

Biogas البايوغاز:

تقنية البايوغاز عملية تعتمد على التخمر اللاهوائي للمخلفات العضوية بواسطة البكتريا وتعطي سماد عضوي غني بالبروتين والنتروجين ولذلك فهي تقنية ملائمة وواحدة و مباشرة لمثلث الطاقة، التنمية، والبيئة.

(Biogas)الغاز الحيوي: هو عبارة عن خليط غازي قابل للاشتعال ينتج عن تخمير أي مواد عضوية حيوانية أو نباتية المصدر بمعزل عن الهواء وذلك بواسطة ميكروبات بكتيرية لاهوائية وهو يتكون من غازي الميثان CH_4 (55-75%) وغاز ثاني أكسيد الكربون (25-45%) - CO_2 ، وقليل من الهيدروجين H والنيتروجين N وأثار من كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وهو غاز لا لون له يشتعل دون أن يتصاعد منه دخان مكونا لهبا ازرق شديد الحرارة، يعتبر أخف من الهواء تبلغ حرارة الاشتعال $700^{\circ}C$ ، والميثان غاز من الصعب إسالته.

استخدامات البايوغاز:

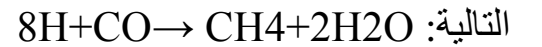
يستخدم الغاز الحيوي في الإنارة المنزلية والتسخين والطبخ وتجفيف الحبوب والتبريد الغازي في الثلجات كما يستخدم في ماكينات الاحتراق الداخلي بديلا للبنزين والديزل، وقد وجدت تكنولوجيا الغاز الحيوي استخداما واسعا في مزارع الألبان وحظائر الدواجن للإنارة والتدفئة وتسخين المياه لنظافة معدات الألبان، بالإضافة لإنتاج البيوغاز كوقود نقي جدا، تستخدم تكنولوجيا الغاز الحيوي لإنتاج سماد عضوي غني بالنيتروجين والمواد الغذائية والفيتامينات يستخدم لزيادة الإنتاج الزراعي لاستخدام تقنيات البيوغاز فوائد أخرى عظيمة صحية واقتصادية واجتماعية فهي تعمل علي إصحاح البيئة وتقلل من التلوث بواسطة بقايا المحاصيل والمخلفات الحيوانية والإنسانية، كما تقلل من تصاعد الدخان الضار والأبخرة الناتجة عن حرق المخلفات كما تعمل علي قتل الميكروبات الممرضة والفيروسات بواسطة عملية التخمر اللاهوائي، فكثير من محطات معالجة مياه المجاري في فرنسا وألمانيا لجأت الي استخدام تكنولوجيا الغاز الحيوي لمعالجة الفضلات وسوائل المجاري بغرض المعالجة البيئية وإنتاج الطاقة،

مزاياء الغاز الحيوي:

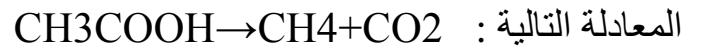
- 1- الحصول على طاقة ثمينة (كهرباء-حرارة) ورخيصة نسبيا تستخدم في أعمال الطهي والإنارة والآلات الزراعية وغيرها.
- 2- تخفيف الحمل على الجو المحيط المثقل أصلا بغاز الميثان والأمونيا وبالتالي حماية البيئة بالتخفيف من ظاهرة لاحتباس الحراري وحدوث التغيرات المناخية عن طريق حرق غاز الميثان CH₄ وتحويله الى غاز الكربون CO₂.
- 3- تحقيق قيمه ربحية إضافية للفلاح من خلال استثمار الغاز والسماذ الناتجين وتأمين حاجته المنزلية.
- 4- بعد تصفية الغاز الناتج وصولا لجودة غاز الميثان الطبيعي يمكن استخدامه كوقود للسيارات ووسائل النقل المختلفة.
- 5- توفير فرص عمل إضافية في مناطق المنشآت الكبيرة لإنتاج الغاز الحيوي.
- 6- إمكانية تحويل الميثان إلى غاز الميثانول.

7- كذلك تشير تحاليل سماذ البيوغاز إلى احتوائه على بعض الفيتامينات ولاسيما فيتامين B 12 حيث إن نمو البكتيريا بالمخمر يتطلب تواجد هذا الفيتامين , كما يحتوي السماذ على منظمات النمو والهرمونات النباتية الطبيعية.

