

Umsatz von ^{15}N -Harnstoff und ^{15}N -Ammonsulfatsalpeter mit Zusatz von Dicyandiamid unter anaeroben Bedingungen im Boden

K. Vilsmeier und A. Amberger

Institut für Pflanzenernährung, TU München – D-8050 Freising-Weihenstephan

Eingegangen: 13.5.1982

Angenommen: 12.8.1982

Zusammenfassung – Summary

In Modellversuchen wurde der Umsatz von ^{15}N -Harnstoff (Ha) bzw. ^{15}N -Ammonsulfatsalpeter (ASS) unter Zusatz von Dicyandiamid (DCD) nach 42-tägiger Vorbebrütung bei 14°C und anschließendem Überstau mit einer Glucoselösung untersucht.

Durch DCD-Einsatz wurden die Nitrifikation erheblich verzögert und demzufolge die Denitrifikationsverluste sehr deutlich verringert von 62 auf 39 % (Ha) bzw. 65 auf 32 % (ASS). Darüberhinaus war eine verstärkte Festlegung von markiertem N in nicht extrahierbarer Form festzustellen. Diese Immobilisation betrug ca. 50 % (mit DCD) bzw. ca. 35 % (ohne DCD) der N-Zugabe.

Turnover of ^{15}N -urea and ^{15}N -ammonium sulfa-nitrate with addition of dicyandiamide under anaerobic conditions in the soil

In model trials, the turnover of ^{15}N -urea (UR) and ^{15}N -ammonium sulfa-nitrate (ASN) was studied with and without dicyandiamide (DCD) after 42 days of preincubation at 14°C followed by waterlogging with a solution of glucose.

By use of DCD, nitrification was considerably retarded, and therefore losses by denitrification were markedly reduced from 62 to 39 % (UR) and 65 to 32 % (ASN).

DCD-application resulted in an increased incorporation of labelled N into the non exchangeable soil N-fraction. This incorporation amounted to more than 60 % of the applied N, whereas in the case of the treatments without DCD the incorporation was only in the range of 35 to 38 %.

Einleitung

In der vorausgegangenen Abhandlung (Amberger und Vilsmeier, 1982) wurde der Umsatz von ^{15}N -Harnstoff (Ha) und ^{15}N -Ammonsulfatsalpeter (ASS) mit Zusatz von Dicyandiamid (DCD) unter aeroben Bedingungen in Abhängigkeit von Temperatur und eingesetzter Stickstoffmenge untersucht. Dabei wurden in keinem Fall (gasförmige) N-Verluste festgestellt. Der Nitrifikationshemmstoff Dicyandiamid kann aber nur dann einen positiven Einfluß auf die N-Bilanz ausüben, wenn Nitratverluste entweder durch Auswaschung oder Denitrifikation auftreten (Amberger und Gutser, 1978, 1979).

Wir haben daher im folgenden eine Versuchsanstellung gewählt, die mit Sicherheit Denitrifikationsverluste erwarten läßt, dagegen eine Nitratwaschung ausschließt, mit dem Ziel, die Wirkung des Hemmstoffzusatzes auf die Denitrifikation zu untersuchen.

Material – Versuchsanstellung – Methodik

Dünger:	Ha	8.91 Atom% ¹⁵ N-Überschuß	20.0 mg N/Gefäß
	ASS	9.32 Atom% ¹⁵ N-Überschuß	
	DCD	ohne Markierung, Zusatz jeweils 10 % der angegebenen Ha- bzw. ASS-N-Menge	
Boden:	ul, pH _{CaCl₂}	6.5, 0.145 % Gesamt-N, 1.43 % Gesamt-C	
Ansatz:	100 g/500 ml PVC Gefäß		

Die Ansätze wurden zunächst 42 Tage lang bei 14°C und 60 % der vollen Wasserkapazität (d. v. WK) vorbebrütet, dann überstaut mit 50 ml Glucoselösung (entsprechend 200 mg C) – 14°C, 180 % d. v. WK.

Untersuchung nach 42 und 70 Tagen.

Die Methodik entspricht voll und ganz der in der vorausgegangenen Abhandlung (*Amberger und Vilsmeier, 1982*).

Ergebnisse*1. Denitrifikation aus Harnstoff unter Zusatz von Dicyandiamid (Abb. 1)*

In der Reihe ohne DCD-Zusatz waren 94 % des unter aeroben Bedingungen bei 14°C bebrüteten Harnstoff-N nach 42 Tagen zu NO₃-N umgesetzt, die restlichen 6 % lagen in nicht extrahierbarer Form vor, die Recoveryquote betrug somit 100 %.

