تحت رعاية وزارة البيئة
بجمهورية مصر العربية

المبادرة العربية للتعريف بالهيدروجين الأخضر والمشروعات الخضراء

جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي
KHALIFA INTERNATIONAL AWARD FOR DATE PALM AND AGRICULTURAL INNOVATION

الراعي الذهبي
جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر والابتكار الزراعي

ODS DIGITAL BUSINESS SERVICES

شريك تنظيمي

خلال الفترة من ٠١ يوليو حتى ٣٠ اكتوبر ٢٠٢٤

+202 261 102 99 | 01148686466 | www.ainelbeeah.org | info@ainelbeeah.org | @ainelbeeah

مقدمة عن الغاز الحيوي
(البيوجاز)

م/ محمد سعيد – ٠١٠٠١١٥٣٠٥٣

شريك تنظيمي

تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من ٠١ يوليو حتى ٣٠ أكتوبر ٢٠٢٤

الراعي الذهبي

الكتلة الحيوية

الكتلة الحيوية هي المادة العضوية التي تأتي من الكائنات الحية، مثل النباتات والحيوانات وتُستخدم الكتلة الحيوية كمصدر للطاقة ويتم تحويلها إلى طاقة من خلال عمليات مختلفة مثل الاحتراق المباشر ، التحلل الغازي ، التخمير ، التحليل الكهربائي لتحويل الكتلة الحيوية إلى هيدروجين كوقود.

- تشمل الكتلة الحيوية مجموعة متنوعة من المصادر مثل الأخشاب ، بقايا المحاصيل الزراعية ، مخلفات الحيوانات ، الطحالب ، والنفايات العضوية.

- الطاقة المستمدة من الكتلة الحيوية يمكن أن تكون في شكل حرارة ، كهرباء ، وقود غازي أو سائل.

- تعتبر الكتلة الحيوية مصدر طاقة متجدد وقابل للتجديد مما يعني أنها قد تساعد في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وتقليل الانبعاثات الكربونية كما يمكن أن تساعد في إدارة النفايات العضوية وتحويلها إلى طاقة مفيدة.

ما هو البيوجاز

يتم إنتاجه من تحلل المواد العضوية مثل النفايات الزراعية ، النفايات الحيوانية ، والفضلات العضوية ، في غياب الأكسجين. يُنتج البيوجاز بشكل رئيسي من خلال عملية تُعرف بالتحلل اللاهوائي (أو الهضم اللاهوائي).

