

الطاقة البديلة في دولة الإمارات العربية المتحدة: إمكانيات إنتاج الوقود الحيوي المستمد من أشجار المانغروف في إمارة رأس الخيمة

ماكسيم مريح، ريتشيل مطر، ميلاد سليمان، جون مارتون، كامل أبو يوسف، رواد حذيفي، ونوشين شفيق

المقدمة

يعد البحث عن الوقود الحيوي مجالاً يحظى بالوقت الحالي باهتمام متزايد من قبل العلماء وصانعي السياسات على حد سواء نظراً لزيادة الطلب العالمي للطاقة من قبل الاقتصاديات النامية بالإضافة إلى الزيادات الأخيرة في تكاليف النفط العالمية. وفقاً للمباحثات الخاصة بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) لعام 2013، من المتوقع أن يصل الطلب المتزايد على الطاقة إلى 37000 طن على مستوى العالم بحلول عام 2035، ومن المحتمل ألا تتمكن احتياطات النفط والغاز وحدها من تلبية هذا الطلب (1).

بالإضافة إلى الكميات المتناقصة من أنواع الوقود الأحفوري هذه، هناك قلق خطير آخر يتمثل في العواقب البيئية لإنتاجها واستخدامها. وتوضح نتائج أبحاث الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ أنه اعتباراً من عام 2011، تجاوزت تركيزات غازات الدفيئة الضارة للغاية، مثل ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز والميثان، مستويات ما قبل الصناعة بحوالي 40% و 20% و 150% على التوالي. وقد ازدادت إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بشكل خاص ومباشر من احتراق الوقود الأحفوري وإنتاج الأسمنت (1). كذلك، تبين أن الاستخدام المستمر للوقود الأحفوري، بسبب حاجة البشرية إلى التكنولوجيا التي تعتمد على الوقود، له تأثير سلبي على التغيرات المناخية، مثل ارتفاع درجات الحرارة في الغلاف الجوي والمحيطات، وتناقص الثلوج والجليد، وارتفاع مستويات المياه في البحار (1). لمعالجة هذه القضايا، اتخذت عدد متزايد من الحكومات والبلدان المعنية تدابير لتخفيض إنتاج الوقود الأحفوري مع زيادة استخدام مصادر الطاقة المتجددة.

في الوقت الحالي، من المعروف أن حوالي 31% من الطاقة العالمية يتم توليدها من مصادر متجددة (2) وتأتي الغالبية العظمى منها من مصادر بيولوجية في شكل وقود حيوي. وتقدم هذه الورقة حجة قوية بأن الوقود الحيوي هو منافس قوي لمصدر الطاقة في دولة الإمارات العربية المتحدة، التي تهدف إلى زيادة إنتاجها من الطاقة النظيفة والمتجددة، مثل الطاقة النووية والطاقة الشمسية وطاقة الرياح ونقل النفايات بنسبة 72% من إجمالي استهلاكها للطاقة بحلول عام 2021 (3). تعد غابات المانغروف، الممتدة على طول آلاف الأمتار المربعة من سواحل الإمارات العربية المتحدة، نظاماً بيئياً فريداً يضم مجموعة متنوعة من الكائنات العضوية الضوئية. وهناك أدلة تؤكد بأن هذا النظام البيئي الفريد بإمكانه أن يصبح مصدر

الملخص التنفيذي

من خلال تحليل الكائنات الحية الدقيقة الوفيرة التي تعيش في بيئة أشجار المانغروف الطبيعية بإمارة رأس الخيمة في دولة الإمارات العربية المتحدة، تناقش ورقة السياسة هذه جدوى مستقبل تستثمر فيه دولة الإمارات في أنواع الوقود الحيوي المستمدة من أشجار المانغروف بدلاً من استخدام طرق الوقود التقليدية لإنتاج واستخدام الطاقة، التي يمكن أن يكون لها آثار سلبية على البيئة والاقتصاد. وتستكشف النجاحات والتحديات خلال كل مرحلة من مراحل ابتكار تكنولوجيا الوقود الحيوي، للسماح لصناع القرار من الاستفادة من التجارب والأخطاء السابقة، لأن ذلك سيمكنهم من إجراء تقييم نقدي للإمكانات المتاحة نتيجة استخدام الوقود الحيوي في التكنولوجيا الحالية وكذلك في المشاريع المستقبلية. وجدت هذه الورقة أنه من الممكن حالياً استخدام أشجار المانغروف الموجودة كمصدر للفطريات لإنتاج الوقود الحيوي، ولكن هناك حاجة إلى المزيد من الاستثمار لدعم الإنتاج على المستوى الصناعي. وتختتم الورقة برفع توصيات السياسة لدعم البحوث المستقبلية، وتنفيذ حلول الطاقة طويلة الأجل التي تخاطب المخاوف البيئية والاقتصادية لدولة الإمارات العربية المتحدة، وتشجع قادة المستقبل والمبدعين على التفكير محلياً من أجل إيجاد حلول للمشاكل العالمية.

حيوي للوقود الحيوي (4)، والإمكانات متزايدة، وذلك لأنها تحتوي على مواد عضوية تعرف باسم الدهون، والتي تعد ضرورية لإنتاج الوقود الحيوي.

