البلاستيك الحيوي كبديل للبلاستيك التقليدي ..

فاطمة محمد الديب

2021-11-03

وبولي هيدروكسيل كانوتيه(PHA)

البلاستيك الحيوي شائع الاستخدام الاخر وبولي هيدروكسيل كانوتيه PHA (polyhydroxyalkanoates)، هو بوليمر تنتجه البكتيريا بشكل طبيعي وبأنواع مختلفة. يبدأ تصنيع PHA بزراعة البكتيريا لإنتاج حبيبات مادة شبيهة بالبلاستيك. يمكن دمج المادة الوراثية من هذه الحبيبات مع المادة الوراثية للذرة. يمكن أن تتكون هذه الجزيئات من أكثر من 150 نوعًا مختلفًا من المونوميرات، مما يؤدي إلى انتاج مواد متنوعة الخصائص الكيميائية والفيزيائية. والنتيجة هي مجموعة من المحاصيل التي يمكن تحويلها بسهولة إلى مواد بلاستيكية حيوية. وتطبيقاته تتمثل في أغلفة للأطعمة والمشروبات ومنتجات استهلاكية وتطبيقات طبية مثل الخيوط الجراحية وداعمات للعظام .

تجربة صنع البلاستيك الحيوي

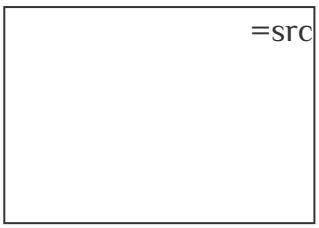
الهدف من التجربة هو تحضير بلاستيك حيوي منزلي الصنع قابل للتحلل ودراسة خصائصه من أجل إيجاد بديل مناسب للبلاستيك القائم على البترول، ومن الخصائص التي نحاول الحصول عليها هي المرونة وقابلية التحلل وإمكانية استخدامه في الحياة اليومية. قررنا صنع البلاستيك الخاص بنا باستخدام مواد متوفرة في المنزل. من أجل تصنيع البلاستيك الحيوي من نشا البطاطس. يتطلب إنتاج البلاستيك؛ مذيب (ماء) وملدّن (جلسرين) وبوليمر (نشا) وحمض (خل).

ماء 60-ml

للماء دور مهم في إنتاج البلاستيك الحيوي. فهو يعمل أولا، كمذيب لإذابة النشا. وثانيًا، يساعد جزيئات النشا على البقاء مرتبطة بعد التسخين.

جلسرين 5-ml

=src



الجلسرين (المعروف أيضا باسم الجليسيرول) هو سائل مرطب ذو لزوجة عالية ويستخدم عادة لترطيب البشرة. يتكون من 3 مجموعات هيدروكسيل، مما يعطيه قابلية الذوبان في الماء. يعمل كملين عن طريق نثر نفسه بين بوليمرات النشا، وبالتالي زيادة مرونة البوليمير النهائي.

نشا البطاطس (عديد السكاري) 10-g

تخزن النباتات النشا في عضيات خاصة تسمى الأميلوبلاست الموجودة في الخلايا على شكل حبيبات لتوفير الطاقة الناتجة عن عملية البناء الضوئي. يشكل الجلوكوز الناتج عن عملية البناء الضوئي روابط لتنمو إلى جزيء ضخم باتباع المعادلة:

- النشا عبارة عن بوليمر من جزيئات الجلوكوز.
- للنشا شكلان أميلوز (غير متفرّع وحلزوني) وأميلوبكتين (متفرّع) .
- نشا البطاطس الذي استخدمناه يحتوي على 70% أميلوبكتين و30% أميلوز.

src=

خل 5-ml

الخل، (ذو تركيز 6%) يحرر أيونات الأسيتات وأيونات الهيدروجين في المحلول. وهذا مطلوب لإنتاج بوليمير البلاستيك الحيوي، لأن الأيونات تتفاعل مع بوليمرات

src=

src=

النشا وتجعلها أكثر اضطرابًا في المحلول. هذا الاضطراب الناتج يجعل المزيج أكثر تجانسا. عن طريق قطع أفرع جزيئات الأميلوبكتين لتتحول الى جزيئات