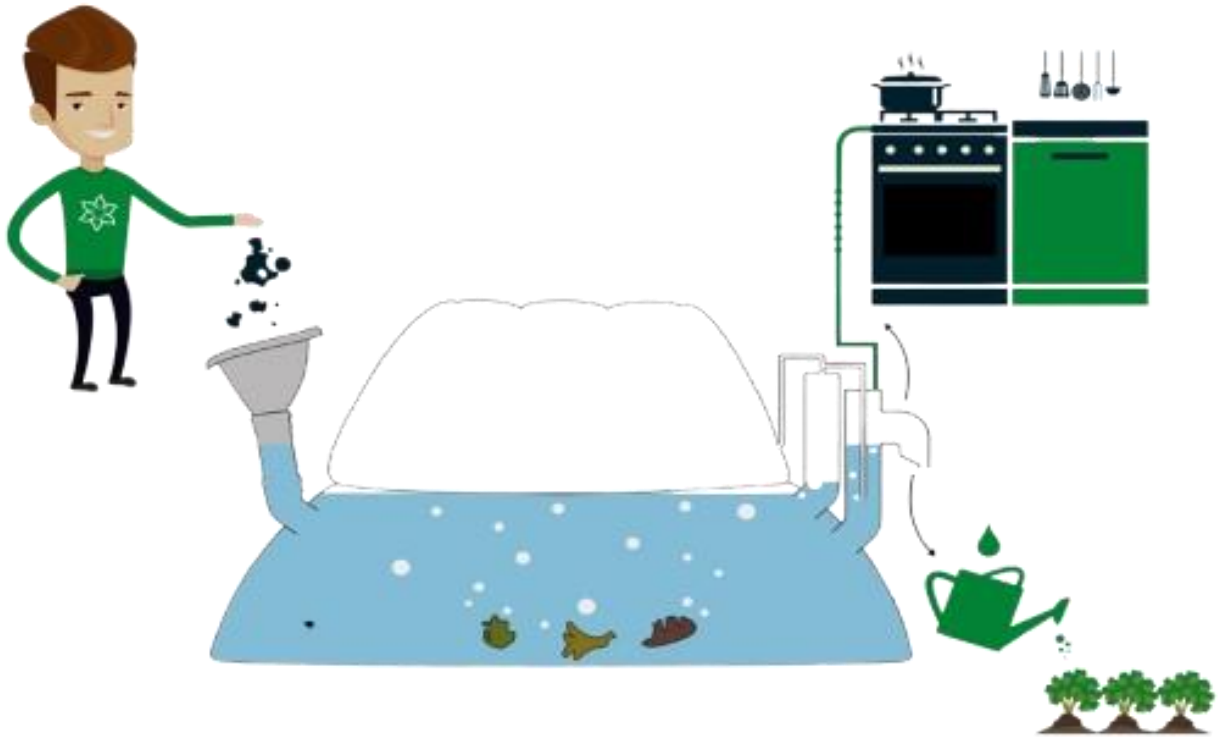
- يتكون البيوجاز أساسًا من غاز الميثان CH_4 والذي يشكل نحو ٥٥ – ٧٠ % ، وثاني أكسيد الكربون CO_2 والذي يشكل حوالي ٢٥ – ٣٥ % ويحتوي أيضًا على كميات صغيرة من كبريتيد الهيدروجين H_2S ومواد أخرى.

- يتم إنتاج البيوجاز في أنظمة مغلقة تُعرف بالهاضمات اللاهوائية أو وحدات البيوجاز. داخل هذه الأنظمة، تقوم البكتيريا اللاهوائية بتفكيك المواد العضوية ، مما ينتج البيوجاز والسماد العضوي كمنتج ثانوي.

- يمكن استخدام البيوجاز كمصدر للطاقة في توليد الكهرباء ، تسخين المياه ، أو كوقود للآلات والمركبات. كما أن البقايا الناتجة من عملية التحلل تُستخدم كسماد عضوي، مما يساعد في تحسين جودة التربة.

تحت رعاية وزارة البيئة بجمهورية مصر العربية

المبادرة العربية للتعريف بالهيدروجين الأخضر والمشروعات الخضراء



تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من ٠١ يوليو حتى ٣٠ أكتوبر ٢٠٢٤

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

+202 261 102 99 01148686466 www.ainelbeeah.org info@ainelbeeah.org @ainelbeeah

سماد البيوجاز

يتخلف بعد إنتاج الغاز سماد عضوي جيد غني في محتواه من المادة العضوية والعناصر السمادية الكبري والصغرى وبالكميات الملائمة للنبات فضلاً عن احتوائه علي الهرمونات النباتية والفيتامينات ومنظمات النمو ويكون خالياً من الميكروبات المرضية واليرقات والبويضات وبذور الحشائش والنيموتادا حيث تهلك تماماً أثناء تخمر المخلفات العضوية مما يجعله سماداً نظيفاً لا يلوث البيئة ولا خطورة من استخدامه في تسميد جميع المحاصيل ويؤدى إلى زيادة إنتاجية الأرض الزراعية (يحتوي على مادة عضوية بنسبة ٥٠ %)

