

BESTIMMUNG DER MIKROBIELLEN AKTIVITÄT IN GÜLLE – ENTWICKLUNG EINER TESTMETHODE

DETERMINATION OF MICROBIAL ACTIVITY IN LIQUID MANURE – A NOVEL APPROACH

Hintergrund und Ziele

Durch den Einsatz von Gülle als Wirtschaftsdünger werden auch eventuell darin enthaltene Tierarzneimittel in landwirtschaftliche Nutzflächen eingetragen. Um die Höhe der Einträge abzuschätzen ist es wichtig, den Abbau der Wirkstoffe während der Lagerung in Vorrattanks zu kennen. Ein standardisiertes Verfahren dazu fehlt derzeit. Ein wichtiger Teilaspekt ist dabei die Bestimmung der mikrobiellen Aktivität in der Gülle, die für eine Vergleichbarkeit von Abbaudaten benötigt wird.

Projektbeschreibung

In Gülletanks herrschen vorwiegend anaerobe Verhältnisse. Für die Bestimmung der mikrobiellen Aktivität in einem anaeroben Laborversuch liegt derzeit kein Verfahren vor. Der Ansatz des Projekts ist, die mikrobielle Aktivität über die Mineralisierung einer unter anaeroben Bedingungen leicht abbaubaren Referenzsubstanz zu bestimmen.

Als Testsystem wurde ein Durchflusssystem gewählt; es wurden verschiedene Referenzsubstanzen auf ihre Eignung untersucht, darunter organische Säuren wie Essigsäure, Propionsäure und Benzoesäure sowie Glukose und ein L-Aminosäure-Gemisch. Alle Referenzsubstanzen enthielten eine ^{14}C -radioaktive Markierung. Neben $^{14}\text{CO}_2$ wurde auch $^{14}\text{CH}_4$ erfasst und quantifiziert. Zur Erprobung des Testsystems wurden Versuchsreihen mit Rinder- und Schweinegülle durchgeführt.

Ergebnisse

Im Screening zeigten Essigsäure und Glukose erwartungsgemäß die höchsten Mineralisierungsraten der getesteten Referenzsubstanzen. Da bei der Essigsäure zum Teil starke Schwankungen sowie ein nicht-linearer Abbau beobachtet wurden, wurde Glukose als Referenzsubstanz für die weiteren Versuche ausgewählt.

Besonders wichtig ist das Ansäuern der Probe bei Versuchsende, um in der Gülle gelöstes $^{14}\text{CO}_2$ auszutreiben. Dieser Anteil betrug in einigen Fällen mehr als 70 % des gesamten gebildeten $^{14}\text{CO}_2$.

Der Anteil an Trockensubstanz (% TS) in der Gülle erwies sich als einer der entscheidenden Parameter für die Mineralisierungsrate. Rindergülle mit 10 % TS zeigte nach Verdünnung mit Wasser auf 1,5 % TS unter anaeroben Bedingungen eine etwa doppelt so hohe Mineralisierung der Glukose. Für vergleichbare Ergebnisse muss mit einem konstanten TS-Gehalt (z. B. durch Verdünnen der Gülle) gemessen werden. Dies ist insbesondere für die relativ feststoffreichen Rindergüllen erforderlich.

Eine Lagerung der verwendeten Güllen bei $-20\text{ }^\circ\text{C}$ zeigt direkt nach dem Auftauen erwartungsgemäß eine verminderte Mineralisierung. Nach einer Vorinkubation von zwei Wochen bei $+20\text{ }^\circ\text{C}$ werden die Werte der frischen Gülle aber wieder erreicht.

Neben $^{14}\text{CO}_2$ wurde die Bildung geringer Mengen $^{14}\text{CH}_4$ beobachtet; der Anteil an $^{14}\text{CH}_4$ lag allerdings weit unter dem für einen anaeroben Prozess typischen. Bei eingefrorenen Güllen ist die Methanogenese nach dem Auftauen noch stärker gehemmt, es werden nur noch Spuren von $^{14}\text{CH}_4$ gefunden.

Fazit

Die orientierenden Versuche belegen, dass die Methode grundsätzlich geeignet scheint, die mikrobielle Aktivität in Gülle zu erfassen. Aktuell wird das Verfahren im Rahmen eines UFO-Plan-Vorhabens „Entwicklung eines Standardverfahrens zur Bestimmung der Abbaubarkeit von Veterinärpharmaka in Gülle“ bei einer größeren Anzahl verschiedener Güllen angewendet und weiter entwickelt.

Auftraggeber / Sponsor

Die Arbeiten wurden im Rahmen einer Diplomarbeit von Claudia Bickert durchgeführt und Fraunhofer-intern finanziert.



Background and aims

Veterinary pharmaceuticals can reach agricultural areas where liquid manure is used as a fertilizer. Realistic exposure assessments must therefore take into account the degradation of active pharmaceutical ingredients during manure storage. However, there is currently no standard protocol to determine the degradation kinetics of substances in liquid manure. The determination of microbial activity in manure would be an integral part of such a degradation test, and this is the focus of our investigation.

Approach

Manure is stored under anaerobic conditions and there are no methods available to measure microbial activity directly in such an environment. Our novel approach therefore aims to determine microbial activity by measuring the mineralization of a readily degradable, ^{14}C -labelled reference substance. The test setup is a flow-through system that distinguishes between $^{14}\text{CO}_2$ and $^{14}\text{CH}_4$. We have tested acetic acid, propionic acid, benzoic acid, glucose and an amino acid mixture as candidate reference substances in pig and cattle manure.

Results

As expected, acetic acid and glucose were the most rapidly mineralized reference substances in the initial screening experiments. However, there was some variation in the mineralization of acetic acid as well as non-linear degradation behavior, so glucose was selected as the reference in subsequent experiments.

It was also important to release dissolved $^{14}\text{CO}_2$ at the end of each experiment by acidifying the manure, because in some cases >70% of the total trapped $^{14}\text{CO}_2$ was released only after this step.

One of the crucial matrix parameters was the dry matter (DM) content of the liquid manure. Under anaerobic conditions the dilution of cattle manure from 10% to 1.5% DM almost doubled the mineralization rate. Therefore the DM content should be adjusted to a specific level to achieve comparable results, at least when testing cattle manure which has a high DM content.

As expected, storage of manure at -20°C in the laboratory reduces the mineralization rate after thawing. However, the mineralization rates return to the levels achieved with fresh manure if the thawed manure is pre-incubated for 20 days at the test temperature.

Much less $^{14}\text{CH}_4$ was generated than anticipated for anaerobic degradation, particularly in manure stored at -20°C in the laboratory where only traces of $^{14}\text{CH}_4$ were detected after mineralization.

Conclusion

Our initial experiments indicate that the new method should in principle be appropriate to determine the microbial activity in anaerobic liquid manure. We are currently testing the method with different manures as part of a German Federal Environmental Agency research project aiming to develop a standard procedure to study the degradation of veterinary pharmaceuticals in manure.

Contact / Ansprechpartner

Dr. Monika Herrchen
Tel: +49 2972 302-215
monika.herrchen@ime.fraunhofer.de

Dr. Dieter Hennecke
Tel: +49 2972 302-209
dieter.hennecke@ime.fraunhofer.de

Figure 1: Incubation device for liquid manure.