

POTENTIAL UND EINSATZMÖGLICHKEITEN DER STENGELKNÖLLCHENBILDENDEN LEGUMINOSEN *SESBANIA ROSTRATA* UND *AESCHYNOMENE AFRASPERA* ALS GRÜNDUNG FÜR NASSREIS

Mathias Becker, Karl H. Diekmann, Johannes C.G. Ottow, J.K. Ladha, Iawo Watanabe
und S.K. De Datta

ABSTRACT

Two new, stem-nodulating nitrogen-fixing tropical legumes (*Sesbania rostrata* and *Aeschynomene afraspera*) show promising features as green manure in lowland rice (*Oryza sativa* L.) farming systems. At the International Rice Research Institute (IRR) in Los Baños, Philippines, their performance as biofertilizers for lowland rice was examined at different growth stages, seasons, and sites. Both species exhibited high nitrogen fixation and high biomass production in a relatively short-day period. *A. afraspera* species increased significantly the grain yield of rice (IR64 and IR66).

keywords: *green manure, nitrogen fixation, rice, Aeschynomene afraspera, Sesbania rostrata, stem nodules.*

1. EINFÜHRUNG

Reis (*Oryza sativa* L.) ist die wichtigste der menschlichen Ernährung dienende Kulturpflanze. Demographische Vorhersagen weisen darauf hin, daß die Weltreisproduktion bis zum Jahr 2000 um jährlich 1.7 % gesteigert werden muß, um mit dem Bevölkerungswachstum schritt halten zu können (IRRI 1989). Eine Ausweitung der Anbaufläche ist nur in sehr begrenztem Umfang möglich und die erforderliche Produktionserhöhung läßt sich nur durch eine erheblich intensivierte Nutzung der bestehenden Reisflächen erreichen. Dementsprechend ist mit einem verstärkten Einsatz von N-Düngern zu rechnen. Im Zeichen einer anhaltenden Energiekrise und dem zunehmenden Preisdruck gilt es besonders, dem Ressourcen-armen Kleinbauern der "low-input"-Landwirtschaft der Tropen Alternativen zur mineralischen Stickstoff-Düngung zu bieten, um die Reiserträge nachhaltig und kostengünstig zu erhöhen.

Die biologische Stickstoffbindung in Gründungs (GD)-Leguminosen ist potentiell in der Lage, den Großteil des N-Bedarfs von Reis zu decken (VACCHANI und MURTY 1964). In diesem Zusammenhang wurden die folgenden Ansprüche an eine Leguminose zur GD im Naßreisanbau gestellt (verändert nach LADHA et al. 1988):

(1) Schnellwüchsigkeit (in der 40 - 60 Tage dauernden Übergangsperiode zwischen zwei Reiserfrüchten muß die GD einen ausreichenden Biomasse- und N-Ertrag bilden), (2) hohe ökologische Anpassungsfähigkeit, (3) Unempfindlichkeit gegenüber der Photoperiode und (4) Toleranz gegenüber Wasserüberstau.

In letzter Zeit konzentriert sich das Interesse der GD-Forschung für Naßreis verstärkt auf den Einsatz von *Sesbania rostrata* und *Aeschynomene afraspera*, zwei Leguminosen des tropischen Afrikas mit der Fähigkeit zur N_2 -Bindung in Knöllchen sowohl an der Wurzel als auch am Stengel (DREYFUSS et al. 1984). Die Knöllchen am Stengel sind sphärisch bis hemisphärisch geformte, grüne (Chloroplasten) Ausstülpungen, die sich nach Infektion mit einem hochgradig

wirtsspezifischen Rhizobien-Stamm an subepidermal angelegten und über die gesamte Stengel­länge verteilten Adventiv-wurzelprimordia bilden (OTTOW 1984). Die Stengelknöllchen gelten als geschickter Adaptationsmechanismus der Pflanzen an ihr natürliches, wasser-überstau­tes Verbreitungsgebiet in der Sahelregion (überstau­te Bodensenken, Litoralbereich von Süß­wasserseen, Reisfelder). Erste Untersuchungen in Senegal konnten zeigen, daß *S. rostrata* und *A. afraspera* auch unter wasserüberstauten Bedingungen in der Lage sind, in kurzer Wachstumszeit einen hohen Biomasse- und N-Ertrag zu bilden (RINAUDO et al. 1983, ALAZARD und BECKER 1987). Diese Eigenschaften lassen die Leguminosen vielversprechend für den Einsatz als GD in Naßreis erscheinen. In der vorliegenden Arbeit wird über die Möglichkeiten des Einsatzes von *S. rostrata* und *A. afraspera* als GD für Naßreis auf den Philippinen berich­tet. Bei den Experimenten wurden die folgenden Aspekte schwerpunktmäßig untersucht:

- Saisonal bedingte Schwankungen der Leistungsfähigkeit von *S. rostrata* und *A. afraspera*
- Vergleich der Leistungsfähigkeit beider Arten auf zwei bezüglich Bodeneigenschaften und Klima unterschiedlichen Standorten.
- Reisertragsreaktion auf eine *S. rostrata* und *A. afraspera* GD in Regen- und Trockenzeit.