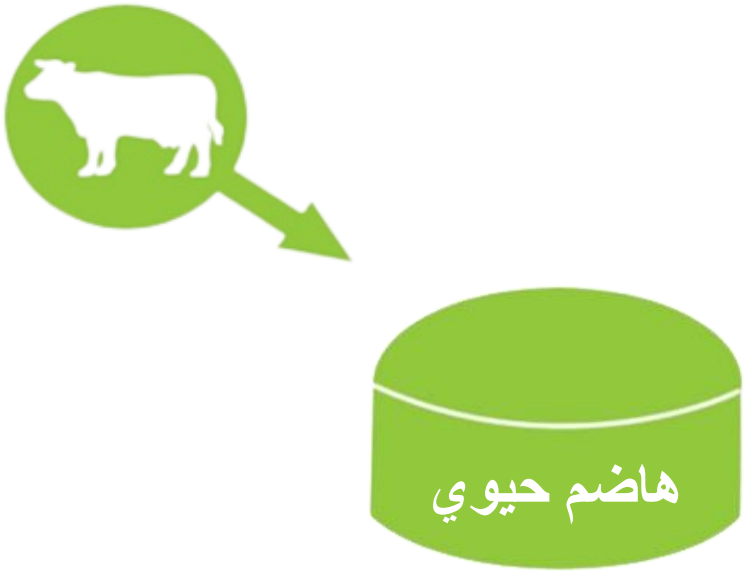
الوضع الحالي

يتبع صغار المزارعين نمطا معينا في معالجة المخلفات العضوية – روث الماشية – عن طريق المعالجة الهوائية لها عن طريق تركها في الهواء الطلق للتخمر مما يسبب العديد من المشاكل

- مشاكل بيئية وصحية
- مشاكل زراعية
- الاحتباس الحرارى

سماد بلدي – يحتوى على بذور حشائش بالإضافة إلى النيموتادا

القيمة المضافة

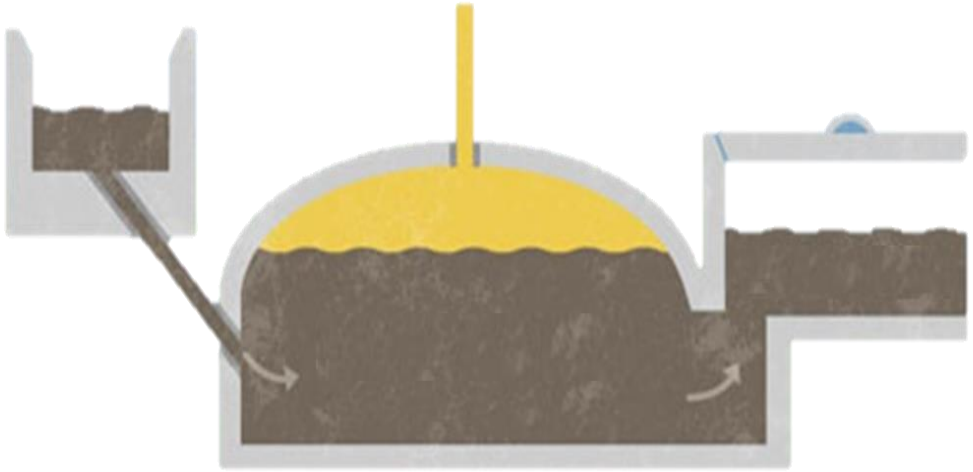


استبدال المعالجة الحالية لمخلفات روث الماشية (معالجة هوائية) بمعالجة لا هوائية لتعظيم الاستفادة من المخلفات عن طريق إنتاج غاز حيوي يستخدم كغاز للطبخ بالإضافة إلى الحصول علي سماد حيوي سائل يزيد من إنتاجية الأرض الزراعية

غاز حيوي – استخدامه كغاز للطبخ بديلاً لأنابيب البوتاجاز والغاز الطبيعي

سماد حيوي سائل – خالي من بذور حشائش والنيموتادا ويحتوي على المادة العضوية ٥٠ % ويحتوى على العناصر السمادية الكبرى/الصغرى

الهاضم



يُعرف عادةً بمحطة البيوجاز. الوظيفة الرئيسية للهاضم هي توفير حالة لاهوائية بداخله. باعتباره حجرة، يجب أن يكون محكم الإغلاق من الهواء والماء. يمكن أن يُصنع من مواد بناء مختلفة وبأشكال وأحجام متنوعة. تشكل عملية بناء هذا الهيكل جزءًا كبيرًا من تكاليف الاستثمار لمحطة البيوجاز.