اميلوز لتحسين قوام البلاستيك. يمكن إضافة مواد مجملة للخليط قبل تسخينه من زيوت عطرية لتطغى على رائحة الخل أو ملونات طعام سائلة. لن تؤثر هذه الإضافات على قوام المنتج النهائي حيث أن النشا (البوليمير الرئيسي لدينا) لا يتحلل إلا في السوائل القطبية. و الزيوت العطرية غير قطبية وبهذا فإن إمكانية ذوبان البوليمير فيها ليست واردة .

src=

قبل التسخين، تتحد جزيئات النشا والماء فيزيائيًا في خليط سائل غير متجانس، لكن لا تلتصق بشكل دائم نظراً لارتفاع كتلة الجزيئات. يتسبب التسخين في تكسير الروابط الهيدروجينية بين جزيئات النشا، وتكشف المواقع التي يرتبط فيها الهيدروجين بالماء، مما يذيب حبيبات النشا ويجعل الخليط الكثر تجانسا عبر تكوين معلق غرواني. وهكذا تبدأ سلاسل البوليمرات بتشكيل روابط بين السلاسل، مما يؤدي إلى تكون جزيء بوليمير واحد كبير. فيتخذ النشا شكلاً أكثر مرونة (جيلاتين). وتسمى عملية تكون قوام هلامي لزج من البوليمرات بعملية الجلتنة وفي تجربتنا بدأت عملية الجلتنة عند 60°.

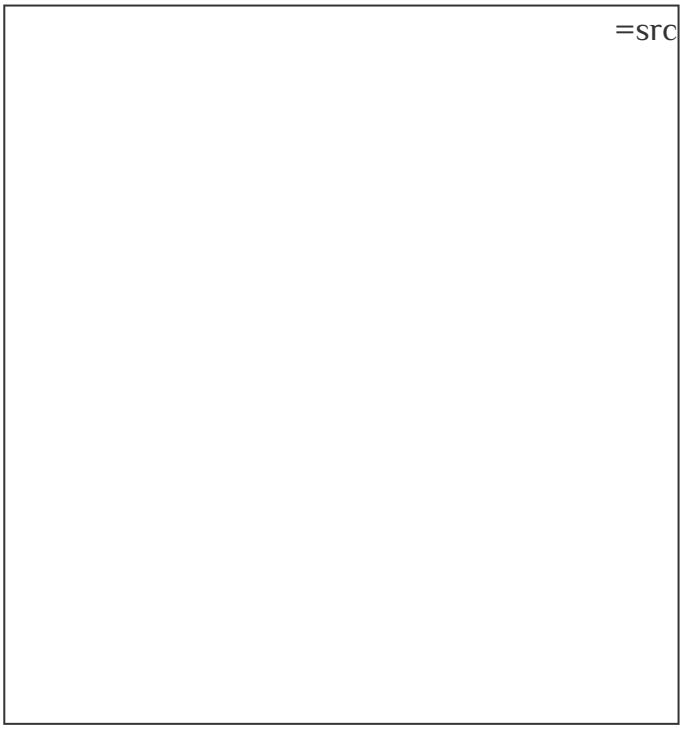
=src

وبعد الوصول للقوام الجيلاتيني المطلوب يمكننا سكب المزيج أو وضعه في قوالب (بعد دهنها بالزيت لمنع التصاقه بالخليط) وتركه ليجف ليجهز عندنا المنتج النهائي من البلاستيك الحيوي. بشكل عام، يمكننا القول إن البلاستيك الناتج لدينا يلبي توقعاتنا، فقوامه قوي ومتماسك ومرن وبإمكاننا تشكيله وثنية .

=src

تحلل البلاستيك الحيوي

قابلية التحلل البيولوجي/الحيوي



وفقًا للجمعية الأمريكية للاختبار والمواد(ASTM) ، فإن المواد القابلة للتحلل هي أي شيء يخضع للتحلل والتفكك الناتج عن عمل الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا والفطريات والطحالب. أي قابلية للمادة العضوية للتحلل إلى مواد أبسط. وعادة ما يكون أي منتج نباتي أو حيواني قابل للتحلل البيولوجي .