يعد استخدام الكائنات الحية الدقيقة مفيداً بشكل خاص عند إنتاج الوقود الحيوي لثلاثة أسباب رئيسية: (1) للميكروبات دورات حياة قصيرة على عكس مصادر الدهون الأخرى، مما يقلل من مدة الوقت اللازم لبلوغها وصولاً إلى مرحلة النضج الكامل، (2) يمكن للميكروبات بسهولة من التكاثر إلى كتل كبيرة خلال فترة زمنية قصيرة للغاية، على عكس مصادر أخرى من الدهون، و (3) تتطلب الميكروبات الحد الأدنى من الرعاية والاهتمام، وبالتالي تحتاج إلى توظيف القليل من الأيدي العاملة والمتابعة.

وتناقش ورقة السياسة هذه الإمكانيات التي تمتلكها الميكروبات لجعل إمارة رأس الخيمة إمارة منتجة للوقود الحيوي. بداية، تقدم لمحة عامة حول الابتكارات المختلفة للوقود الحيوي التي تم إنتاجها، ثم تقوم بتقديم شرح حول التطورات، والنجاحات والتحديات. ثم تقدم الورقة وصف حول الجيل التالي من أبحاث الوقود الحيوي، والتي تستخدم الكائنات الحية الدقيقة لإنتاج الوقود الحيوي، قبل تحديد إمكانات هذا البحث بالنسبة لإمارة رأس الخيمة ودولة الإمارات العربية المتحدة عموماً. وتقوم بتسليط الضوء على النتائج والآثار المترتبة على دراسة حديثة قامت بتحليل المحتوى الفطري لعينات التربة من غابات المانغروف في إمارة رأس الخيمة من أجل تقييم إمكاناتها لإنتاج الوقود الحيوي. وأخيراً، تختتم الورقة برفع مجموعة من توصيات السياسة العامة لدعم البحوث المستقبلية، وتنفيذ حلول الطاقة طويلة الأجل التي تخاطب المخاوف البيئية والاقتصادية لدولة الإمارات العربية المتحدة، وتشجيع قادة المستقبل والمبدعين على التفكير المحلي من أجل معالجة المشاكل العالمية.

الوقود الحيوي: الجيل الأول والثاني والثالث

يشير الوقود الحيوي إلى الوقود المشتق من معالجة الكتلة الحيوية مثل الذبائح والمنتجات الثانوية الأيضية للكائنات الحية ومخلفات النباتات والنفايات المنزلية. وقد استثمرت العديد من الدول بنجاح في إنتاج الوقود الحيوي، حيث تحتل الولايات المتحدة الأمريكية مركز الصدارة بإنتاجها 3.5 مليون طن من النفط المنتج في عام 2016 (انظر الشكل 1). كان هناك ثلاثة أجيال سابقة من إنتاج الوقود الحيوي، والتي لا تزال قيد الاستخدام. ومع ذلك، يعتمد كل جيل على نجاحات وقيود ابتكارات التكرارات السابقة، مما يسمح بالتطورات الحالية للأجيال القادمة من الوقود الحيوي.

أنتج الجيل الأول للوقود الحيوي الإيثانول الحيوي، الذي يعد من أكثر أنواع الوقود الحيوي شهرةً. الإيثانول الحيوي هو كحول مشتق من الذرة وقصب السكر والقمح والنفايات النباتية، ويمكن إنتاجه باستخدام عملية تخمير السكر أو من خلال إجراء تفاعل كيميائي الإيثيلين مع البخار. المصادر الرئيسية للإيثانول الحيوي هي مزارع الذرة وقصب السكر (5).

الإيثانول أو كحول الإيثيل هو سائل عديم اللون، قابل للتخلل، قليل الضرر والسمية، مما يسبب الحد الأدنى من التلوث البيئي إذا انسكب بالخطأ. يطلق الإيثانول ثلث الطاقة التي يولدها البنزين. ومع ذلك، فإنه يحترق بشكل أكثر كفاءة، مما يولد كمية أقل من غاز ثاني

أكسيد الكربون. ويمكن استخدامه مع البنزين من أجل تقليل انبعاثات غازات الدفيئة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري. يمكن استخدام عمليات أخرى، مثل التحول الحفّاز وتقطير الزيوت النباتية، لإنتاج وقود الديزل الحيوي لتشغيل محركات الديزل. ومع ذلك، فإن الجيل الأول من الوقود الحيوي يعاني من عيوب بيئية واقتصادية. إنه يهدد السلسلة الغذائية، ويؤثر سلباً على جودة التربة، ويقلل من توفر المياه للزراعة، ويرفع أسعار المنتجات الزراعية، ويكون أعلى تكلفة لإنتاجه مقارنة بالوقود الأحفوري (6).