2. MATERIAL UND METHODEN

Versuchstandorte und Böden

Die Versuche wurden in zwei repräsentativen Reisanbaugebieten der Philippinen durchgeführt, und zwar in Floridablanca/Pampanga in Zentral-Luzon und auf dem Versuchsgelände des International Rice Research Institute (IRRI) in der Provinz Laguna. Die Standorte wurden auf­grund der unterschiedlichen Boden- und Klimacharakteristika ausgewählt. Der IRRI-Boden ist ein ertragreicher Ton (Tropaquept) mit pH (H₂O) 6,3, 1,1 % organischem C, 0,12 % Gesamt-N, 18,5 mg kg⁻¹ Olsen-P, 1,44 meq 100 g⁻¹ trockenen Bodens austauschbares K und einer Kationen-Austausch-Kapazität (KAK) von 33,9 meq 100 g⁻¹ trockenen Bodens (TB). Hingegen handelt es sich bei dem Boden in Floridablanca um einen wenig ertragreichen, sandigen Enti­sol (Tropofluent) mit pH (H₂O) 6,4, 0,5 % organischem C, 0,07 % Gesamt-N, 3,1 mg kg⁻¹ Olsen-P, 0,05 meq 100 g⁻¹ TB austauschbares K und einer KAK von 7,7 meq 100 g⁻¹ TB.

In Laguna (Los Baños, Standort des IRRI) herrscht ein relativ ausgeglichenes, immerfeuchtes Klima, während in Zentral-Luzon deutlich in Trocken- und Regenzeit unterschieden werden kann und sowohl die Tagestemperaturamplitude als auch die durchschnittliche Sonnenein­strahlung etwa 30 % höher als in Laguna liegen.

Saatgut und Rhizobien

Die Samen wurden von einigen Wildpflanzen in Südwest Senegal gesammelt und am IRRI vermehrt. Um die Samenruhe zu brechen und eine hohe und gleichmäßige Keimrate zu erzielen, wurden die Samen 30 min. lang mit konzentrierter Schwefelsäure vorbehandelt (HALEPYATI et al. 1987), 4 Stunden in destilliertem Wasser gequollen und dann ausgesät (40 kg Samen ha⁻¹).

Ein Rhizobium-Isolat ORS 322 für *A. afraspera* (ALZARD 1985) wurde in Hefeextrakt-Manitol Bouillon (VINCENT 1970) geimpft, während *Azorhizobium caulinodens*-Isolat ORS 571 für *S. rostrata* (DREYFUß et al. 1988) in einem Hefeextrakt-Laktose Bouillon vermehrt wurde, da dieses Isolat nicht in der Lage ist, Manitol zu verwerten (TRICHANT und RIGAUD 1987). Die beimpften Kulturmedien (50 ml in 125 ml Erlenmeyer-Kolben) wurden 3 Tage bei 28 °C kontinuierlich horizontal geschüttelt, bis die Suspension eine Keimzahl von etwa 10⁸ Zellen ml⁻¹ enthielt (most-probable-number-Methode). Die Zellsuspension wurde im Verhältnis 1:10 (v:v) mit destilliertem Wasser verdünnt und vor der Aussaat der GD mit einer üblichen Pflanzenschutzmittelrückenspritze bei einer Applikationsrate von 25 l ha⁻¹ auf die Bodenoberfläche aufgesprüht. Eine spezielle Beimpfung der Stengel wurde nicht durchgeführt, da eine einmalige Beimpfung des Bodens eine hohe und gleichmäßige spontane Nodulation der Stengel bewirkte.

Bestimmung der Ertragsparameter

Alle Messungen wurden in 8 Wiederholungen mit Mischproben von je zwei Einzelpflanzen pro Wiederholung durchgeführt. Lediglich Biomasse und Reisertrag wurden mit 4 Wiederholungen auf 4 m² Ernteflächen bestimmt. Zur Untersuchung des Einflusses der Tageslänge auf das Blühverhalten von *S. rostrata* und *A. afraspera*, wurde bei sechs Pflanzterminen im Jahresverlauf die Anzahl der Wachstumstage bis zum Erscheinen der ersten gelben Blüte bestimmt. Das Trockengewicht von Sproß und Wurzel wurde nach Waschen mit destilliertem Wasser und 48stündigem Trocknen (Ofentemperatur 70 °C) bestimmt.

Die frischen Knöllchen wurden sorgfältig von Hand, beziehungsweise mit einem Skalpel (*A. afraspera*) von Wurzel und Stengel entfernt und auf einem 2 mm Sieb geschüttelt. Nur Knöllchen mit einem Durchmesser größer als 2 mm wurden gezählt, um auf diese Weise junge, im allgemeinen noch nicht aktive Knöllchen (keine Rotfärbung des Knöllchengewebes durch Leghämoglobin) zu eliminieren.

Als Maß für die potentielle Stickstoffbindungsaktivität wurde die Azetylen-Reduktions-Aktivität (ARA) herangezogen (HARDY et al. 1977). An intakten Wurzeln oder nodulierten Stengelstückchen (20 cm lang) wurde die ARA gemessen. Die Pflanzenteile wurden eine Stunde lang in mit Schraubverschluß und Silikonseptum versehenen 1.05 Liter Glasflaschen (Schott-Duran GL 45) in 10 % Azetylen-Atmosphäre bei 28 °C im Dunkeln inkubiert. Die Ethylenbildung wurde gaschromatographisch mit einem Gasukuro Kogyo, Model 370 (Poropak-N Säule, 60 °C Säulentemperatur, Trägergas N₂, Flußrate 60 ml min⁻¹, Ofentemperatur 100 °C), der mit einem Flammen-Ionisationsdetektor ausgerüstet war, nachgewiesen. Der Verlauf der ARA von Wurzeln und Stengeln war vom Beginn der Inkubation für 3 Stunden linear (LADHA et al. 1989).