قابلية التسميد

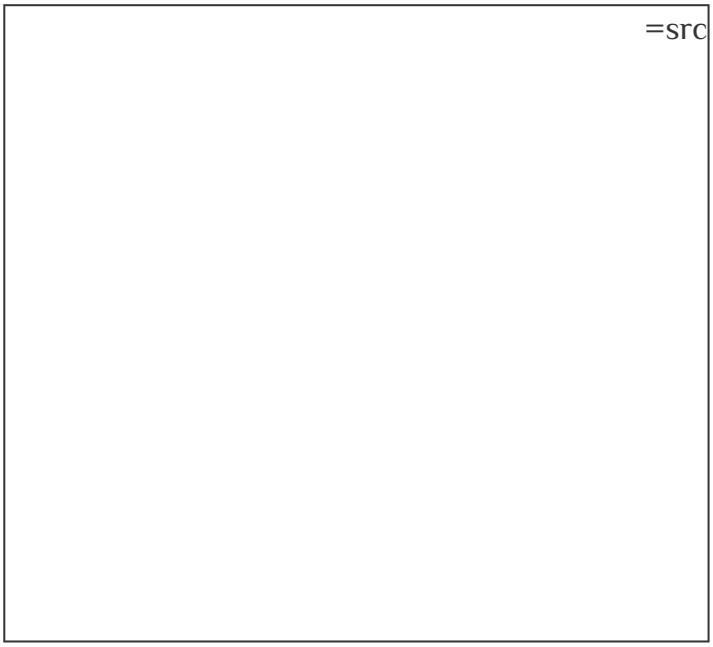
التسميد هو انقسام المنتج إلى عناصر طبيعية في بيئة السماد، بطريقة لا تسبب أي ضرر بيئي. تُعرِّف ASTM قابلية التسميد بأنه قابلية التحلل من خلال عمليات حيوية لإنتاج مركبات عضوية.

المنتجات القابلة للتسميد قابلة للتحلل، ولكن مع فائدة إضافية، فعندما تتحلل المواد القابلة للتسميد، فإنها تطلق مغذيات قيمة في التربة أو ما يسمى بالدبال، وهو مليء بالعناصر الغذائية والمعادن ومفيد للزراعة ويزيد من خصوبة التربة. أما التحلل الحيوي هو طريقة طبيعية لإعادة تدوير النفايات، أو تحطيم المواد العضوية إلى مواد غذائية يمكن استخدامها من قبل الكائنات الحية الأخرى. فكلمة " تحلل " تعني تكسير وتحطيم، و"الحيوي" يقصد بها أن هذا التكسير يحدث من خلال تجمعات من البكتيريا والفطريات والحشرات والديدان أي الكائنات التي تتغذى على المواد الميتة وإعادة تدويرها إلى أشكال جديدة، وفي العادة يستغرق التسميد وقتا أقصر من التحلل الحيوي .

ليست كل المواد البلاستيكية الحيوية قابلة للتحلل بنفسها فتظل في هذه الحالة عبئا على البيئة المحيطة، وليست كل المواد البلاستيكية القابلة للتحلل تسمى بالبلاستيك حيوي لتكونها من مواد غير عضوية وفي نفس الوقت تكون قابلة للتحلل بفعل الحرارة وعوامل أخرى. كل من هيكل وتكوين البوليمر

الحيوي هما عامل في عملية التحلل الحيوي، وبالتالي قد يؤدي تطوير التركيب والهيكل إلى زيادة قابلية التحلل الحيوي. وحتى المواد البلاستيكية القابلة للتحلل الحيوي قد لا تتحلل بيولوجيًا في أي بيئة، فعملية التحلل تعتمد على توفر عدة عوامل .

تحليل البلاستيك الحيوي منزلي الصنع



لتحليل البلاستيك الحيوي الذي قمنا بصنعه يمكننا وضعه في الماء، وسنجد أن البوليمير قد بدأ بالذوبان والتحلل، نظرًا أن البوليمرات أضعف من بوليميرات البلاستيك الحيوي التجاري، فإنها تتحلل بسهولة في الماء (في غضون بضعة أيام). ولتسريع عمليه التحلل يمكننا إضافة انزيم الأميلوز وهو انزيم يوجد في اللعاب البشري وهو مسؤول عن هضم النشويات عن طريق كسر الروابط بين جزيئات الجلكوز. تتطلب عملية كسر الرابطة الواحدة بين مونوميرين امتصاص لجزيء ماء وتسمى هذه العملية بالحلمأة أو بالتحلل المائي .