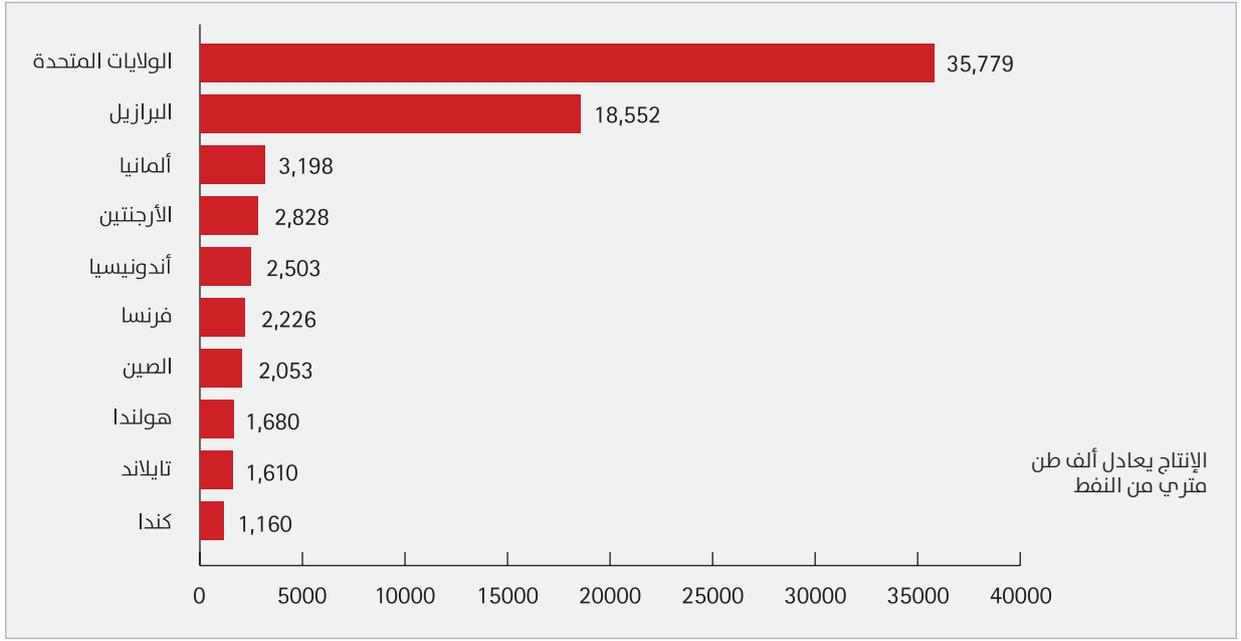
الجيل الثاني من إنتاج الوقود الحيوي أيضاً تضمّن إنتاج الإيثانول الحيوي، ولكن كان التركيز على معالجة الكتلة الحيوية قبل عملية الإنتاج وفصل المادة النباتية الجافة (الكتلة الحيوية اللجينية). تتراوح مصادر الكتلة الحيوية من نفايات الطعام، وبقايا الغابات والرماد، إلى النفايات الصلبة الصناعية (7). الجيل الثاني للوقود الحيوي يتمتع ببعض المزايا، مثل كونه أقل تكلفة لإنتاجه مقارنة بنظرائه من الجيل الأول، وليس له آثار سلبية على الإمدادات الغذائية، ولا يحتاج إلى تربة عالية الجودة.

ومع ذلك، لأن إنتاجها ينطوي على معالجة الكتلة الحيوية، فإنه ينتهي به الأمر إلى أن يكون عملية إنتاجه أكثر تعقيداً مقارنة بإنتاج الجيل الأول من الوقود الحيوي. يمثل تكسير المواد المقاومة في الكتلة الحيوية باستخدام العمليات الميكانيكية والكيميائية الحرارية و / أو الكيميائية الحيوية عبئاً لوجيستياً وتكنولوجياً ومالياً إضافياً على إنتاج الوقود الحيوي (8).

علاوة على ذلك، هناك مخاوف تحيط بمعايير الجودة لتكرير الوقود الحيوي لأنها يمكن أن تقلل من عمر المحرك إن لم يتم تكريره بشكل صحيح.

يُشتق الجيل الثالث من الوقود الحيوي من الكائنات الحية الضوئية الدقيقة السريعة النمو والتي تسمى الطحالب. تعتبر الطحالب مصادر مناسبة للوقود الحيوي بسبب محتواها الدهني العالي وقدرتها الإنتاجية العالية. وتشمل المزايا الأخرى للطحالب، على سبيل المثال لا الحصر، كفاءة التمثيل الضوئي العالية والنمو السريع والقدرة على التكيف مع البيئات المختلفة ومحتوى الكربوهيدرات العالي. إن المعالجة المسبقة مطلوبة، فهي أهمية توازي الكتلة الحيوية للجيل الثاني، وتشمل طرق علاج الطحالب قبل التخمر عمليات مثل التوصيل الميكانيكي والمعالجة الإشعاعية والتفجير البخاري والمعالجة القلوية، من بين أشياء أخرى (9). ومع ذلك، فإن معالجة الكتلة الحيوية للطحالب أقل تكلفة من معالجة المحاصيل في الأجيال السابقة من الوقود الحيوي بسبب المحتوى العالي لرطوبة الطحالب وتركيبها الرقيقة.

