلى 9.0 في بيئة النمو إلى الحصول على أعلى معدل نمو للأسبيرولينا ، مع زيادة بنسبة 71.82% و72.07% في الأيام 12 و16. كما عزز الرقم الهيدروجيني المرتفع التركيزات القصوى للفيكوسيانين والألوفيكوسيانين والفيكوبيلي بروتين مقارنة بمستويات الرقم الهيدروجيني الأخرى. وعلاوة على ذلك، عززت مستويات الرقم الهيدروجيني الأعلى (على سبيل المثال، الرقم الهيدروجيني 11) زيادة محتوى الكلوروفيل أ، ب، والكلوروفيل الكلي، مع تسجيل أعلى التركيزات عند الرقم الهيدروجيني 11.

تأثير شدة الإضاءة

كان لشدة الضوء تأثير كبير على معدل نمو طحلب الأسبيرولينا. حيث أنتجت شدة الضوء البالغة 30 وات أعلى كتلة حيوية وتراكم للصبغات، وخاصة في اليومين 12 و16. وعلى النقيض من ذلك، أدت زيادة شدة الضوء إلى 45 وات إلى حالة التثبيط الضوئي، مما أدى إلى تقليل النمو ونقص إنتاج الصبغات. وكانت شدة الضوء المثلى لتراكم الفيكوسيانين والألوفيكوسيانين والفيكوبيليبروتين 30 وات. وعند هذه الإضاءة، زادت تركيزات الكلوروفيل أ، ب، والكلوروفيل الكلي بنسبة 84.70٪، و86.22٪، و85.69٪، على التوالي، في اليوم 12.

تأثير فترة الإضاءة:

أظهرت فترة الإضاءة المستمرة (24 ضوء: 00 ظلام/يوم) عن أفضل معدل نمو، حيث عكس طحلب الأسبيرولينا أعلى القيم للصبغات تحت هذا النظام. يلي ذلك دورة الإضاءة 16: 08 ظلام/يوم ، في حين أسفرت دورة الإضاءة 12: 12 ظلام/يوم عن أدنى معدل نمو. كان نظام الضوء المستمر (24:00 ضوء: ظلام/يوم) أيضًا الأكثر فعالية لتعزيز تركيزات الكلوروفيل أ، ب، والكلوروفيل الكلي خلال فترة الزراعة التي استمرت 20 يومًا.

النشاط المضاد للميكروبات:

أظهرت المستخلصات المائية من الأسبيرولينا نشاطًا مضادًا للبكتيريا متفوقًا ضد كل من البكتيريا المسببة للأمراض السالبة لجرام (*Escherichia coli, Salmonella enteritidis, Pseudomonas aeruginosa)* والموجبة لجرام (*Listeria monocytogenes, Bacillus cereus, Staph*ylococcus *aureus*)، مقارنة بمستخلصات المذيبات الأخرى. أظهر المستخلص المائي أكبر مناطق تثبيط، تليها المستخلصات الإيثانولية، في كل من اختبارات انتشار القرص وانتشار البئر. ومع ذلك، لم يتم ملاحظة أي نشاط مضاد للبكتيريا ضد بكتيريا حمض اللاكتيك (*Streptococcus thermophiles, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus paracasei*).

تأثير طحلب الأسبيرولينا على خصائص مشروب الحليب المتخمر الوظيفي:

لقد حسن طحلب الأسبيرولينا من جودة مشروبات الحليب المتخمر، وعزز محتوى الفينولات والفلافونويدات، فضلاً عن نشاط مضادات الأكسدة. بالإضافة إلى ذلك، كانت مستويات ثنائي الأسيتيل والأسيتالدهيد أعلى في العينات المعالجة بالأسبيرولينا. كما أدى دمج سبيرولينا إلى زيادة لزوجة المشروب وقوامه. وعلاوة على ذلك، فقد دعم نمو سلالات البادئ ، وحسن قابلية سلالة البروبيوتيك *Lactobacillus paracasei* للبقاء على قيد الحياة. وعكس مشروبات الحليب المتخمر المحتوي على 0.3% من الأسبيرولينا على درجات حسية أعلى، مما يشير إلى أنه يمكن استخدام سبيرولينا بلاتنسيس بنسبة تصل إلى 0.3% لتعزيز جودة ووظائف المشروبات المخمرة.