Der N-Gehalt in der Pflanzensubstanz wurde nach der Mikro-Kjedahl Methode (YOSHIDA et al. 1976) mit Hilfe eines Kjeltec System 1026 (TECATOR HÖGANÄS, Schweden) bestimmt.

Einarbeitung der GD und Verpflanzen von Reis

Im Alter von 6, 7 oder 8 Wochen wurde die GD von Hand in 20 cm lange Stücke geschnitten und *in situ* mit einem von einem Wasserbüffel gezogenen Pflug eingearbeitet. Einen Tag später wurden 11 Tage alte Sämlinge der 110 Tage Reissorten IR 64 (1987) beziehungsweise IR 66 (1988) in einem 20 x 20 cm Pflanzverband ins Feld ausgepflanzt (dreifach belegte Pflanzstelle). In der 60 kg Mineral-N-Behandlungsstufe wurden 40 kg vor dem Auspflanzen und 20 kg 3 - 5 Tage vor Rispenanlage breitwürfig ausgestreut. Die Fläche war während der gesamten Versuchsdauer überstaut (Brunnenwasser).

Behandlungen und Versuchsanlage

Zur Untersuchung der saisonal bedingten Schwankungen der Leistungsfähigkeit von *S. rostrata* und *A. afraspera* wurde zwischen Juli 1987 und Juni 1988 ein Feldversuch auf dem IRRI Versuchsgelände durchgeführt. *S. rostrata* und *A. afraspera* wurden sechs mal für Perioden von je 8 Wochen angebaut, und in Pflanzenaltern von je 2, 4, 6 und 8 Wochen wurden 16 Einzelpflanzen zur Bestimmung der Wachstumsparameter sorgfältig aus dem Boden ausgegraben und vier Teilflächen von je 4 m² zur Bestimmung von Biomasse und N-Ertrag direkt über der Bodenoberfläche abgeerntet. Der Versuch war als randomisierter Block mit vier Wiederholungen und einer Parzellengröße von 35 m² angelegt und kontinuierlich wasserüberstaut.

In zwei weiteren Feldversuchen wurden die Leistung und Einsatzfähigkeit von *S. rostrata* und *A. afraspera* als GD für Naßreis untersucht. Identische Versuche, angelegt als randomisierte Blöcke mit vier Wiederholungen und einer Parzellengröße von 20 m², wurden gleichzeitig in Floridablanca und auf dem IRRI-Versuchsgelände während der Regenzeit 1987 (April - September) sowie der Trockenzeit 1988 (Dezember - April) durchgeführt. Sieben Wochen alte GD in der Regenzeit (GD in der Kurztagsperiode gewachsen), wurden mit einer 60 kg Mineral-N Behandlung (Harnstoff) und einer ungedüngten Kontrollvariante verglichen. Die Ver-

suchspazellen waren vom dritten Tag nach Verpflanzen der GD bis zwei Wochen vor der Reisernte wasserüberstaut.

3. ERGEBNISSE

Saisonal bedingte Schwankungen der Leistungsfähigkeit von *S. rostrata* und *A. afraspera*

Die Untersuchungen über saisonal bedingte Schwankungen des Blühverhaltens und der Ertragsparameter ergab deutliche Unterschiede zwischen *S. rostrata* und *A. afraspera*. Das Blühverhalten in Abhängigkeit von der Tageslänge ergab für *S. rostrata* eine deutlich höhere Photosensitivität als für *A. afraspera* (Abb. 1). Je nach Anbaumonat blühte *S. rostrata* im Alter von 37 (11 Stunden Tag) oder 125 Tagen (13 Stunden Tag), während der Blütenansatz von *A. afraspera* nur gering schwankte.

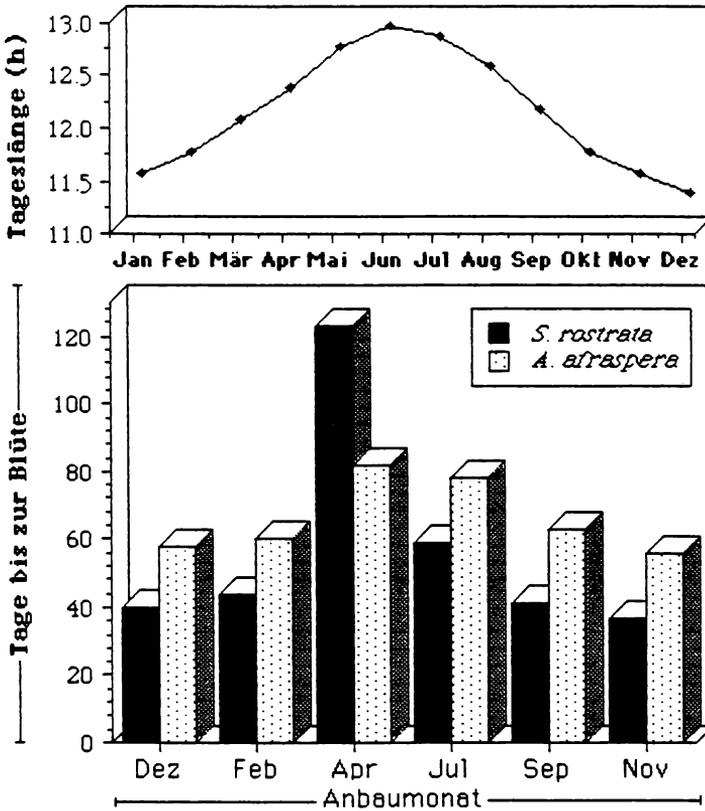


Abb. 1: Blühverhalten von *S. rostrata* und *A. afraspera* in Abhängigkeit von der Photoperiode (Feldversuch, IRRI-Versuchsgelände, Juli 1987-Juni 1988).