بالرغم من وفرة الطحالب والتكاليف المنخفضة نسبياً و المرتبطة بمعالجتها، هناك نكسات تجعل من الصعب تسويق الجيل الثالث من الوقود الحيوي على نطاق واسع. أولاً، تتطلب زراعة الطحالب كميات كبيرة من النيتروجين والفوسفور والمياه. هذا أمر مثير للقلق حيث أن إنتاج الأسمدة للطحالب المتنامية يولّد الغازات الدفيئة التي قد تتجاوز الكميات المخزونة عن طريق استخدام الوقود الحيوي. ثانياً، تجعل تكلفة المعالجة المسبقة والإنزيمات لإنتاج الجيل الثالث من الوقود الحيوي أقل جدوى اقتصادياً مقارنة بمصادر الوقود الأخرى. لا تزال المعالجة المسبقة باهظة الثمن، وتتضمن خطوات



الشكل 1. إحصائيات حول الدول الرائدة في إنتاج الوقود الحيوي في عام 2016

الفطرية لديها سمات خاصة وتتأثر بعوامل خارجية كثيرة بما في ذلك درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، ونسبة الكربون إلى النيتروجين، وتركيز الأكسجين، والإمدادات المعدنية، من بين أشياء أخرى (13). نتائج العديد من البحوث التي أجريت من قبل Amaretti وآخرين، (14، 2010) أثبتت أن درجة الحرارة لها آثار إيجابية على معدل النمو والإنتاجية الحجمية للخمائر (الزيتية) مثل *Rhodotorula glacialis* ، في حين أن تغيير الوسائط التي تزرع فيها الفطريات يمكن أن يزيد من محتوى الأحماض الدهنية الأساسية بنسبة تصل إلى حوالي 68%. وقد أظهرت العديد من الدراسات الأخرى تأثير العوامل البيئية على النمو وتركيب الفطريات الزيتية (الدهنية) (15 ، 16 ، 17) ، مما يجعلها منافساً قوياً كمصدر للوقود الحيوي للجيل التالي.

أشجار المانغروف: الكنز الجديد

الفطريات وفيرة بشكل طبيعي في غابات المانغروف الإماراتية. تعتبر غابات المانغروف نظم بيئية ساحلية تنشأ عن الأشجار والشجيرات التي تنمو في المنطقة الصلبة بين الأرض والرمال المغمورة بمياه المد (18). توجد عادةً في أماكن أخرى في المناطق الاستوائية، وهي تضم مجموعة واسعة من الكائنات التي تتكيف مع البيئة الفريدة لأشجار المانغروف، والتي تستلزم ملوحة عالية وتربة لاهوائية ومد وجزر شديد.

تتواجد أشجار المانغروف الأكثر تنوعاً ووفرة في مصبات الأنهار والبحيرات والمستنقعات ومناطق التكوين الأرضي المثلثي الشكل عند مصب أو نهاية النهر أو البحر أو المحيط والذي يطلق عليه تسمية (مناطق الدلتا)، حيث تتمتع هذه المناطق بمستويات إنتاجية أعلى للكتلة الحيوية مقارنة بالغابات الاستوائية الأخرى (19).

تشارك الفطريات في المراحل النهائية من تحلل المخلفات بما في ذلك فضلات الخشب والأوراق، مما يساعد في العمليات البيئية الحرجة مثل تثبيت النيتروجين وتدوير المحتوى الغذائي. أنها تلعب

يشار إلى الخلية الزيتية المفردة أيضًا باسم محتوى الدهون الميكروبية.

ذات متطلبات عالية الطاقة واستخدام مواد كيميائية باهظة الثمن، والتي تحتاج إلى تقليصها من أجل تقليل التكلفة (01 ، 11). إذا تم استخدام الطحالب كمصدر للوقود الحيوي، فيجب بذل الجهود لتعزيز كفاءة العملية (4).

الجيل التالي للوقود الحيوي

يجري حالياً استكشاف استخدام الكائنات الحية الدقيقة لإنتاج الوقود الحيوي لأنها تقدم عدداً من المزايا والطول القابلة لتطبيق المشاكل التي واجهتها الأجيال الأخرى من إنتاج الوقود الحيوي. كما ذكرنا سابقاً، تعد الدهون أحد المكونات الرئيسية لإنتاج الوقود الحيوي، والكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا والفطريات والطحالب الدقيقة قادرة على إنتاج وتجميع أكثر من 20 - 30% من كتلتها الخلوية كدهون (12). من بين هذه الكائنات الحية الدقيقة، من المعروف أن الفطريات مثل الخمائر والعفن قادرة على تجميع معظم الدهون.

تعد الفطريات من الاختيارات المعقولة لإنتاج الوقود الحيوي لعدة أسباب. أولاً، يمكن أن تنمو الفطريات بسرعة كبيرة ومستدامة، بدعم من مصادر المواد الغذائية المعقولة التكلفة مثل النفايات والمنتجات الثانوية والمواد الخام. لا يتأثر النمو الفطري بالاختلافات الموسمية والمناخية والمكانية بعكس ما عليه الحال مع النباتات والحيوانات. وهناك جانب آخر واعد لاستخدام الفطريات للوقود الحيوي وهو أنه يمكن تعديل كمية الدهون الموجودة في الفطريات، بحيث يمكن تحسين ظروف النمو و / أو طفرة الإنزيمات المشاركة في تخليق الدهون من زيادة كمية الدهون التي يتم الحصول عليها من كل خلية فطرية.