أنواع الهاضم

- الهاضم الثابت ذو القبة Fixed Dome Digester
- الهاضم ذو الأسطوانة العائمة Floating Drum Digester
- الهاضم ذو خزان الغاز المنفصل Separated Gas Holder Digester

الهاضم الثابت ذو القبة Fixed Dome Digester

يتكون هذا النوع من الهاضم من حجرة ثابتة تحتوي على قبة أو قبة ثابتة في الأعلى.
يتم تجميع البيوجاز الذي يتكون في الجزء العلوي من القبة.

- الهيكل مصمم ليكون ثابتا وعادة ما يكون مبنيًا من الخرسانة أو الطوب.
- لا يتطلب صيانة دورية معقدة.
- يتمتع بقدرة جيدة على الاحتفاظ بالغاز بفضل تصميمه الثابت.
- قد تكون تكاليف البناء الأولية أعلى مقارنة ببعض الأنواع الأخرى.

تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من ٠١ يوليو حتى ٣٠ أكتوبر ٢٠٢٤

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

تحت رعاية وزارة البيئة بجمهورية مصر العربية

المبادرة العربية للتعريف بالهيدروجين الأخضر والمشروعات الخضراء

تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من ٠١ يوليو حتى ٣٠ أكتوبر ٢٠٢٤

شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

+202 261 102 99 01148686466 www.ainelbeeah.org info@ainelbeeah.org @ainelbeeah

الهاضم ذو الأسطوانة العائمة Floating Drum Digester

يحتوي هذا النوع على درام (أسطوانة) عائمة فوق سطح السائل داخل الهاضم. الأسطوانة ترتفع وتنخفض بناءً على كمية الغاز المتكون.

- يوفر وسيلة بسيطة لمراقبة كمية الغاز المتكون، حيث يتناسب ارتفاع الأسطوانة مع كمية الغاز.
- الأسطوانة العائمة قد تتطلب صيانة منتظمة للتأكد من أنها تعمل بكفاءة.

الهاضم ذو خزان الغاز المنفصل Separated Gas Holder Digester

في هذا النوع، يتم فصل الحجرة التي يتم فيها إنتاج الغاز عن حجرة تخزين الغاز. الغاز الذي يتكون يتم نقله إلى حافظة منفصلة لتخزينه.

- يوفر نظامًا منفصلاً لتخزين الغاز مما يسهل التحكم في الضغط وتوزيع الغاز.
- يقلل من احتمال حدوث تسريبات حيث يتم التعامل مع الغاز بشكل مستقل عن عملية التحلل.
- قد يكون التصميم والتشغيل أكثر تعقيدًا مقارنة بالأنواع الأخرى.
- قد تكون تكاليف البناء والصيانة أعلى بسبب الحاجة إلى أنظمة منفصلة.

مدخلات وحدة البيوجاز

يمكن استخدام أي مادة عضوية قابلة للتحلل كركيزة للمعالجة داخل الهاضم الحيوي ومع ذلك لأسباب اقتصادية وفنية تكون بعض المواد أكثر تفضيلًا كمدخلات مقارنةً بغيرها.

يعتبر روث الماشية مدخلاً مثاليا لوحدة البيوجاز.

العوامل التي تؤثر على إنتاج البيوجاز

- نسبة الكربون إلى النيتروجين C/N Ratio
- التخفيف Dilution
- درجة الحرارة Temperature
- زمن بقاء المخلفات HRT - Hydraulic Retention Time
- السمية Toxicity
- الرقم الهيدروجيني pH

نسبة الكربون إلى النيتروجين C/N Ratio

نسبة الكربون إلى النيتروجين في المواد العضوية تؤثر بشكل كبير على عملية التحلل اللاهوائي.

النسبة المثلى عادةً ما تكون بين ٢٠ : ١ – ٣٠ : ١

- إذا كانت نسبة الكربون إلى النيتروجين مرتفعة جدًا، فإن عملية التحلل قد تكون بطيئة بسبب نقص النيتروجين.
- إذا كانت النسبة منخفضة جدًا، فقد يؤدي ذلك إلى زيادة إنتاج الأمونيا السامة التي يمكن أن تثبط النشاط الميكروبي.