Das Verlaufsmuster der Trockenmasseproduktion pro Hektar ist in Abb. 2 dargestellt. Große jahreszeitliche Schwankungen konnten im Fall von *S. rostrata* beobachtet werden, wobei ein Minimum der Trockenmassebildung von etwa 3 t ha^{-1} nach 8 Wochen Wachstum im Dezember und ein Maximum von 15 t ha^{-1} im Juli gemessen wurde. Auf der anderen Seite lag die Trockenmasse 8 Wochen alter *A. afraspera* unabhängig von der Jahreszeit relativ konstant bei etwa 6 t ha^{-1} . Die unterschiedliche photoperiodische Empfindlichkeit dürfte der Grund dafür sein.

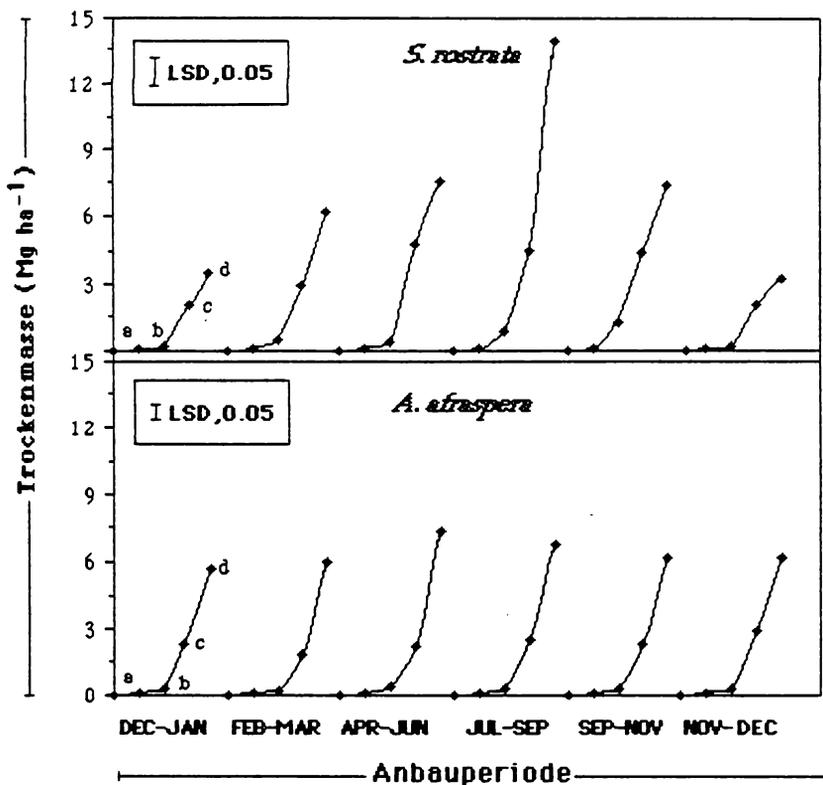


Abb. 2: Trockenmasseertragsschwankungen von *S. rostrata* und *A. afraspera* im Wachstums- und Jahresverlauf (Feldversuch, IRRI-Versuchsgelände, Juli 1987-Juni 1988). a, b, c und d: gemessen im Pflanzenalter von jeweils 2, 4, 6 und 8 Wochen.

Das Verlaufsmuster der potentiellen Stickstoffbindungsaktivität (ARA) der Stengel ist in Abb. 3 dargestellt. Für *S. rostrata* wurde mit Blühbeginn ein deutlicher Abfall der ARA gemessen. *A. afraspera* kam in einer 8 wöchigen Wachstumsperiode nicht zur Blüte und ARA-Schwankungen waren infolgedessen schwächer ausgeprägt. Die ARA der Wurzeln lag etwa eine 10er Potenz unter der der Stengel (Ergebnisse nicht dargestellt). Sie erreichte ein Maximum von $1.5 \mu\text{mol C}_2\text{H}_4 \text{ h}^{-1}$ im Pflanzenalter von 4 Wochen und nahm dann schnell ab. Die ARA der Stengel hingegen nahm mit zunehmendem Pflanzenalter weiter zu.

Der N-Ertrag von *S. rostrata* folgte dem Verlauf von Trockenmasseproduktion und ARA mit höchsten Werten im Juli (227 kg N ha^{-1}) und niedrigsten Werten im Dezember (109 kg N ha^{-1}). *A. afraspera* hingegen erbrachte einen mehr oder weniger gleichbleibenden N-Ertrag im Jahresverlauf von etwa 150 N ha^{-1} nach 8 Wochen Wachstum. Basierend auf einer Regressionsanalyse der N-Ertragsverlaufskurven wurden Iso-N-Akkumulationsgleichungen berechnet. Aufgrund der in Abb. 4 beispielhaft ausgewählten Iso-N-Akkumulationskurve für 100 kg N ha^{-1} kann geschlossen werden, daß in der Langtagsperiode (zwischen Februar und September auf den Philippinen) *S. rostrata* die zu bevorzugende GD zu sein scheint. Zwischen Oktober und Februar hingegen benötigte *A. afraspera* die kürzere Wachstumszeit zur Bildung eines N-Ertrags von 100 kg ha^{-1} und konkurrierte somit in der Kurztagsperiode weniger als *S. rostrata* mit Verkaufsfrüchten um Zeit, Land und Wasser.