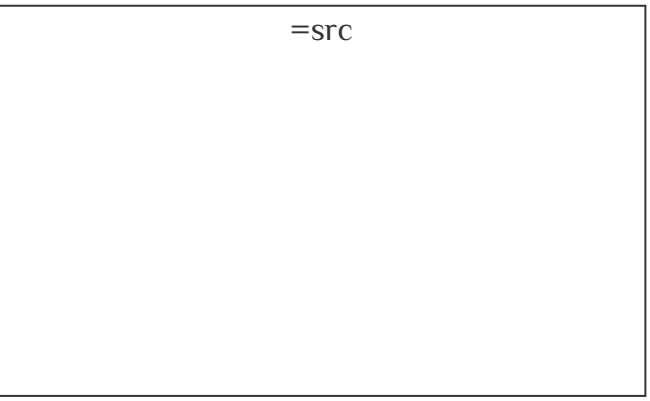
تحلل البلاستيك الحيوي التجاري

يحتاج البلاستيك الحيوي التجاري إلى حرارة وميكروبات ووقت أطول من البلاستيك الحيوي المعد منزليا للتحلل البيولوجي. فبعد كل شيء، من سيشتري زجاجة تذوب في الماء؟

عدد من البلاستيك الحيوي، بما في ذلكPLA ، "قابل للتحلل"؛ أعطها ما يكفي من الحرارة والرطوبة والميكروبات والبكتيريا الجائعة وضعها في ظل ظروف بيئية مناسبة، وستجد أن البلاستيك قد تتحلل إلى ثاني أكسيد الكربون والماء ومواد عضوية أخرى في غضون أسابيع.

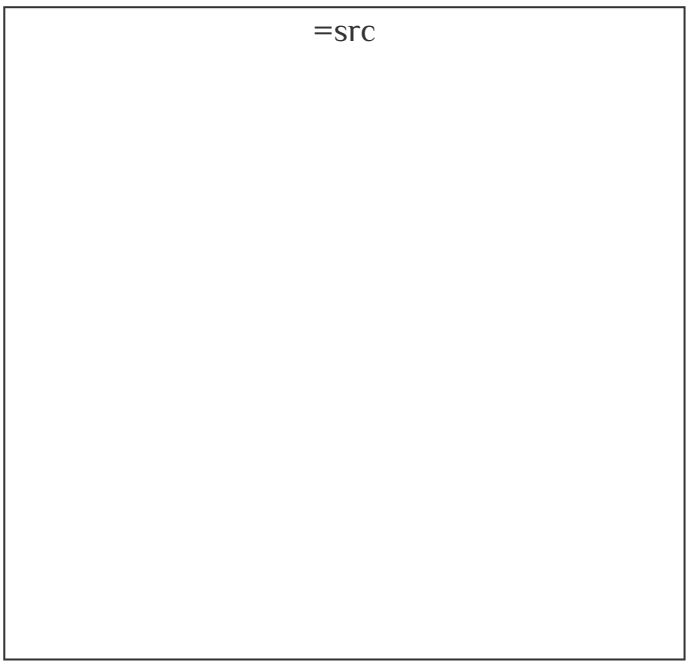
تتحلل منتجات PHA بسهولة أيضا في مقالب القمامة أو في المصانع المنتجة للسماد. توجد قابلية للتحلل للبلاستيك الحيوي في ظل ظروف بيئية مختلفة بما في ذلك في التربة والبيئات المائية والأسمدة، مما يجعل البلاستيك الحيوي أكثر قبولا من البلاستيك التقليدي. التربة والسماد العضوي كظروف

بيئية يعدان أكثر كفاءة للتحلل البيولوجي بسبب تنوعهما الميكروبي الكبير. لا يؤدي التسميد إلى التحلل الحيوي للبلاستيك الحيوي بكفاءة فحسب، بل إنه يقلل أيضًا بشكل كبير من انبعاث غازات الاحتباس الحراري .



قابلية PLA للتحلل الحيوي والتسميد لا تعني أن أي بيئة محيطة يمكنها التعامل معه بسهولة. ففي حالة عدم توفر بيئة محفزة للتحلل. فللتحلل الحيوي، قد يحتاج PLA إلى ظروف تحلل صناعية، والتي تتوفر في مرافق إعادة التدوير، تتضمن هذه الظروف درجات حرارة أعلى من 58 درجة مئوية وتوفر بيئة رطبة. فيصبح تسميد البلاستيك الحيوي معتمدا على وجود مرافق التسميد الصناعي اللازمة لتحطيم البلاستيك الحيوي، بالتالي فمعضلة مكبات النفايات لا مفر منها، في وقت مدن قليلة فقط هي التي لديها مرافق تسميد صناعي.