Der anschließende Überstau mit Glucoselösung und die Untersuchung nach weiteren 28 Tagen ergaben starke N-Verluste durch Denitrifikation. Insgesamt konnten nur mehr 38 % des vorgegebenen Ha-N wiedergefunden werden, und zwar in erster Linie in der Fraktion Rest-N (34 %). Davon waren 3 % fixierter Ammonium-N neben geringen Anteilen an austauschbarem NH₄- bzw. NO₃-N.

Durch den Zusatz von Dicyandiamid ergab sich während der aeroben Bebrütung die bereits bekannte Hemmung der NO₃-Bildung: am Beginn des Überstauens (nach 42 Tagen) lagen noch 40 % des vorgelegten Ha-N als NH₄-N vor und konnten somit nicht denitrifiziert werden. Am Ende der anaeroben Phase wurden insgesamt noch über 61 % wiedergefunden, und zwar 53 % als Rest-N in nicht extrahierbarer Form.

2. Denitrifikation aus Ammonsulfatsalpeter unter Zusatz von Dicyandiamid (Abb. 2)

Die Nitrifikation (aerobe Phase) und Denitrifikation (anaerobe Phase) von Ammonsulfatsalpeter verliefen ähnlich wie die des Harnstoffes. Da die Nitrifikationshemmung des DCD in Verbindung mit ASS aber wirksamer ist als mit Ha (siehe *Amberger und Vilsmeier, 1982*), lagen nach 42-tägiger aerober Vorbebrütung noch 50 % des eingesetzten ASS-N als NH₄-N vor, d. h., es wurden in dieser Zeit nur 25 % NH₄-N (Gesamtmenge im ASS ca. 75 %) nitrifiziert. Auch die in der anschließenden anaeroben Phase aufgetretenen Denitrifikationsverluste waren für ASS um 7 % geringer als im Falle des Harnstoffes.

Denitrifikation aus Harnstoff unter Zusatz von Dicyandiamid

Ansatz: 100 g Boden + 20 mg Ha-N ± 2 mg DCD-N, 60% d.v. WK, 14°C

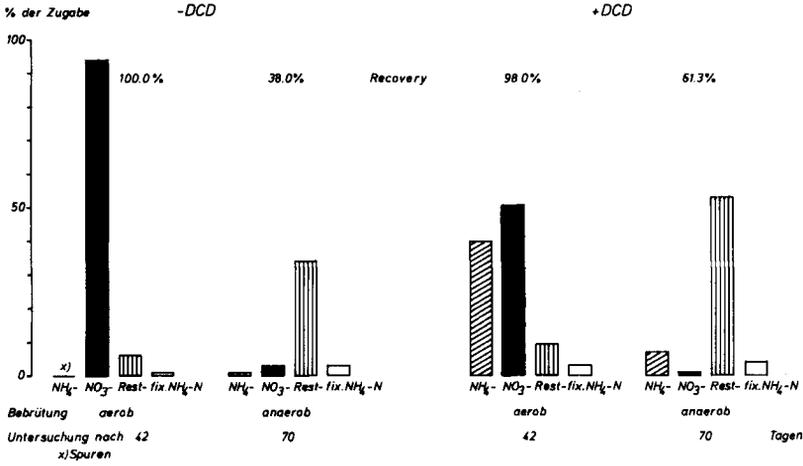


Abbildung 1:

Figure 1: Denitrification from urea under addition of dicyandiamide; exp. data: 100 g soil + 20 mg UR-N ± 2 mg DCD-N, 60% of total water capacity, 14°C