ينتج غاز الميثان من غازي الهيدروجين والكربون بالتخمر اللاهوائي , أي أن تحلل المواد العضوية المركبة من خلال سلسلة تفاعلات الأكسدة والاختزال ينتج عنها CO₂ (و H و حامض الخليك) حسب المعادلة



ان حامض الخليك من خلال انفصال مجموعة الكابوكزيليك ينتج عنه الميثان CO₂ حسب



كذلك فان عملية أكسدة مركب بسيط كالإيثانول الى ميثان و CO₂ تتطلب مساهمة أنواع متعددة من البكتريا بتوفر شروط بيئية مناسبة كالحرارة والرطوبة والحموضة وغيرها.

العوامل المؤثرة علي إنتاج الغاز الحيوي:-

تتأثر عملية إنتاج البيوغاز بعوامل عدة يمكن أن تقسم إلى ثلاثة مجموعات:

- 1• عوامل خاصة بالمخلفات المستخدمة

2- عوامل خاصة بمحلول التخمر

3- عوامل خاصة بتشغيل المخمر

1- نوع وتركيبه المخلفات:-

بما أن عملية إنتاج الغاز الحيوي هي عملية تحلل ميكروبي، نجد أن إنتاج الغاز يعتمد أساسا علي نوعية ومحتويات المواد العضوية في المخلفات التي تدخل في عملية التخمر اللاهوائي والمخلفات المستخدمة تأتي من مصادر كثيرة ومتنوعة، منها ما هو سهل الهضم مثل المخلفات الأدمية وروث الحيوانات وزرق الدواجن وبقايا بعض المحاصيل والمخلفات الناتجة من الصناعات الغذائية، كما توجد بعض المخلفات لها قابلية اقل للتحلل مثل الحطب وبقايا الأشجار وفي العموم لا بد أن تكون المخلفات المستخدمة ذات قابلية عالية للتحلل والتفكك لتنتج كمية كبيرة من الغاز وان تكون ذات محتوى كربوني عالي في شكل السليلوز والسكر البروتين ولا بد أن يحتوي المخلف علي نسبة بسيطة من اللجنين الذي يصعب تفككه بواسطة النشاط البيولوجي. عند استخدام مخلفات غنية بالمواد الكربوهيدراتية غير المتفككة أو مخلفات غنية ينخفض إلى مستوى اقل من 6.5 في PH بمواد كربوهيدراتية سائلة وجد أن معدل الحموضة بداية عملية التخمر، وهذا الانخفاض يسببه المعدل السريع لإنتاج الدهون والأحماض وبطء معدل استخدام البكتريا لهذه الأحماض مما يؤدي إلى قتلها بسبب PH تدني معدل الحموضة. الصفات الطبيعية للمخلفات العضوية وتركيبها تحدد مدى صلاحيتها للهضم اللاهوائي وقدرتها علي إنتاج البيوغاز.

2-درجة الحرارة:-

من المعلوم أن معدل التفاعلات الكيميائية ومعدل تغذية ونمو الأحياء الدقيقة يعتمد علي درجة الحرارة، يزيد هذا المعدل بزيادة درجة الحرارة في المدى المحتمل الضروري لحياة تلك الميكروبات، وتؤثر درجة الحرارة العليا سلبا علي الأنزيمات أثناء عملية التخمر اللاهوائي وتقلل من معدل التغذية وتحدث عملية إنتاج غاز الميثان في مدى واسع من درجات الحرارة تتراوح بين 0-97م°، والبكتريا المنتجة للميثان هي

أكثر أنواع البكتيريا تأثراً بتذبذب درجات الحرارة والأنواع الأخرى من البكتيريا خاصة تلك المنتجة للخلات يمكنها النمو وأداء وظيفتها بكفاءة حتى في درجات حرارة منخفضة وقد صنفت بكتيريا الميثان إلى ثلاثة مجموعات وفقاً لتكيفها مع درجات الحرارة

1- بكتيريا محبة للبرودة Psychrophilic وتعمل في درجات حرارة منخفضة تتراوح - 10 - 25 م° إنتاج الغاز في مثل هذه الظروف من درجات الحرارة ليس شائعاً وكثيراً ما تواجه المخمرات مشكلة بدء العملية حيث يمكن حلها باستخدام بكتيريا من المجموعة الثانية تعمل في درجات حرارة تزيد عن 30 م°.