تقدم إعادة التدوير بديلاً، لكنها ليست سهلة للغاية. يوضح روبرت ريد، مدير العلاقات العامة لشركة Sunset Scavenger Company وهي شركة تعيد تدوير نفايات مدينة سان فرانسيسكو وتحولها إلى سماد، أن موظفي شركته يزيلون أي شيء لا يبدو عليه أنه ينتمي إلى بقايا الطعام القابلة للتسميد. قائلا: "ما لم يتم وضع علامة واضحة عليه، سيكون من المستحيل على عمال الفرز أن يعرفوا أنه كوب قابل للتسميد". فلن تتماسك المنتجات المصنوعة من البلاستيك المعاد تدويره إلا إذا كانت مصنوعة من نفس النوع من بلاستيك. نظرًا لأن أنواع البلاستيك المختلفة لها نقاط انصهار مختلفة، فإن إعادة تدوير خليط من البلاستيك غير ممكن .



ينتهي الحال بمعظم المواد البلاستيكية القابلة للتسميد في مكبات النفايات، مثل أنواع البلاستيك الأخرى، بدلاً من تحويلها إلى سماد. تظل بعض المواد البلاستيكية الحيوية سليمة، مدفونة في بيئة خالية من الأكسجين في مقالب القمامة. وتحلل

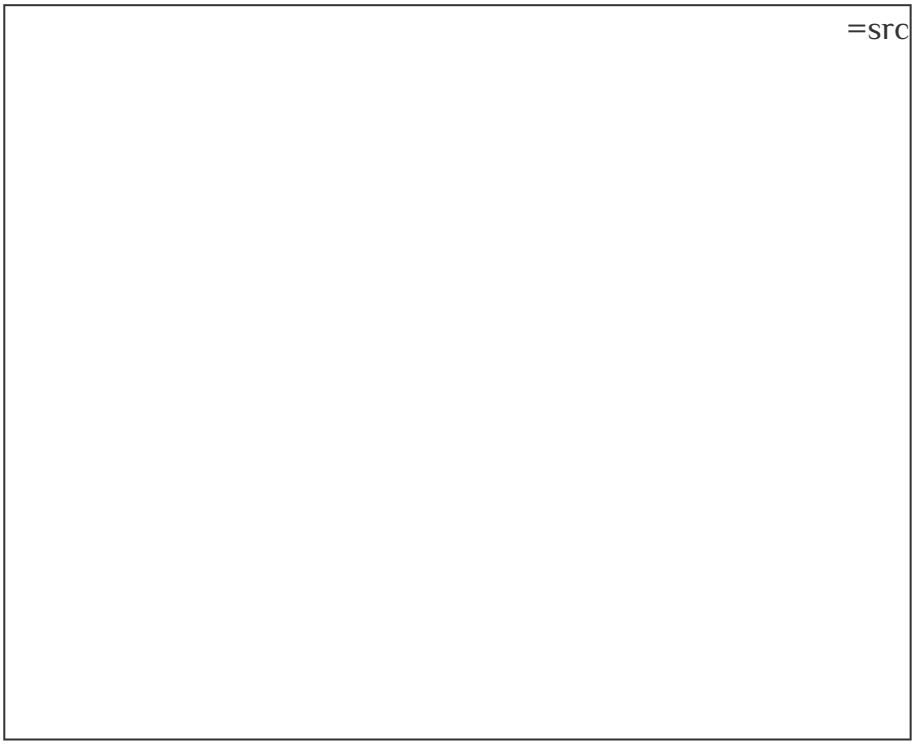
البلاستيك الحيوي بهذه الطريقة على مدار العديد من السنوات هو ما يقلق العلماء. بسبب إنتاج غاز الميثان (CH4)، وهو غاز دفيئ بتأثير أشد 20 مرة من تأثير ثاني أكسيد الكربون .

في مكبات النفايات، يتحلل PLA وفقًا للتفاعل التالي:

=src

يقول ريتشارد وول، مهندس كيميائي في جامعة ديلاوير في نيوارك: "يعود غازان ثاني أكسيد الكربون والميثان إلى الغلاف الجوي. لذا، يبدو أن تحليل البلاستيك الحيوي هو حل مضلل ".