ومع ذلك، بالإضافة إلى كمية الوقود الحيوي المنتج، يحتاج المرء إلى التحقق من مدى ملاءمة زيوت الخلايا الأحادية الفطرية (SCOs) كمادة أولية لإنتاج الوقود الحيوي. تعتمد نوعية الوقود الحيوي للجيل التالي على تركيبة الأحماض الدهنية (أي الأحماض الدهنية غير المشبعة و / أو الأحادية المشبعة ذات الأحجام المختلفة) من المواد الخام الدهنية. إن تركيبة الأحماض الدهنية في الكائنات

الآثار المترتبة على اعتماد إنتاج الوقود الحيوي في دولة الإمارات العربية المتحدة

في ضوء النتائج الواعدة لهذه الدراسة، يعد الوقود الحيوي إختياراً طبيعياً لإنتاج الطاقة واستخدامها في دولة الإمارات العربية المتحدة خلال سعيها للتحول من دولة مستهلكة للطاقة إلى دولة تعتمد استخدام المصادر النظيفة والمتجددة للطاقة. ومع ذلك، من أجل تغيير السياسة، يجب إيلاء الاعتبار لتنفيذ التغييرات بشكل مستدام مع الأخذ بنظر الاعتبار تكاليف تنفيذ هذه التغييرات في المقام الأول. فيما يتعلق بمجال مصادر الطاقة، الوقود الحيوي يعد الخيار السليم وبالوقت ذاته ويحافظ على الموارد الطبيعية الموجودة بالفعل في المجتمعات التي ترغب في استخدامها. بناء على هذا الأساس، يعد الوقود الحيوي أيضاً بديلاً مثالياً لمصادر الوقود التقليدية حيث إنه يمكن أن يوفر حلاً طويل الأجل ويمكن استخدامه أيضاً بتكلفة منخفضة جداً.

من بين الأسباب الأخرى التي تجعل الوقود الحيوي خياراً طبيعياً لدولة الإمارات العربية المتحدة أنه يمكن تكييفها وتطبيقها في محركات قائمة مع تعديل بسيط أو معدوم للعمليات الإنتاجية، مما يقلل من التكاليف المرتفعة المحتملة التي قد تنجم بسبب الاضطراب إلى إنهاء العمليات بالكامل (21). يمكن أيضاً استهلاك الوقود الحيوي وتخزينه بنفس طريقة استهلاك وقود الديزل النفتي، كما أنه ينبعث منها كميات أقل بكثير من غازات الدفيئة مقارنة بما يتم إصداره حالياً من حرق الوقود الأحفوري. الكميات الكبيرة من الانبعاثات الناتجة عن الوقود الأحفوري تسبب العديد من المشاكل الصحية، مثل أمراض الجهاز التنفسي والسرطانات. يطلق الوقود الحيوي مستويات أقل بكثير من السموم في الهواء مقارنة بالوقود الأحفوري العادي (22)، وبالتالي سيكون خياراً أفضل بكثير من الوقود الأحفوري المستخدم حالياً.

توصيات السياسة

بالرغم من النتائج الواعدة التي توصلنا إليها عند دراسة الفطريات في غابات المانغروف في رأس الخيمة بالنسبة لمستقبل الإمارة في مجال الوقود الحيوي، فلا يزال يتعين إجراء المزيد من التحليلات لتحديد جودة وكفاءة الوقود الحيوي المؤمل إنتاجه. ستركز الدراسات المستقبلية التي سيجريها فريق التكنولوجيا الحيوية في الجامعة الأمريكية في رأس الخيمة على طبيعة الأحماض الدهنية للزيوت الفطرية من أجل التحقق من إمكانية استخدامها كمواد وسيطة لإنتاج الطاقة، ومقارنتها مع المصادر الأخرى المتوفرة، وأيضاً دراسة جودة الوقود الحيوي الفطري. التجارب المؤمل إجرائها على هذه الفطريات ستوفر نتائج لا تقدر بثمن حول

دوراً رئيسياً في تزييد نباتات المانغروف بالمحتوى الغذائي والمحافظة على نمو أشجار المانغروف، مما يعني أنها تتواجد بكثافة كبيرة في هذه المناطق.

ينتج تنوع فطريات المانغروف نتيجة لتنوع كل عنصر من مكونات المانغروف، مثل عمر مجموعة غابات المانغروف من المزارع، وخصائص المحيط التي تتواجد فيه (مثل درجة الحرارة والملوحة). وأبرز أنواع الفطريات الموجودة في غابات المانغروف تشمل الباسيديوميستات، والأوميسيتات، والأسكوماستات، والثروستاسترويدات (20). وبالرغم من كونها ثاني أكبر مجموعة من الفطريات البحرية، لم تتم دراسة فطريات المانغروف بشكل كبير للتعرف على محتواها الدهني الميكروبي.

مستقبل الوقود في دولة الإمارات العربية المتحدة: هل يعتبر الوقود الحيوي الخيار المستقبلي الأمثل؟

من أجل فهم إمكانيات أشجار المانغروف في إمارة رأس الخيمة والإمارات العربية المتحدة بشكل أفضل، قام فريق من العلماء وفنيي المختبرات من الجامعة الأمريكية في إمارة رأس الخيمة (AURAK) بجمع عينات من التربة من أشجار المانغروف في الإمارة. قام الفريق بتحليل عينات التربة، وبالتحديد تقييم محتوى الكائنات الفطرية الزيتية التي يمكن استخدامها في إنتاج الوقود الحيوي.²