2- بكتيريا محبة للحرارة المتوسطة Mesophilic وانسب درجة حرارة تعمل فيها (25-37 م°) وتتحمل التذبذب في مدى ± 2 درجة.

3- بكتيريا محبة لدرجات الحرارة العالية Thermophilic وتعمل في درجات حرارة مرتفعة (55-60 م°) وهي شديدة الحساسية للتذبذب في درجات الحرارة.

3 - PH :درجة الحموضة

للمخلفات العضوية في كل مرحلة من مراحل عملية الهضم، PH تتغير درجة الحموضة 6 أو أقل وتكون كمية الـ PH 2 في المرحلة الأولى من عملية تكوين الأحماض يكون الـ 3 أسابيع عندما تتحلل - المتصاعدة أكبر، تزداد درجة الحموضة بمرور الزمن من الأحماض المتطايرة ومركبات النتروجين منتجة الميثان، ولإنتاج كمية ثابتة من الغاز لا بد أن (وذلك نسبة لان الميكروبات تكون في قمة نشاطها) - تكون درجة الحموضة في حدود 7.5 وتتم عملية الهضم اللاهوائي بكفاءة عالية الأحياء الدقيقة تنمو بصورة أفضل في الأوساط المتعادلة 7 وتنمو بكتيريا الميثان في هذا ودرجة الحموضة الزائدة هي من أكثر مشاكل المخمرات و يمكن معالجتها بوسيلتين:

- 1- وقف عملية التغذية للمخمر مؤقتاً حتى تجد بكتيريا الميثان الوقت الكافي لخفض نسبة الأحماض الدهنية.
- 2- إضافة مواد كيميائية قلوية لمعادلة الحموضة مثل هيدروكسيد الكالسيوم ماء الجير و كربونات الصوديوم

تركيز المواد الصلبة الكلية:-

يعتمد إنتاج البيوغاز على تركيز المواد الصلبة الأولية في المخلف ويزداد معدل إنتاج الغاز بزيادة التركيز في محلول التخمر ذلك إلى حد معين، فروث الماشية يخلط بنسبة 1-10% إلا أن كفاءة تحويل المادة العضوية إلى غاز تقل بزيادة تركيز المواد الصلبة في محلول التخمر.

العناصر الغذائية ونسبة الكربون للنروجين:-

هذه النسبة تتعلق بالعناصر الغذائية في المخلفات العضوية وهي نسبة هامة وعامل (P, Fe, Ni, S, C, N) أساسي لنجاح أو فشل عملية التحلل للمواد العضوية فالعناصر الغذائية مهمة جدا للحفاظ علي نشاط البكتريا المشاركة في عملية الهضم اللاهوائي، وللحصول علي إنتاج مرتفع من الغاز الحيوي لا بد من توفير المواد والعناصر الغذائية اللازمة لنشاط البكتريا، وتستهلك البكتريا الكربون بمعدل اعلي ب 30 مرة من النروجين الكربون يمد البكتريا بالطاقة (150وهي القيمة المثلي لإنتاج الغاز .فالقيم (C:N)(1: 5) اللازمة لعملية الهضم أي نسب تقريبية لنسب الكربون إلى النروجين.

إضافة البادئ:-

عند بداية تشغيل وحدات الغاز الحيوي نجد أن البكتيريا تتكاثر في البداية ببطء شديد لذلك نشأت ضرورة إضافة بادئ من مصدر آخر نشط أو من مخمر ناجح، لذلك يستخدم بادئ بحجم 5% من محلول التخمر يؤخذ من وحدة عاملة نشطة أو يجهز في وحدة منفصلة لهذا الغرض أو تؤخذ بقايا الذبيح أو مخلفات مياه الصرف الصحي لتستخدم لبدء نشاط المخمر، وتعتبر رواسب مياه الصرف الصحي، ورواسب مخمرات إنتاج البيوغاز أفضل أنواع البادئ، ذلك لعدم احتوائها على مواد مثبطة أو عناصر معدنية. وتؤدي إضافة البادئ إلى زيادة كبيرة في إنتاج الغاز الحيوي وارتفاع في نسبة غاز الميثان

تقليب محتويات الهاضم:-

عملية تقليب محتويات مخمر البيوغاز يوميا مهمة جدا ولهذه العملية فوائد كثيرة:-

- 1- التقليب يجعل المخلفات العضوية في تلامس دائم مع البكتيريا مما يؤدي إلى أعلى معدل تفاعل بيولوجي.
- 2- لتقليب يساعد على تجانس توزيع درجة الحرارة.

