

Untersuchungen zum Einsatz hydrolytischer und oxidativer Enzyme in Roggensilage zur Steigerung der Methanausbeute

SCHIMPF, ULRIKE ; VALBUENA, RAFAEL



ZIELSTELLUNG:

Biopolymere wie Cellulose, Hemicellulose und Lignin stellen in Energiepflanzen die mengenmäßig stärkste Fraktion der organischen Substanz dar. Diese organische Substanz wird im Biogasprozess von unterschiedlichen Mikroorganismen bis zu einem bestimmten Grad abgebaut. Der Abbaugrad wird vorrangig limitiert durch die genannten, schwer abbaubaren Biopolymere, welche in einer komplexartigen Struktur vorliegen. Ziel dieser Arbeit ist es daher, unter Verwendung zwei verschiedener Häcksellängen (4mm und 8mm) des Pflanzenmaterials, den Lignocellulose-Komplex über eine Vorbehandlung mit hydrolytischen und oxidativen Enzymen weitgehend abzubauen.

EXPERIMENTELLES DESIGN:

SILIERUNG:

- 1,5 L WECK-Gläser, Raumtemperatur
- Konservierung: 90 Tage

BIOGASPOTENTIALBESTIMMUNG NACH SILIERUNG:

- Eudiometer-Batch-Versuch, nach VDI-Richtlinie 4630
- Inokulum: Faulschlamm, Verweilzeit: 35 Tage, mesophil



Enzymapplikation vor der Silierung des Roggens



Lagerung der Roggensilage



Batch-Test zur Biogaspotentialbestimmung

ENZYMAPPLIKATION VOR DER SILIERUNG

- Selektierung der Enzyme durch Enzymaktivitätsbestimmungen
- Hydrolasen: Cellulase A3, Pektinase B4
- Oxidoreduktasen: Laccase L
- Mischungen: A3/B4, A3/L, B4/L, A3/B4/L
- Konzentration: 200g/t Trockensubstanz

RESULTATE:

Der Einsatz von Enzymen und Enzymmischungen während der Silierung führte zu einem partiellem Abbau der Struktursubstanzen und der wasserlöslichen Kohlenhydrate. Daraus entstandene Abbauprodukte, insbesondere Säuren, sind gut verwertbare Ausgangssubstrate für die Biogasproduktion. Als die Varianten mit dem höchsten Abbaugrad bezüglich des Lignocellulose-Komplexes erwiesen sich B4/L (4mm) und Variante A3/B4 (8mm). Durch eine Kombination aus drei Enzymen, A3/B4/L, konnte gegenüber der Kontrollvariante ohne Enzym der höchste Anstieg an Essigsäure gemessen werden, welche im Fermenter direkt zu Methan umgesetzt werden kann.

Abbaugrade einzelner Inhaltsstoffe der Roggensilage (RS) 4mm während der Silierung

Abbaugrad	RS (4 mm)	RS + A3/B4	RS + B4/L	RS + A3/L
Parameter	[%]	[%]	[%]	[%]
Trockensubstanz (TS)	4	7	6	6
organische TS	4	7	6	6
Rohfaser	0	0	0	0
NDF (Struktursubstanzen)	0	0	0,2	0
ADF (Cellulose + Lignin)	0	0	4	0
ADL (Lignin)	3	0	4	0
wKh (Zucker)	79	82	86	77
Nitrat	54	61	64	55

RS = Roggensilage (4mm Häcksellänge)
 RS + A3/B4 = Roggensilage + Cellulase/Pektinase
 RS + B4/L = Roggensilage + Pektinase/Laccase
 RS + A3/L = Roggensilage + Cellulase/Laccase

Abbaugrade einzelner Inhaltsstoffe der Roggensilage (RS) 8mm während der Silierung

Abbaugrad	RS (8 mm)	RS + A3	RS + B4	RS + L	RS + A3/B4	RS + B4/L	RS + A3/L	RS + A3/B4/L
Parameter	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Trockensubstanz (TS)	2	3	3	2	4	4	4	4
organische TS	2	3	3	2	4	4	4	3
Rohfaser	0	0	0	0	0	0	0	0
NDF (Struktursubstanzen)	0	0,2	0	0	4	0	3	2
ADF (Cellulose + Lignin)	0	0	0	3	6	0	0	0
ADL (Lignin)	0	0	0	6	4	0	0	0
wKh (Zucker)	52	55	59	51	40	69	63	65
Nitrat	64	59	60	62	60	62	61	64

RS = Roggensilage (8 mm Häcksellänge)
 RS + A3 = Roggensilage + Cellulase
 RS + B4 = Roggensilage + Pektinase
 RS + L = Roggensilage + Laccase
 RS + A3/B4 = Roggensilage + Cellulase/Pektinase
 RS + B4/L = Roggensilage + Pektinase/Laccase
 RS + A3/L = Roggensilage + Cellulase/Laccase
 RS + A3/B4/L = Roggensilage + Cellulase/Pektinase/Laccase

BIOGASPOTENTIALBESTIMMUNGEN:

Durch die Applikation von Enzymmischungen zum Roggen vor der Silierung konnte der Methanertrag, unter Berücksichtigung der Massenverluste während der Silierung, verglichen mit der Variante ohne Enzym bei den feinen Roggenhäckseln (4mm) um 1,0 - 4,2 % gesteigert werden. Unter Verwendung längerer Roggenhäcksel (8mm) stieg die Methanausbeute um 4,7 - 27,5 %. Der höchste Methanertrag wurde durch den Einsatz einer Enzymmischung aus drei Enzymen, Cellulase/Pektinase/Laccase, erzielt. Die Methanausbeute dieser Variante beträgt 116 m³/t Frischmasse (FM), wohingegen die Variante ohne Enzym eine Methanausbeute von 91 m³/t FM aufwies. Somit konnte die Methanausbeute signifikant um 27,5 % erhöht werden.

Die Untersuchungen weisen auf nützliche Effekte durch den Einsatz von Enzymen in ausgewählter Kombination hin. Diese Enzyme sind in der Lage Biopolymere wie Cellulose, Lignin und Pektin abzubauen und somit Substrate freizusetzen, welche als Edukte für die Methanisierung zur Verfügung stehen.

Methanausbeuten und Mehrertrag der Varianten der Roggensilage