النتائج

عند فحص الدهون المتواجدة في الفطريات التي تم الحصول عليها من عينات تربة المانغروف في رأس الخيمة، تبين أنه من الممكن جداً استخدامها من أجل إنتاج الوقود الحيوي. وقد أتضح بأن إحدى الفطريات التي تم تحديدها، وهي أ. المبرقشة، كانت بوزن قدره 24.2% للوزن (وزن / وزن)، أي النسبة المئوية من الكتلة من كتلتها الدهنية، بينما التراكمت الأخرى لفطريات من نوع A. nidulans كانت 23.03% (وزن / وزن). أتضح بأن محتويات الدهون التي تمت ملاحظتها هي أكبر من 20%، وبالتالي، أنها تعتبر ضمن المدى المتوسط للفطريات المتملقة (الزيتية). كما تم العثور على نوع ثاني من الفطريات في غابات المانغروف في رأس الخيمة، تحديداً A. terreus، الذي تم الإشارة إليه في دراسات أخرى منفصلة، والتي تتراكم نسبة الدهون فيها إلى ما يصل إلى 51% (وزن / وزن) من كتلتها الخلوية كدهون، إذا تم تحسين تكوينها عن طريق ضبط المحتوى الهيدروجيني الأولي لوسائل تخمير الدهون والفترة الزمنية للزراعة. مما يدل على الإمكانيات الواعدة للكائنات الفطرية قيد الدراسة لإنتاج الوقود الحيوي.

² عند جمع عينات التربة باستخدام معدات معقدة، تم إدخال العينات على خليط سائل يعرف باسم بيئة الزراعة السائلة لتشجيع الكائنات الحية الدقيقة في عينات التربة على التكاثر والنمو. ثم تم نقل الخليط إلى مختبرات التكنولوجيا الحيوية في AURAK، حيث تمت إضافته إلى وسيلة نمو أخرى تسمى الاجسام الجيلاتينية لتخمير الدهون. تم استخدام وسيط النمو هذا لأنه من المعروف أنه يحفز الدهون. بمجرد نمو المستعمرات الفطرية من عينة التربة والمخاطب الجيلاتينية، تم ترشيح كل منها وغسلها بالماء المقطر وتجفيفها بالتجميد باستخدام النيتروجين السائل. ثم تم سحق كتلة خلايا الفطريات المجمدة بالتجميد باستخدام الميثانول من أجل إطلاق محتوى الدهون في الخلايا. بعد ذلك تم إضافة الكلوروفورم إلى خليط الميثانول والفطريات، تمت تصفيته ووضع في جهاز طرد مركزي. تضمنت الخطوة الأخيرة وضع الخليط في المبخر الدوار عند 55 درجة مئوية، والذي فصل أخيراً الدهون الدهنية عن المذيبات (الميثانول والكلوروفورم). بالإضافة إلى ذلك، تم تحليل الفطريات المعزولة من خلال تحديد المورفولوجية، وتقييم محتوى الزيت من خلال تحليل المجهر الضوئي وقياس الوزن النوعي.

بهدف تمكين أعضاء المجتمع

هناك حاجة إلى توعية أفراد المجتمع من أجل توعيتهم حول طرق التخلص من القمامة بطريقة تدعم صناعة الوقود الحيوي المحتملة وتدعم انتقال الإمارات العربية المتحدة إلى استخدام الطاقة النظيفة والمتجددة. يمكن تنظيم حملات وورش عمل عامة لمساعدة أفراد المجتمع على فهم كيفية التخلص من القمامة بشكل انتقائي بطريقة يتم فيها ترك النفايات المنزلية في حاويات النفايات أو صناديق إعادة التدوير قبل جمعها بواسطة جامعي النفايات، لأن ذلك يمكن أن يسهل عملية إعادة التدوير. بالإضافة إلى ذلك، يدعم هذا توصيتنا السابقة لإنتاج الوقود الحيوي من الفطريات عن طريق استبدال وسائط النمو التجاري بوسائط غير مكلفة مشتقة من النفايات العضوية.

المؤلفون

ماكسيم مرحب هو أستاذ مشارك وعميد مشارك في قسم التكنولوجيا الحيوية بالجامعة الأمريكية في رأس الخيمة. أثناء الاستفادة من الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في غابات المانغروف المتواجدة حول إمارة رأس الخيمة، فإن إنتاج الوقود الحيوي قد يتطلب زراعة الفطريات بكميات كبيرة في وسائط أخرى. **ريتشيل مطر** هي أستاذة مشاركة ورئيسة قسم التكنولوجيا الحيوية بالجامعة الأمريكية في رأس الخيمة.

ميلاد سليمان هو طالب دكتوراه في قسم الكيمياء والكيمياء الحيوية بجامعة تكساس في أرلينغتون، الولايات المتحدة الأمريكية.

جون مارتون هو محاضر في مختبر التكنولوجيا الحيوية في قسم التكنولوجيا الحيوية بالجامعة الأمريكية في رأس الخيمة.

كامل أبو يوسف هو باحث مساعد وطالب في قسم التكنولوجيا الحيوية بالجامعة الأمريكية في رأس الخيمة.

رواد حذيفي أستاذ مساعد في قسم التكنولوجيا الحيوية بالجامعة الأمريكية في رأس الخيمة.

نوشين شفيق محاضرة في اللغة الإنجليزية في قسم اللغات والأدب بالجامعة الأمريكية في رأس الخيمة.