التخفيف Dilution

يشير إلى إضافة الماء أو السوائل الأخرى إلى المواد العضوية لتقليل تركيزها.

النسبة المثلى عادةً ما تكون ٨ – ١٠ % مواد صلبة

- التخفيف يساعد على تحسين تدفق المواد داخل الهاضم ويسهل عملية التحلل.
- يجب تجنب التخفيف المفرط لأنه يمكن أن يقلل من تركيز المواد العضوية ويؤثر سلبًا على إنتاج البيوجاز.

درجة الحرارة Temperature

درجة الحرارة تؤثر على نشاط البكتيريا الميكروبية في الهاضم.

النسبة المثلى عادةً ما تتراوح بين ٣٥ – ٥٥ درجة مئوية

- درجات الحرارة المنخفضة يمكن أن تبطئ النشاط الميكروبي
- بينما درجات الحرارة العالية يمكن أن تقتل البكتيريا المفيدة.

زمن بقاء المخلفات HRT - Hydraulic Retention Time

الوقت الذي تقضيه المواد داخل الهاضم.

الوقت المثالي عادةً ما تتراوح بين ٤٠ – ٥٠ يوم

- وقت الاحتفاظ الأطول يسمح بتفاعل أكبر بين المواد العضوية والميكروبات، مما قد يحسن من إنتاج البيوجاز.
- إذا كان الوقت طويلًا جدًا، قد يتسبب في تراكم المواد غير المتحللة بالإضافة إلى زيادة تكلفة الإنشاء

السمية Toxicity

تأثير المواد السامة مثل المعادن الثقيلة أو المركبات الكيميائية على الكائنات الحية الدقيقة في الهاضم.

المواد السامة يمكن أن تثبط النشاط الميكروبي وتقلل من إنتاج البيوجاز.

من المهم مراقبة مستويات السموم وإزالتها إذا لزم الأمر.

الرقم الهيدروجيني pH

قياس الحموضة أو القلوية في وسط الهاضم.

الرقم الهيدروجيني المثالي لعملية التحلل عادةً ما يكون بين ٦.٨ – ٧.٤

قيم pH منخفضة جدًا أو مرتفعة جدًا يمكن أن تؤثر سلبًا على النشاط الميكروبي وتقلل من إنتاج البيوجاز.

مراحل إنتاج البيوجاز

يتم عبر ثلاث مراحل أساسية. المراحل الهامة في عملية التحلل هي:

التحلل المائي Hydrolysis
حيث يتم تحويل المواد العضوية الكبيرة إلى جزيئات أصغر قابلة للتحلل بواسطة الماء والإنزيمات.

التخمر الحمضي Acidification
حيث تتحلل الجزيئات الأصغر إلى أحماض دهنية قصيرة السلسلة، وكحول، وغازات مثل ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين.

التخمر الميثاني Methanization
حيث يتم تحويل الأحماض الدهنية والكحول إلى ميثان وثاني أكسيد الكربون بواسطة ميكروبات ميثانية.