السوق الحالي والمستقبلي للبلاستيك الحيوي



يغطي البلاستيك الحيوي ما يقارب 1% من الطلب العالمي على البلاستيك وفقًا لاتحاد البلاستيك الحيوي الأوروبي، فلماذا لا يزال سوق البلاستيك الحيوي ضئيلا؟ هل يعد سعر البلاستيك الحيوي عائقا عند التنافس مع البلاستيك التقليدي في السوق؟ وما هي نُهُج التي يمكن تبنيها لخفض تكلفة البلاستيك الحيوي؟

على الصعيد العالمي، تم إنتاج أكثر من 2 مليون طن من البلاستيك الحيوي في عام 2019. وتعتبر هذه الصناعة من أسرع القطاعات نموًا، مع توقع

20-30% نمو سنوي، مما سيوفر العديد من فرص العمل. بعض المواد العضوية التي تستخدم لإنتاج البلاستيك الحيوي أغلى بضعفين إلى 10 أضعاف في الإنتاج من المواد المماثلة في البينية غير القابلة للتحلل الحيوي. كما أن انتاج البلاستيك الحيوي باهظ الثمن نسبيًا، بسبب العملية المعقدة لتحويل الذرة أو قصب السكر إلى حمض اللاكتيك. ومع ذلك، فإن المواد غير القابلة للتحلل لها تكاليفها المخفية. فقد تكون الأكياس البلاستيكية التقليدية أرخص من الأكياس القابلة للتحلل، ولكن عندما تضع في الحسبان التكلفة النهائية لمعالجة المواد الكيميائية السامة التي تطلقها في مقالب القمامة، فإن الأكياس القابلة للتحلل هي الخيار الأكثر جاذبية .

ومع زيادة الطلب على المواد البلاستيكية الحيوية، ستنخفض الأسعار حتى تصبح قابلة للمقارنة مع منافسيها غير الصديقين للبيئة. كما أن أسعار البلاستيك الحيوي في انخفاض مع قيام الباحثين والشركات بتطوير استراتيجيات أكثر كفاءة وصديقة للبيئة لإنتاج البلاستيك الحيوي. هذه العوامل بالإضافة إلى زيادة أسعار النفط وقرب نفاده والوعي البيئي المتزايد عند الشباب، قد تنمي سوق البلاستيك الحيوي في المستقبل القريب.

البلاستيك الحيوي في المستقبل

يوجد حيز كبير لتطور صناعة البلاستيكات الحيوية. فبالنسبة لـ PLA توجد بعض الخصائص التي يعمل على تطويرها العلماء. فمونومير اللاكتيد هو مادة ملدنة ممتازة لـ PLA ولكنه يميل إلى الانتقال إلى سطح .PLA مما يؤثر سلبيا على معاملا الشد والثني. توجد كيمياويات حيوية لها القدرة على حل هذه المشكلة عن طريق صنع روابط كيميائية أقوى لتزيد معدل تماسك البوليمير ولكن إضافتها ستضعف قابلية PLA للتسميد. أظهر أيضا خلط PLA مع PHA تحسنًا كبيرًا في متانة البلاستيك مع انخفاض طفيف في قوة وتماسك البوليمير وهذه الطريقة لا تمس بالمحتوى الحيوي وقابلية التسميد لـPLA، وقد يتم تطبيق هذا الابتكار في المستقبل. بالإضافة إلى طرق حديثة الاكتشاف، مثل البلمرة باستخدام إشعاع الميكروويف وكيمياء الموجات فوق الصوتية، يمكن أن تؤدي إلى إنتاج أسرع وأرخص لـ PLA.

في حين أن 0.01 % فقط من الأراضي الصالحة للزراعة تستخدم حاليًا لزراعة المواد الخام المستخدمة في صناعة البلاستيك الحيوي، فإن استبدال جميع البلاستيك التقليدي بالبلاستيك الحيوي سيتطلب استخدام 7 % من الأراضي الصالحة للزراعة على مستوى العالم. جادل المعارضون بأن زراعة محاصيل البلاستيك الحيوي، التي تتطلب زراعة مكثفة للغاية بما في ذلك استخدام الأسمدة والمبيدات الحشرية واستخدام المياه بكثافة وتعديل بعض النباتات جينيا لتتوافق مع بنية البلاستيك الحيوي، يضر أكثر مما ينفع وقد يكون هذا صحيحا على المدى القصير فكل ما سنراه من آثار للأعوام الأولى القليلة هو

نفقات الأبحاث و للمرافق ولكن على المدى الطويل بعد ظهور التغيرات البيئية الإيجابية و التغيرات الملحوظة في الصحة و الأمراض و استقرار الحياه سواء في المحيطات أو في البراري سيكون من اليقين أن آثار البلاستيك الحيوي الإيجابية تفوق خسائره المالية بأشواط .