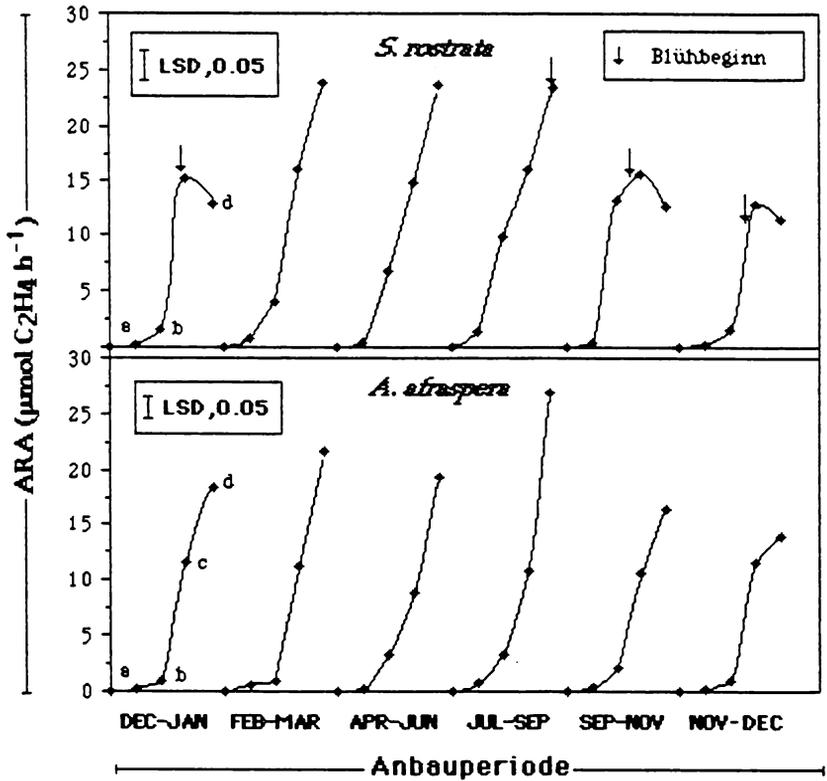


Abb. 3: Schwankungen der potentiellen Stickstoffbindungsaktivität (ARA) der Stengel von *S. rostrata* und *A. afraspera* im Wachstums- und Jahresverlauf (Feldversuch, IRRI-Versuchsgelände, Juli 1987-Juni 1988).
a, b, c und d: gemessen im Pflanzenalter von jeweils 2, 4, 6 und 8 Wochen.

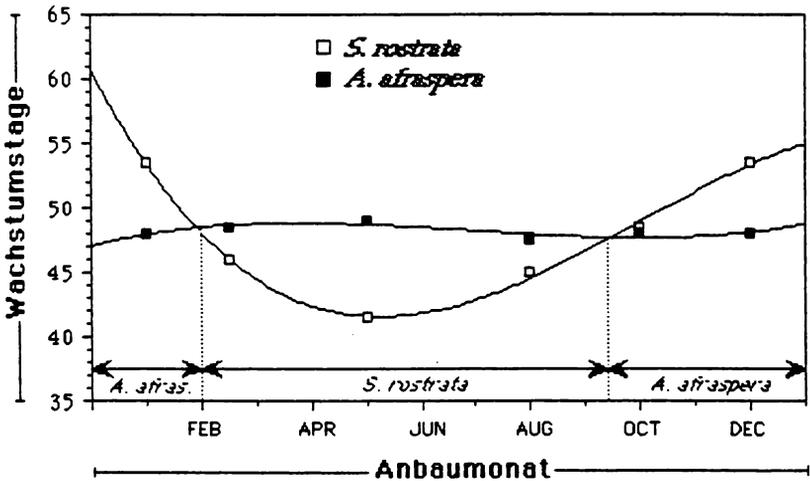


Abb. 4: Jahreszeitliche Schwankungen in den Wachstumsbedarfsansprüchen (Iso-N-Akkumulationskurven) von *S. rostrata* und *A. afraspera* zur Akkumulation von 100 kg N ha⁻¹ (Feldversuch, IRRI-Versuchsgelände, Juli 1987-Juni 1988).

Leistungsfähigkeit von *S. rostrata* und *A. afraspera* an unterschiedlichen Standorten und Ertragsreaktion in Trocken- und Regenzeit

Die Untersuchungen über Potential und Einsatzfähigkeiten von *S. rostrata* und *A. afraspera* als GD für den Reisanbau ergab, daß die Pflanzen sowohl auf dem ertragreichen als auch auf dem armen Standort einen hohen Biomasse- und N-Ertrag bildeten und ihr Einsatz als GD in Trocken- und Regenzeit signifikant den Ertrag von Naßreis erhöhte. Die Ergebnisse sind in Tab. 1 zusammengefaßt.