شكر وتقدير

نود أن نعرب عن خالص تقديركمنا وشكرنا للأستاذ حسن حمدان العلكيم، رئيس الجامعة الأمريكية في رأس الخيمة، على تشجيعه ودعمه المستمر للبحوث العلمية. كما نتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى مؤسسة الشيخ سعود بن صقر القاسمي لبحوث السياسة العامة على دعمها المتواصل لنا وتقديمها منحة دولية مهمة وتنافسية للغاية. كما نود أن نتقدم بالشكر والامتنان لكلية البحوث والدراسات العليا في الجامعة الأمريكية في رأس الخيمة، لدعمها مشروعنا بمنحة أولية. بالإضافة إلى ذلك، نود أن نشكر عميد كلية الفنون والعلوم، د. مصطفى مرابط، على مناقشاتنا المفيدة والمثمرة للغاية.

تحلل إنزيمات اللجنين، والتحليل الأحيائي والتطبيقات الصناعية الأخرى لميكروبات المنغروف.

بالإضافة إلى ذلك، يجب بذل الجهود لتقليل التكلفة الإجمالية لإنتاج الوقود الحيوي من الفطريات. أكبر عنصر تكلفة لهذه العملية هو وسائط نمو الفطريات، وهي مادة مطورة خصيصاً توفر العناصر الغذائية اللازمة لنمو كل كائن حي دقيق. يمكن التغلب على ذلك عن طريق استبدال وسائط النمو التجاري بوسائل غير مكلفة مستمدة من أنواع مختلفة من النفايات العضوية. بعض الركائز العضوية التي أثبتت أنها تدعم النمو الميكروبي لإنتاج الدهون تشمل، على سبيل المثال لا الحصر، سائل نفايات الذرة، وخلص قشر البرتقال ومياه صرف البلدية، ونفايات الدبس المصنع، والبول، ونفايات قش الأرز، ونفايات الأسمدة الزراعية والمنتجات الصناعية (23 ، 24).

من أجل تسهيل انتقال دولة الإمارات العربية المتحدة إلى استخدام الطاقة النظيفة والمتجددة من خلال استخدام مواردها الطبيعية في شكل إنتاج الوقود الحيوي، نوصي بالتالي بما يلي:

التوصيات الخاصة بمنتجي الوقود الحيوي

أثناء الاستفادة من الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في غابات المانغروف المتواجدة حول إمارة رأس الخيمة، فإن إنتاج الوقود الحيوي قد يتطلب زراعة الفطريات بكميات كبيرة في وسائط أخرى. تتمثل إحدى الطرق غير المكلفة لزراعة الفطريات، بدلاً من استخدام وسائط النمو التجاري، في الاستفادة من النفايات العضوية. يمكن التعاون مع الجهات المعنية بجمع النفايات والتخلص منها وإعادة تدويرها بهدف الاتفاق على وضع الإجراءات اللازمة لتسهيل نقل الفطريات بطريقة سليمة وصحية من أجل استخدامها لإنتاج الوقود الحيوي.

التوصيات الخاصة بوكالات التمويل

هناك حاجة لمزيد من وكالات التمويل التي تدعم بحوث الطاقة الحيوية. من أجل تشجيع الباحثين وأعضاء هيئة التدريس والطلبة على حد سواء في الجامعات في دولة الإمارات العربية المتحدة على المشاركة في الدراسات التي يمكن أن تطلق احتياطات مصادر الوقود الحيوي في البيئات المحلية، فإن نقص التمويل يعد في كثير من الأحيان حاجزاً يمكن إزالته بسهولة. ويتطلب البحث في مجال الطاقة الحيوية أحدث المختبرات والمعدات ووسائل التخزين للحصول على أفضل النتائج من المواد العضوية.

التوصيات للمعلمين

من أجل خلق جيل واعد من قادة ومبدعي المستقبل، يمكن للمعلمين في دولة الإمارات العربية المتحدة من لعب دور أساسي ومهم من خلال تزويد الطلبة بالمعلومات المهمة التي تزيد من وعيهم حول الإمكانيات التي توفرها الكتل الحيوية من حولهم في توفير الطاقة الحيوية. إن إجراء حملات وورش عمل في المدارس وإقامة مسابقات للأفكار المبتكرة في مجال الطاقة يمكن أن تغرس ثقافة أهمية المحافظة على البيئة وتقدير الموارد الطبيعية في رأس الخيمة. يمكن لهذه الحملات أن تفتح أبواب التعاون بين المبتكرين والمؤسسات مما سيمكن بالتالي من إجراء البحوث المطلوبة.