3- يمنع تكون طبقات صلبة ومنفصلة في محلول التخمير.

4- يسهل تصاعد الغاز المنتج.

وجد أن التقليل يزيد حجم الغاز المنتج من مخمر يعمل بالمخلفات الآدمية إلى 8% ، أما في مخمرات معالجة الصرف الصحي يتم التقليل بواسطة مضخات أو تدوير للهواء أو أنبوب تفريغ مزودة بقلاب عند القاع . ولكن هذه الوسائل مكلفة خاصة المحطات أو المخمرات الصغيرة، وهناك بعض التعديلات في تصاميم هذه المخمرات يمكن أن تحقق الغاية من التقليل إذا عدلت فتحات الدخول والخروج بطريقة تحقق ذلك أو باستخدام مواسير دخول رأسية لخلق فارق في الضغط يجعل المخلفات العالقة تسرى تحت هذا الضغط وعند خروجها في القاع تعمل على تقليل المواد المعلقة الذائبة في الماء

تسمم الوسط الغذائي:-

عملية التخمير اللاهوائي تتأثر سلبا بدرجات متفاوتة بنسب وجود بعض المعادن الثقيلة وذلك (S, Fe, K, Na, Ca) أو زيادة تركيز العناصر الغذائية الضرورية لنمو البكتيريا مثل يحدث غالبا إذا ترك الراسب لفترة أطول مما يجب، ومن أعراض التسمم في درجاته الدنيا بطء أو نقص في معدل إنتاج الغاز وفي الحالات الحادة تتوقف العملية الحيوية الكيميائية بأكملها نتيجة لتسمم وموت البكتيريا، وبكتيريا الميثان اشد حساسية وتأثرا بتسمم الوسط الغذائي. لذلك يمنع وصول بعض المواد إلى المخمر مثل المبيدات الحشرية والمطهرات وغيرها نسبة لأنها تقتل بكتيريا الميثان.

وفقا للتجارب التي أجريت بواسطة مكارثي تتم عملية التخمر اللاهوائي لإنتاج الغاز الحيوي في ثلاث مراحل أساسية

مراحل إنتاج الغاز الحيوي هي:

• مرحلة انحلال المواد العضوية

• مرحلة إنتاج الأحماض

• مرحلة إنتاج الميثان

الأحماض الأمينية لها أهمية فسيولوجية قصوى تنشأ عن تحلل المواد البروتونية، وهي وتعتبر قاعدية الوسط وحامضية في نفس الوقت NH المركبات التي تحتوى على مواد بروتينية الموجودة في جميع الكائنات الحية والدم والعضلات وخلافه تدخل فيها وكل هذه المواد تتحلل بواسطة بكتيريا التخمر منتجة ، (P, C, O) (H,N,S) العناصر الغذائية الإيثانول والهيدروجين وثاني أكسيد الكربون وتؤثر البكتيريا المحبة للحرارة في عدد كبير من المواد الكربوهيدراتية الموجودة في الفضلات ومخلفات الصرف الصحي منتجة حامض الخليك والإيثانول والهيدروجين وثاني أكسيد الكربون. وتتطلب عملية الأكسدة مشاركة العديد من أنواع البكتيريا أمكن تصنيفها إلى المجموعات الآتية:

1.بكتيريا التحلل والتخمر:-

هذه البكتيريا تحول المركبات العضوية) الكربوهيدرات بروتينات ودهون (إلى سكريات ونشويات وأحماض أمينية وأحماض دهنية عليا ومركبات متعادلة اعلي من الميثانول ومركبات بسيطة لحامض الخليك.

2.بكتيريا منتجة للهيدروجين والخلات:- هذه البكتيريا تعمل في نهاية المرحلة الأولى تحول المنتجات المحولة السابقة إلى هيدروجين وخلات

3.بكتيريا منتجة للخلات- : وهذه تعمل في مجال واسع من المركبات العضوية الأحادية والمعقدة وذرات الكربون وتحولها إلى حامض خليك.

4.بكتيريا الميثان- : هذه البكتيريا تعمل علي استخدام الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون والخلات المنتجة والميثانول وتحولها إلى ميثان، والمصدر الرئيسي لإنتاج الغاز هو حامض الخليك.