Tab. 1: *Sesbania rostrata* und *Aeschynomene afraspera* als Gründüngung für Naßreis in Trocken- (Dezember-April) und Regenzeit (April-September) an einem ertragreichen (IRRI) und einem marginal fruchtbaren Standort (Floridablanca).

Behandlungen / Parameter	Regenzeit 1987		Trockenzeit 1987/88			
	IRRI	F.Blanca 7 Wochen	IRRI	F.Blanca 6 Wochen	IRRI	F.Blanca 8 Wochen
<i>S. rostrata</i>						
Pflanzengröße (cm)	197	277	80	86	106	117
Trockengewicht (Mg ha ⁻¹)	8.4	11.2	2.1	2.6	4.1	5.4
N-Gehalt (kg N ha ⁻¹)	155	194	55	50	117	83
<i>A. afraspera</i>						
Pflanzengröße (cm)	77	154	58	78	98	129
Trockengewicht (Mg ha ⁻¹)	3.7	7.8	2.2	3.9	4.3	7.2
N-Gehalt (kg N ha ⁻¹)	155	204	77	78	149	138
Kornertrag IR64/66 (Mg ha ⁻¹)						
<i>S. rostrata</i>	6.50	4.91	5.99	5.88	6.91	6.27
<i>A. afraspera</i>	6.54	5.17	6.10	6.24	7.18	6.50
60 kg N ha ⁻¹	6.27	4.64	5.52	5.79	5.52	5.79
kein N-Input	4.89	3.49	4.10	3.98	4.10	3.98
LSD, 0.05	0.47	0.45	0.47	0.34	0.47	0.34

Biomasse- und N-Ertrag von *S. rostrata* lagen in der Langtagsperiode (April - Mai) erheblich über den Werten, die bei einem Wachstum in der Kurztagsperiode erzielt wurden. Saisonal bedingte Unterschiede waren im Fall von *A. afraspera* deutlich schwächer ausgeprägt. Infolgedessen lag der N-Ertrag einer im Dezember - Januar gewachsenen *A. afraspera* GD 30-60 % über dem von *S. rostrata*. Im April/Mai war der N-Ertrag von *A. afraspera* etwas geringer (IRRI-Versuchsgelände). Allerdings lag der Reiskornertrag in Floridablanca (relativ geringer Gehalt an verfügbarem N) im allgemeinen deutlich niedriger als auf dem fruchtbaren IRRI-Versuchsgelände (Tab. 1). Eine GD erhöhte an beiden Standorten signifikant den Reis-

kornertrag über den der Kontrolle. In der Trockenzeit führte eine 8 Wochen alte GD sogar zu einem signifikanten Anstieg des Ertrags über die Mineral-N-Variante. Eine 8 Wochen alte *A. afraspera* GD erbrachte an beiden Standorten den höchsten Reiskornertrag.

4. DISKUSSION

Vergleichende Untersuchungen von Wachstum und Ertragsleistung während eines Jahres ergaben deutlich ausgeprägte saisonale Schwankungen für *S. rostrata*, während *A. afraspera* ein relativ gleichbleibendes Ertragsverhalten an den Tag legte. Vor allem die Schwankungen der Photoperiode (zwischen 11 und 13 Stunden-Tag auf den Philippinen) scheinen für die Ertragsschwankungen von *S. rostrata* verantwortlich zu sein. Die Tageslänge beeinflusst in starkem Maße das Blühverhalten dieser Leguminose, wie dies bereits von VISPERAS et al. (1987) berichtet wurde. Die immense Bedeutung der Photosensitivität für die Ertragsleistung von Leguminosen ist bekannt (HERRIDGE and PATE 1977). Mit Blühbeginn werden Wachstum und die biologische N_2 -Bindung vermindert, da Blüten und Hülsen im Vergleich zu den Knöllchen ein stärkeres "sink" für reduzierte C-Körper darstellen, welche die Energiequelle und der wichtigste begrenzende Faktor der biologischen N_2 -Bindung sind (BETHLENFALVAY et al 1978). Die schwächer ausgeprägte Empfindlichkeit gegenüber der Photoperiode dürfte somit der Grund für die im Jahresverlauf nahezu gleichbleibender Ertragsleistung von *A. afraspera* sein. *S. rostrata* scheint die leistungsfähigere Pflanze zwischen März und September zu sein, was eine Folge des kräftigen Wachstums und der hohen N_2 -Bindungsaktivität dieser Art in der Langtagsperiode sein dürfte. Aufgrund ihrer geringen Photosensitivität scheint hingegen *A. afraspera* die bevorzugt in der Kurztagsperiode einzusetzende GD zu sein; in einer Zeit, in der die Leistung von *S. rostrata* im starkem Maße durch frühen Blühbeginn beeinträchtigt wird.