Denitrifikation aus Ammonsulfatnitrat unter Zusatz von Dicyandiamid

Ansatz: 100 g Boden + 20 mg ASS-N ± 2 mg DCD-N, 60% d.v. WK, 14°C

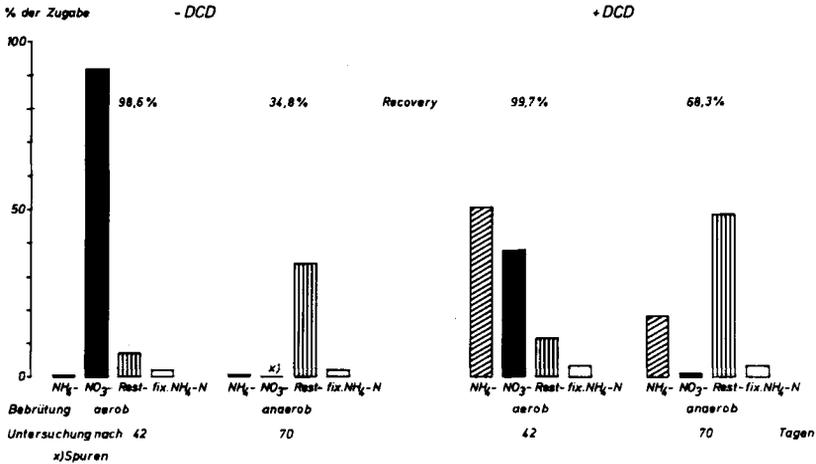


Abbildung 2:

Figure 2: Denitrification from ammonium sulfa-nitrate under addition of dicyandiamide; exp. data: 100 g soil + 20 mg ASN-N ± 2 mg DCD-N, 60% of total water capacity, 14°C

Diskussion

Sowohl Harnstoff wie auch Ammonsulfatsalpeter waren unter anaeroben Bedingungen nach 42 Tagen nahezu vollständig nitrifiziert. Damit war zunächst das Substrat gegeben für eine mögliche Denitrifikation. In Vorversuchen konnten wir ohne Zusatz einer leicht abbaubaren Kohlenstoffquelle keine N-Verluste feststellen; offenbar war der Boden in einem relativ stabilen Gleichgewicht. Erst nachdem die Bodenansätze nach aerober Vorbebrütung mit einer wässrigen Glucoselösung (200 mg C/100 g Boden) überstaut wurden, waren günstige Bedingungen für die Reduktion des Nitrates gegeben. Die Folge waren starke Denitrifikationsverluste, aber auch ein nicht unerheblicher Einbau von Nitrat-N in eine mit K_2SO_4 nicht mehr extrahierbare Rest-N-Fraktion, möglicherweise bedingt durch das hohe Glucoseangebot (*Bremner und Shaw, 1958*).

Durch Zusatz des Nitrifikationshemmstoffes DCD verläuft die Oxidation des Ammonium erheblich langsamer; d. h., zu Beginn des Überstaues liegen noch größere NH_4 -Mengen vor, die auch unter staunassen Bedingungen relativ stabil sind. Demzufolge ergaben sich zum einen deutlich geringere N-Verluste und zum anderen ein stärkerer Einbau des Stickstoffs (ca. 50 % der Zugabe) in nicht extrahierbare Formen. Mit Dicyandiamidzusatz während einer 6-wöchigen aeroben Vorbebrütung bei 14°C konnten die Denitrifikationsverluste in der anschließenden anaeroben Phase um 23 % (Ha) bzw. 33 % (ASS) der N-Zugabe verringert werden. Die verlängerte Ammoniumphase in den DCD-Varianten bewirkte also geringere N-Verluste. Besonders erfolgversprechend scheint in diesem Zusammenhang die Kombination Ammonsulfat mit Dicyandiamid zu sein (*Vilsmeier, in Bearbeitung*).

Der Rest-N, der nach 70 Tagen und Zugabe von Glucose verstärkt in den DCD-Varianten gefunden wurde, besteht wahrscheinlich zum größten Teil aus Mikroorganismen-N.

Auf den Anteil an fixiertem Ammonium haben weder Nitrifikation noch Denitrifikation wesentlichen Einfluß.

Literatur

- Amberger, A. und R. Gutser* (1978): Umsatz und Wirkung von Harnstoff-Dicyandiamid-Produkten zu Weidelgras und Reis. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd., **141**, 553–566
- Amberger, A. und R. Gutser* (1979): Zur N-Wirkung von Rindergülle mit Dicyandiamidzusatz zu Weidelgras. Z. Acker- und Pflanzenbau, **148**, 198–204
- Amberger, A. und K. Vilsmeier*: (1982) Umsatz von ^{15}N -Harnstoff und ^{15}N -Ammonsulfatsalpeter mit Zusatz von Dicyandiamid unter aeroben Bedingungen im Boden. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd., **145**, 550–556
- Bremner, J. M. und K. Shaw* (1958): Denitrification in soil I Methods of investigation. J. agric. Camb., **51**, 22–34