استخدام البيوجاز

الإضاءة
غاز للطبخ
التسخين / التدفئة
توليد الكهرباء

تحليل سماد البيوجاز

	المكـــون	القيمة في حدود	الوحدة	النسبة في المادة الصلبة	Compoment
المكونات العضوية	حمض الهيوميـــك	2.5	كجم / متر مكعب		Humic Acid
	حمض الفلفيـــك	0.3	كجم / متر مكعب		Vilvic acid
	أندول استيـــك	9	جرام / متر مكعب		IAA mg /l
	حمض جبريلـــك	110	جرام / متر مكعب		Gibirilic acid mg /l
	سيتوكينيـــن	21	جرام / متر مكعب		Cytokinin mg /l
	أحماض أمينيـــة	59	جرام / متر مكعب		Amino acids
	المواد الصلبة الكلية	40	كجم / متر مكعب	5.5 %	Total Solids
	المادة العضـــوية	18	كجم / متر مكعب	52%	Organic matter
العناصر الكبرى	النيتروجين الكلـي	2.7	كجم / متر مكعب		N total
	الفوسفور - ذائب	1.2	كجم / متر مكعب		P_2O_5
	البوتاسيوم - ذائب	3.7	كجم / متر مكعب		K_2O
العناصر الصغرى	الكالسيوم	500	جرام / متر مكعب	1.8%	Ca
	الماغنسيوم	150	جرام / متر مكعب	0.5%	Mg
	الحـــديد	80	جرام / متر مكعب	0.27%	Fe
	المنجنيـــز	50	جرام / متر مكعب	0.17%	Mn
	الزنـــك	20	جرام / متر مكعب	0.07%	Zn
	النحـــاس	50	جرام / متر مكعب	0.17%	Cu
	الكبريت - زائب	700	جرام / متر مكعب		S
	البورون	10	جرام / متر مكعب	0.03%	B
	درجة الحموضة	6.5 : 8			PH
	معامل الحموضة	7.33			EC ds /m

	سماد البيوجاز	السماد الكيميائي
المصدر Source	ناتج من تحلل المواد العضوية في الهاضم الحيوي مثل بقايا الطعام، النفايات الزراعية، والنفايات الحيوانية.	يتم تصنيعه من مواد كيميائية صناعية مثل النترات والفوسفات والبوتاسيوم.
التركيب Composition	يحتوي على مواد عضوية، نيتروجين، فوسفور، بوتاسيوم، وعناصر دقيقة.	يحتوي على تركيبات محددة من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، وأحياناً عناصر أخرى.

	سماد البيوجاز	السماد الكيميائي
خصوبة التربة Soil Fertility	يعزز خصوبة التربة بفضل المحتوى العضوي الذي يحسن بنية التربة ويزيد من قدرة الاحتفاظ بالرطوبة	يعزز الخصوبة بتوفير العناصر الغذائية الأساسية، لكن لا يضيف مواد عضوية للتربة
المياه الجوفية Ground Water Pollution	نادرا ما يسبب تلوثا في المياه الجوفية	يمكن أن يسبب تلوث المياه الجوفية إذا تم استخدامه بشكل مفرط مما يؤدي إلى تسرب العناصر الكيميائية

	سماد البيوجاز	السماد الكيميائي
الميكروبات Microorganisms	يحتوي على ميكروبات مفيدة تساهم في تحسين صحة التربة وتعزيز النشاط البيولوجي	لا يحتوي على ميكروبات حية، وقد يؤدي الاستخدام المكثف إلى تقليل نشاط الميكروبات الطبيعية
التصنيع Manufacturing	يتم إنتاجه من خلال عملية التحلل اللاهوائي في الهاضمات الحيوية وهي عملية طبيعية نسبياً	يتم تصنيعه في المصانع باستخدام مواد خام كيميائية، ويتطلب عمليات صناعية متعددة

	سماد البيوجاز	السماد الكيميائي
تلوث الهواء Air Pollution	يقلل من تلوث الهواء حيث يمكن استخدامه كبديل للوقود الأحفوري مما يقلل من انبعاثات غازات الدفيئة	قد يسبب تلوث الهواء إذا تم إطلاق الأمونيا والغازات الأخرى خلال الاستخدام أو التصنيع
الصحة البشرية Human Health	يعتبر أكثر أمانًا عند معالجته بشكل صحيح حيث يحتوي على مواد طبيعية ولا يحتوي على مواد كيميائية ضارة	يمكن أن يكون له تأثيرات صحية سلبية إذا تم التعرض للمواد الكيميائية بكميات كبيرة أو بطرق غير مناسبة

	سماد البيوجاز	السماد الكيميائي
التكلفة Cost	التكلفة أقل على المدى الطويل خاصة في المناطق التي تتوفر فيها المواد العضوية	عادة ما تكون التكلفة أعلى بسبب عمليات التصنيع وتكاليف الشحن
العائد Yield	يحسن العائد من المحاصيل بفضل تحسين جودة التربة وصحة النباتات	قد تحتاج التربة إلى عناصر غذائية إضافية بمرور الوقت

تحويل البيوجاز للهيدروجين الأخضر

تنقية البيوجاز عن طريق إزالة الشوائب مثل ثاني أكسيد الكربون ، كبريتيد الهيدروجين وأي ملوثات أخرى من البيوجاز.