Beide Pflanzen waren in der Lage, in kurzer Wachstumszeit auf sowohl ertragreichen als auch auf armen Standorten unter wasserüberstauten Bedingungen einen hohen N-Ertrag zu bilden, was zu einer Erhöhung der Naßreiserträge führte. Der positive Einfluß einer *S. rostrata*- und *A. afraspera*-GD auf den Ertrag von Naßreis wurde ebenfalls von Versuchen aus Senegal berichtet (RINAUDO et al. 1983, ALAZARD und BECKER 1987). Der gegenüber dem IRRI-Versuchsgelände (ausgeglichene Temperaturen und relativ geringe Sonneneinstrahlung) deutlich höhere Biomasse- und N-Ertrag beider Leguminosen in Floridablanca (hohe Tagesstemperaturamplitude) weist darauf hin, daß sowohl Temperatur (Maximum und Tagesamplitude) als auch die Intensität der Sonneneinstrahlung wichtige Faktoren für eine erfolgreiche Biomasseproduktion zu sein scheinen. Diese klimatischen Faktoren scheinen offensichtlich sogar in der Lage zu sein, eine geringe Standortproduktivität zu kompensieren. Hohe Tagesdurchschnittstemperaturen können dabei zu einem Anstieg der Photosyntheserate und der biologischen N_2 -Bindung führen (LINDSTRÖM 1984), während niedrige Nachttemperaturen Respirationsverluste zu mindern vermögen (TANAKA 1976). Die Folge ist eine erhöhte Netto-Assimilationsrate und somit eine bessere Energieversorgung der Knöllchen. Gleichzeitig wurde in Floridablanca eine etwa 30 % höhere Sonneneinstrahlung als auf dem IRRI-Versuchsgelände gemessen und die Lichtintensität beeinflusst bekanntermaßen die biologische N_2 -Bindung (PATTERSON und LA RUE 1983). Die Lichtintensität wirkt dabei indirekt über eine Erhöhung der photosynthetisch produzierten reduzierten C-Körper, die der Nitrogenase als Energiesubstrat dienen (WITTY et al. 1983). Ferner könnte für *S. rostrata* und *A. afraspera* ein direkter Einfluß der Lichtintensität auf die N_2 -Bindung der Stengel vorstellbar sein, da die Knöllchen selbst grün und somit photosynthetisch aktiv sind.

Während der Kurztagsperiode war *A. afraspera* deutlich *S. rostrata* überlegen. Der N-Ertrag der photoperiodisch kaum empfindlichen *A. afraspera* lag etwa 30 % über dem einer gleichalten *S. rostrata*, was sich auch im Reisertrag niederschlug. In der Langtagsperiode differierte der Reisertrag zwischen einer *S. rostrata* und einer *A. afraspera* GD nicht signifikant. Allerdings lag die einzuarbeitende Grünmasse von *A. afraspera* erheblich unter der von *S. rostrata*. Dies bedeutet einen verminderten Zeitaufwand für die Einarbeitung in den Boden (GARRITY und FLINN 1988). Infolgedessen scheint *A. afraspera* auch während der Langtagsperiode *S. rostrata* überlegen zu sein, da derselbe Reisertragsanstieg mit einer niedrigeren und somit einfacher einzuarbeitenden Grünmasse erzielt wird.

S. rostrata und *A. afraspera* erfüllen weitgehend die Ansprüche, die an eine GD-Leguminose für Naßreis gestellt werden, was diese Pflanzen vielversprechend für den Einsatz in der "low-input"-Landwirtschaft der Tropen erscheinen läßt. Sie sind schnellwüchsig, auch an wenig ertragreichen Standorten produktiv und ihr Einsatz führt zu einer signifikanten Erhöhung der Reiserträge, wobei sie 60 - 90 kg Mineral-N zu ersetzen in der Lage sind (Ergebnisse nicht dargestellt). *A. afraspera* scheint darüberhinaus noch relativ photoinsensitiv zu sein. Die Knöllchenbildung an den Stengeln ermöglicht es diesen Pflanzen auch unter wasserüberstauten Bedingungen einen hohen Biomasse- und N-Ertrag zu erzielen. Ferner scheinen die Knöllchen am Stengel, im Gegensatz zu Wurzelknöllchen, gegenüber mineralischem N weitgehend unempfindlich zu sein (BECKER et al 1986). Es ist vorstellbar, daß stengelknöllchenbildende Leguminosen ganz allgemein immer dann wurzelknöllchenbildenden Leguminosen überlegen sind, wenn Standortverhältnisse vorliegen, die hemmend auf die Bildung und Aktivität von Wurzelknöllchen wirken (Wasserüberstau, relativ hohe N-Gehalte im Boden, extreme pH-Werte, Salinität). Es wäre nicht abwegig, auch bei anderen in Kultur befindlichen Leguminosen die Bildung von Adventivwurzel-primordien am Stengel durch biotechnologische Verfahren oder durch Applikation von Wuchsstoffen zu stimulieren (OTTOW 1985). Eine solche Maßnahme würde nicht nur die N₂-Bindung erhöhen sondern dürfte auch die ökologische Anpassungsfähigkeit dieser Leguminosen erheblich steigern. Dieser Aspekt bedarf jedoch noch weiterer Untersuchungen.

Danksagung

Diese Untersuchungen wurden mit finanzieller Unterstützung der Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 6236 Eschborn, durchgeführt.