- Abdul Kader, B. (2016). UAE raises clean energy target to %27 by 2021. *Gulf News*. Retrieved from <https://gulfnews.com/news/uae/environment/uae-raises-clean-energy-target-to-27-by1.1917569-2021->
- Amaretti, A., Raimondi, S., Sala, M., Roncaglia, L., De Lucia, M., Leonardi, A., & Rossi, M. (2010). Single cell oils of the cold-adapted oleaginous yeast *Rhodotorula glacialis* DBVPG 4785. *Microbial cell factories*, 9(73), (1).
- Amin, S. (2009). Review on biofuel oil and gas production processes from microalgae. *Energy Conversion and Management*, 50(1840-1834), (7).
- Brown, D., Hasan, M., Lape-Casillas, M., & Thornton, A. (1990). Effect of temperature and pH on lipid accumulation by *Trichoderma reesei*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 34(339-335), (3).
- De Lacerda, L. D. (2002). *Mangrove ecosystems: function and management*. Springer Science & Business Media.
- Demirbas, A. (2009). Political, economic and environmental impacts of biofuels: a review. *Applied Energy*, 86, S-108S117.
- Dey, P., Mall, N., Chattopadhyay, A., Chakraborty, M., & Maiti, M. (2014). Enhancement of lipid productivity in oleaginous *Colletotrichum* fungus through genetic transformation using the yeast CtDGAT2b gene under model-optimized growth condition. *PLoS one*, 9(11), e111253.
- Gasparatos, A., Stromberg, P., & Takeuchi, K. (2013). Sustainability impacts of first-generation biofuels. *Animal Frontiers*, 3(26-12), (2).
- Ho, D., Ngo, H., & Guo, W. (2014). A mini review on renewable sources for biofuel. *Bioresource technology*, 749-742, 169.
- IEA. (2013) IEA, *International Energy Agency World Energy Outlook 2013*. International Energy Agency IEA/OECD. Paris.
- IPCC. (2013). IPCC, *Intergovernmental panel on climate change, Climate Change 2013*. The Physical Science Basis.
- Khot, M., Kamat, S., Zinjarde, S., Pant, A., Chopade, B., & RaviKumar, A. (2012). Single cell oil of oleaginous fungi from the tropical mangrove wetlands as a potential feedstock for biodiesel. *Microbial Cell Factories*, 11(71), (1).
- Lee, R. A., & Lavoie, J. M. (2013). From first- to third-generation biofuels: Challenges of producing a commodity from a biomass of increasing complexity. *Animal Frontiers*, 3(11-6), (2).
- Li, K., Liu, S., & Liu, X. (2014). An overview of algae bioethanol production. *International Journal of Energy Research*, 38(977-965), (8).
- Perritano, J. (2016) Top 10 Advantages of Biofuels. Retrieved from <https://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/biofuels/-10advantages-of-biofuels.htm>
- Pogaku, R., & Sarbatly, R. H. (2013). *Advances in biofuels*. New York, NY, USA: Spring
- Ratledge, C. (2001). *Microorganisms as sources of polyunsaturated fatty acids. Structured and modified lipids*, 399-351.
- Santamauro, F., Whiffin, F., Scott, R., & Chuck, C. (2014). Low-cost lipid production by an oleaginous yeast cultured in non-sterile conditions using model waste resources. *Biotechnology for biofuels*, 7(34), (1).
- Satyanarayana, T., & Johri, B. N. (2005). *Microbial diversity: current perspectives and potential applications*. IK International Pvt Ltd.
- SGBioFuels, (6). (2016) Reasons Why We Need Biofuels. Retrieved from www.sgbiofuels.com/-6reasons-why-we-need-biofuels/
- Sims, R., Mabee, W., Saddler, J., & Taylor M. (2010). An overview of second generation biofuel technologies. *Bioresource technology*, 101(1580-1570), (6).
- Spalding, M., Kainuma, M., & Collins, L. (2010). *World Atlas of Mangroves*. Earthscan, London, UK.
- Subhash, G. V., & Mohan, S. V. (2011). Biodiesel production from isolated oleaginous fungi *Aspergillus* sp. using corncob waste liquor as a substrate. *Bioresource technology*, 102(9290-9286), (19).
- Subramaniam, R., Dufreche, S., Zappi, M., & Bajpai, R. (2010). Microbial lipids from renewable resources: production and characterization. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, 37(1287-1271), (12).

تهدف سلسلة أوراق السياسة لدى مؤسسة الشيخ سعود بن صقر القاسمي لبحوث السياسة العامة إلى نشر بحوث أفراد و المؤسسات التي تهتم و تركز على تنمية السياسة العامة في العالم العربي. و تعبر النتائج و استنتاجات عن آراء أصحابها المؤلفين و تعتبر كمرجع لمؤسسة الشيخ سعود بن صقر القاسمي لبحوث السياسة العامة.

مؤسسة الشيخ سعود بن صقر القاسمي لبحوث السياسة العامة

تطوير البحوث، ودعم العقول

تقع مؤسسة الشيخ سعود بن صقر القاسمي لبحوث السياسة العامة في رأس الخيمة وهي مؤسسة غير ربحية تأسست في عام 2009 تحت رعاية صاحب السمو الشيخ سعود بن صقر القاسمي، حاكم إمارة رأس الخيمة. وللمؤسسة ثلاث وظائف رئيسية:

- إعلام صانعي السياسات عن طريق إجراء وتكليف البحوث ذات الجودة العالية،
- إثراء القطاع العام المحلي، وخاصة التعليم، من خلال تزويد التربويين وموظفي الخدمة المدنية في رأس الخيمة بالأدوات اللازمة لإحداث تأثير إيجابي على مجتمعهم، و
- بناء روح الجماعة والتعاون والرؤية المشتركة من خلال المشاركة الهادفة التي تعزز العلاقات بين الأفراد والمنظمات.

لمعرفة المزيد عن أبحاثنا، والمنح، والأنشطة البرامجية يرجى زيارة موقعنا

www.alqasimifoundation.com

ص.ب : 12050، إمارة رأس الخيمة، الإمارات العربية المتحدة

الهاتف: +971 7 233 8060، فاكس: +971 7 233 8070

البريد الإلكتروني: info@alqasimifoundation.rak.ae

www.alqasimifoundation.com

مؤسسة الشيخ سعود بن صقر القاسمي
لبحوث السياسة العامة