إصلاح الميثان Methane Reforming تحويل الميثان إلى هيدروجين وثاني أكسيد الكربون

إصلاح الميثان بالبخار Steam Methane Reforming - SMR حيث يتم تفاعل الميثان مع بخار الماء عند درجة حرارة عالية تصل إلى ١٠٠٠ درجة مئوية في وجود محفز لتكوين الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون.

إصلاح الميثان بالهواء Partial Oxidation حيث يتم تفاعل الميثان مع الأكسجين عند درجة حرارة عالية

تنقية الهيدروجين Hydrogen Purification فصل الهيدروجين النقي عن ثاني أكسيد الكربون وأي غازات أخرى.

مشروعات تحويل البيوجاز للهيدروجين الأخضر

مشروع Biomethane to Hydrogen في السويد
محطة H2Sulfide في ألمانيا
مشروع HyBi في هولندا
مشروع Energiebalance في النمسا
مركز أبحاث Linde في المملكة المتحدة
مشروع Bio-H2 في أسبانيا
مشروع HyPilot في فرنسا
مشروع Bio2H2 في النرويج

تحت رعاية وزارة البيئة بجمهورية مصر العربية

المبادرة العربية للتعريف بالهيدروجين الأخضر والمشروعات الخضراء

البيوجاز وأهداف التنمية المستدامة

أهداف التنمية المستدامة

ODS DIGITAL BUSINESS SERVICES

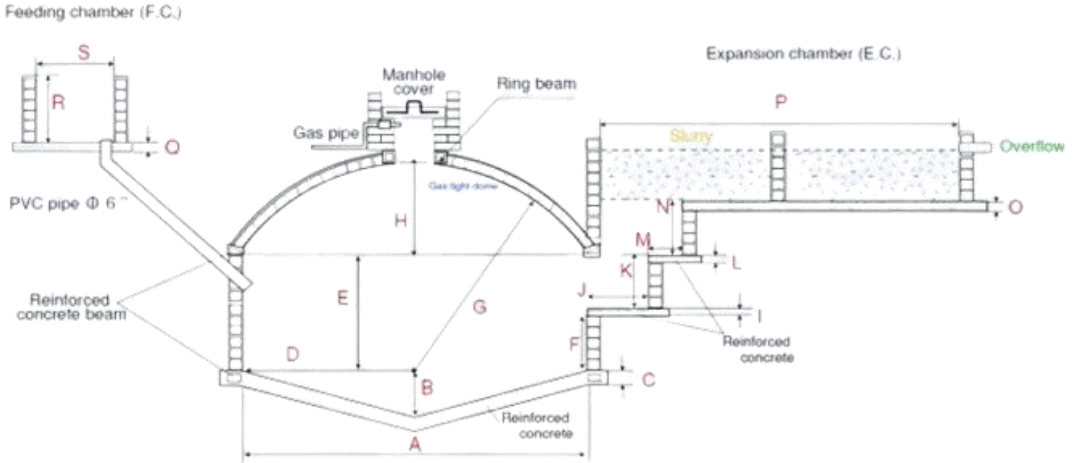
شريك تنظيمي

الراعي الذهبي

تنظمها جمعية عين البيئة بمصر، بالتعاون مع شبكة بيئة أبوظبي بالإمارات، ومؤسسة مستقبل أخضر مستدام باليمن، وشركة (ODS) لخدمات الأعمال الرقمية بمصر، من ٠١ يوليو حتى ٣٠ أكتوبر ٢٠٢٤

+202 261 102 99 | 01148686466 | www.ainelbeeah.org | info@ainelbeeah.org | @ainelbeeah

الخدمات – التصميم الهندسي والتدريب وتنفيذ المشروعات والتشغيل والصيانة



شكراً