LITERATUR

- ALAZARD D., 1985: Stem and root nodulation in *Aeschynomene* spp. - Appl Environ. Microbiol. 50: 732-734.
- ALAZARD D., BECKER M., 1987: *Aeschynomene* as green manure for rice. - Plant Soil 101: 141-143.
- BECKER M., ALAZARD D., OTTOW J.C.G., 1986: Mineral nitrogen effect on nodulation and nitrogen fixation of the stem nodulating legume *Aeschynomene afraspera*. - Z. Pflanzenähr. Bodenkd. 149: 485-491.
- BETHLENFALVAY G.J., ABU-SHAKRA S.S., FISHBECK K., PHILLIPS D.A., 1978: The effect of source-sink manipulations on nitrogen fixation in pea. - Physiol. Plant. 43: 31-34.
- DREYFUSS B.L., ALAZARD D., DOMMERGUES V.R., 1984: New and unusual microorganisms and niches. Stem nodulation rhizobia. - In: KLUG, J. M., REDDY, C. A. (eds.): Current perspectives in microbial ecology. American Society of Microbiology, Washington D. C.: 161-169.
- DREYFUSS B., GARCIA J.L., GILLIS M., 1988: Characterization of *Azorhizobium caulinodans* gen. nov., sp. nov., a stem nodulating nitrogen fixing bacterium isolated from *Sesbania rostrata*. - Int. J. Syst. Bacteriol. 38: 89-98.
- GARRITY D.P., FLINN J.C., 1988: Farm level management systems for green manure crops in Asian rice. - In: Sustainable agriculture. Green manure in rice farming. International Rice Research institute. P. O. Box 933, Manila, Philippines: 111-130.
- HALEPYATI A.S., SHEELAVANTAR M.N., DIXIT L.A., 1987: Breaking dormancy in *Sesbania rostrata*. - Int. Rice Res. Newsl. 12: 36.
- HARDY R.W.F., BRUNS R.C. HOLSTEN R.P., 1977: Application and the measurement of the acetylene-ethylene assay for measurement of nitrogen fixation. - Soil Biol. Biochem. 5: 47-81.
- HERRIDGE D.F., PATE J.S., 1977: Utilization of net photosynthate for nitrogen fixation and protein production in an annual legume. - Plant Physiol. 60: 759-764.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (IRRI), 1989: World rice statistics 1988. - P. O. Box 933, Manila, Philippines.

- LADHA J.K., WATANABE I., SAONO S., 1988: Nitrogen fixation by leguminous green manure and practices for its enhancement in tropical lowland rice. - In: Sustainable agriculture. Green manure in rice farming. International Rice Research Institute, P. O. Box 933, Manila, Philippines: 165-183.
- LADHA J.K., MIYAN S., GARCIA M., 1989: *Sesbania rostrata* as green manure for lowland rice: growth, N₂-fixation, *Azorhizobium* sp. inoculation and effects on succeeding crop yields and nitrogen balance. - Biol. Fertil. Soils 7: 191-197.
- LINDSTRÖM K., 1984: Analysis of factors affecting in situ nitrogenase (C₂H₂) activity of *Galega orientalis*, *Trifolium pratense* and *Medicago sativa* under temperate conditions. - Plant Soil 79: 329-341.
- OTTOW J.C.G., 1984: Stickstoffbindung in den Stengelknöllchen einer afrikanischen Leguminose. - Naturwissensch. Rundschau 37 (7): 289-290.
- OTTOW J.C.G., 1985: Aufgaben der Bodenbiologie in der Bodenkunde. - Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 43 (1): 91-106.
- PATTERSON T.G., LA RUE T. A., 1983: N₂ fixation (C₂H₂) and ureide content of soybeans: Environmental effects and source-sink manipulations. - Crop Sci. 23: 819-924.
- RINAUDO G., DREYFUS B., DOMMERGUES Y., 1983: *Sesbania rostrata*, a green manure, and the nitrogen content of rice crop and soil. - Soil Biol. Biochem. 15: 111-113.
- TANAKA I., 1976: Climatic influence on photosynthesis and respiration of rice. - In: Climate and rice. International Rice Research Institute, P. O. Box 933, Manila, Philippines: 223-248.
- TRICHANT J.C., RIGAUD J., 1987: Acetylene reduction by bacteroids isolated from stem nodules of *Sesbania rostrata*. Specific role of lactate as an energy-yielding substrate. - J. Gen. Microbiol. 133: 37-43.
- VACCHANI M.V., MURTY K.S., 1964: Green manuring for rice. - Bull. 4. Central Rice Research Institute, Cuttack, India.
- VINCENT J.M., 1970: A manual for the practical studies of root-nodule bacteria. - IBP Handbook No. 15, Blackwell Scientific Publishers, Oxford.
- VISPERAS R.M., FUROC R., MORRIS R.A., VERGARA B.S., PATEÑA G., 1987: Flowering response of *Sesbania rostrata* to photoperiod. - Philipp. J. Crop Sci 12: 147-149.
- WITTY J.F., MINCHIN F.R., SHEEHY J.E., 1983: Carbon costs of nitrogenase activity in legume root nodules determined using acetylene and oxygen. - J. Exp. Bot. 34: 951-963.
- YOSHIDA S., FORNO A.D., COCK J., GOMEZ K.A., 1976: Laboratory manual for physiological studies of rice. - International Rice Research Institute, P. O. Box 933 Manila, Philippines.

ADRESSE

Dr. M. Becker
 Dr. K.H. Diekmann
 Prof. Dr. J.C.G. Ottow
 Justus-Liebig-Universität
 Institut für Mikrobiologie
 Senckenbergstr. 3
 D-W-6300 Giessen

Dr. J.K. Ladha
 Dr. I. Watanabe
 Dr. S.K. De Datta
 International Rice Research Institute
 PO Box 933
 Manila
 Philippines

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [19_3_1991](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Potential und Einsatzmöglichkeiten der stengelknöllchenbildenden Leguminosen *Sesbania Rostrata* und *Aeschynomene Afraspera* als Gründüngung für Nassreis 417-426](#)