الخاتمة

في جميع مجالات الحياة فاقت مميزات البلاستيك الحيوي وتبعات انتاجه تلك الخاصة بالبلاستيك التقليدي؛ البلاستيك الحيوي يعتبر بديلا مثاليا للبلاستيك التقليدي. وهو حل قد يكون مكلفا فكريا وماديا في بداية انتشاره ولكن مع التوسع في تكنولوجيا البوليمرات الحيوية وتطويرها وانتشار مرافق إعادة التدوير والتشكيل وتجنب عواقب استخدام البلاستيك التقليدي سنكون قد دفعنا ثمنا قليلا في مقابل الحفاظ على الحياة على الأرض لكل وعدم زيادة الأضرار البيئية التي نعاني منها بسبب الإهمال البيئي في العقود الماضية .

src=

- للعودة إلى بداية المقال

المصادر والمراجع

1. 7 Things You Didn't Know About Plastic (and Recycling. "7 Things You Didn't Know about Plastic (and Recycling)." National Geographic Society Newsroom, April 4, 2018.
2. "Alternative Plastics." Plastic Pollution Coalition, April 17, 2018.
3. American chemistry council. "The Basics: Polymer Definition and Properties." Americanchemistry.com, 2020.
4. Are bioplastics better for the environment than conventional plastics. "Are Bioplastics Better for the Environment than Conventional Plastics?" Ensia, 2019.
5. "Bioplastics | Food Packaging Forum." Food Packaging Forum. Food Packaging Forum, June 11, 2014.
6. Cho, Renee. "State of the Planet." State of the Planet, December 13, 2017.
7. Client Admin. "Bioplastics." Plastics Industry Association, November 2016.
8. Fridovich-Keil, Judith. "Bioplastic | Definition & Facts | Britannica." In Encyclopædia Britannica, 2021.
9. Gibbens, Sarah. "What You Need to Know about Plant-Based Plastics." Environment. National Geographic, November 15, 2018.
10. Ladapo, Brianna. "Are Biodegradable Materials More Expensive?" Home Guides | SF Gate, 2012.
11. "Polylactic Acid or Polylactide, PLA Plastic, Lactic Acid Polymer Guide." Specialchem.com, 2021.
12. The Dangers of Plastic Pollution. "The Dangers of Plastic Pollution." NRDC, December 16, 2020.
13. Filiciotto, Layla, and Gadi Rothenberg. "Biodegradable Plastics: Standards, Policies, and Impacts." ChemSusChem 14, no. 1 (October 28, 2020): 56–72.
14. "Review of Bioplastics Highlights Costs | Food Packaging Forum." Food Packaging Forum. Food Packaging Forum, February 7, 2019.
15. Lord, Rick, and American Chemistry Council. "Plastics and Sustainability: A Valuation of Environmental Benefits, Costs and Opportunities for Continuous Improvement 1 Plastics and Sustainability." , n.d.
16. "Plastic - the Processing and Fabrication of Plastics | Britannica." In Encyclopædia Britannica, 2021.

17. “Plastics: Innovative Materials. Innovative Design.” Americanchemistry.com, 2020.
18. Rogers, Tony. “Everything You Need to Know about Polylactic Acid (PLA).” Creativemechanisms.com, 2015.
19. Susan. “The Importance of Plastic ... Why Plastic Is Important Aylesbury Granulation Services.” Aylesbury Granulation Services, August 16, 2018.
20. Van Den Oever, Martien, Karin Molenveld, Maarten Van Der Zee, and Harriëtte Bos. “Bio-Based and Biodegradable Plastics -Facts and Figures Focus on Food Packaging in the Netherlands.” , April 2017.
21. Clare Goldsberry, “Oil Prices and the Fate of Bioplastics in the Marketplace,” plasticstoday.com, July 22, 2020,

البريد الإلكتروني: fatemaeldeeb1@gmail.com

يسعدنا أن تشاركونا أرائكم وتعليقاتكم حول هذهِ المقالة عبر التعليقات المباشرة بالأسفل أو عبر وسائل التواصل الإجتماعي الخاصة بالمنظمة

=src =src =src =src