

---

# Rolle der Leguminosen für die Erhöhung der Fruchtbarkeit in der Fruchtfolge auf den Podsolböden der Zentralregion Russlands

Sergei M. Lukin

All-Russisches Forschungsinstitut für organisches Düngen und Torf, Russland

## Zusammenfassung

In Gewächshaus- und Feldversuchen wurde die Stickstofffixierungsfähigkeit und akkumulierte Stickstoffmenge untersucht. Es konnte festgestellt werden, dass mehrjährige Leguminosen um 1,6-mal mehr Stickstoff als einjährige Leguminosen fixieren. Der Einsatz der Leguminosen steigert die Produktivität der Fruchtfolgen um das 1,5 bis 1,6-fache.

## Abstract

Nitrogen fixation ability and nitrogen storage in legumes were analysed in field and vegetation experiments. Our results show that perennial legumes fix 1.6 times more nitrogen than annual legumes. The optimal proportion of legumes in the crop rotation for organic farming is approximately 40 %. The use of legumes increases the productivity of crop rotations by 1.5-1.6 times.

## 1 Einleitung

Eine sehr wichtige Quelle des Stickstoffs im Landbau Russlands ist die Fixierung des molekularen Stickstoffs aus der Atmosphäre. Indem der Einsatz von Mineraldüngern in den letzten 20 Jahren stark reduziert wurde, ist das Niveau des biologischen Stickstoffs in der N-Bilanz gestiegen. Heutzutage kommen in Russland 866,9 tsd. Tonnen Stickstoff mit den Leguminosen in die Böden, davon 544,3 tsd. Tonnen fixierter Stickstoff aus der Atmosphäre (Zavalin & Sokolov 2016). Er beträgt 28 % der Gesamtmenge des Stickstoffs, der mit den mineralischen sowie organischen Düngen im Landbau Russlands eingesetzt wird.

Das Ziel der Untersuchung war die Bestimmung der Stickstoffmenge, die von den Leguminosen fixiert wird und die Bewertung der Fruchtbarkeit der Fruchtfolge, in Abhängigkeit von den in der Fruchtfolge eingesetzten Leguminosen.

## 2 Material und Methoden

Im Gewächshausversuch wurde die N<sub>2</sub>-Fixierung von Rot-Klee unter Verwendung von <sup>15</sup>N bestimmt. Rotklee der Sorte „Marino“ wurde auf 6 kg Quarzsand im Wagner-Topf angebaut. Im Versuch wurde ein angepasstes Hellriegel-Gemisch eingesetzt. N-Dünger wurde in Form von (<sup>15</sup>NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mit 17 mg Stickstoff auf 1 kg des Bodens (1/5 der Norm nach Hellriegel) eingesetzt. Insgesamt auf 1kg Quarzsand kommen (<sup>15</sup>NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> -80,2 mg, KCl -37,5 mg, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> - 6,8 mg, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> - 87,0 mg, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O - 123,0 mg, CaSO<sub>4</sub> - 421,0 mg, CaCO<sub>3</sub> - 130,0 mg, Fe - 4,0 mg, B - 0,36 mg, Mn - 0,28 mg, Zn - 0,33 mg, Cu - 0,032 mg, Mo - 0,036 mg, Co - 0,025 mg, Li - 0,01 mg, Br - 0,01 mg, I - 0,01 mg. pH-Wert am Anfang des Versuches – 6,4. In einem Topf wurden 30 Pflanzen angebaut. Die

Dauer des Versuches war 90 Tage (Lukin 1983). Die von Rotklee aus der Atmosphäre fixierte N-Menge wurde wie folgt bestimmt:

$$N_{fix} = N_{gesamt} - N_{aus\ Düngung} - N_{Samen} - N_{Wasser}, [N_{fix}] = \frac{mg}{Gefäß}$$

Aus der Düngung assimiliertes Stickstoff wurde wie folgt berechnet:

$$N_{aus\ Düngung} = \frac{A(B - 0,365)}{C - 0,365}, [N_{aus\ Düngung}] = \frac{mg}{Gefäß}$$

Mit: A - Gesamtmenge des Stickstoffs in den Pflanzen, mg/Gefäß

B - Anteil  $^{15}\text{N}$  in Stickstoff von Pflanzen, %

C - Anteil  $^{15}\text{N}$  in Stickstoffdünger (20%)

0,365 - Anteil  $^{15}\text{N}$  in Stickstoff von der Atmosphäre, %

In den Feldversuchen (1977 - 1995) mit unterschiedlichen Leguminosen wurde der Stickstoffgehalt in der oberirdischen Masse und in den Wurzeln bestimmt. Insgesamt führten wir 64 Feldversuche durch. In vier langfristigen Versuchen (1977-2015) des Instituts auf den Podsolböden bestimmten wir die Produktivität der Fruchtfolge in Abhängigkeit vom Leguminosenanteil in der Fruchtfolge.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Im Gewächshausversuch in Sandkultur wurde festgestellt, dass der Koeffizient der Luftstickstofffixierung von Rot-Klee 95 % erreichte. Außerdem wurde festgestellt, dass das Verhältnis von fixiertem Luftstickstoff zu aus der Düngung assimilierten Stickstoff in der oberirdischen Masse 2,2-mal größer als in den Wurzeln ist. Trotz eines Mangels an Stickstoff im Substrat, beträgt dessen Nutzungskoeffizient nur 19,7 % (Tab.1).

Tab. 1: N-Fixierungsfähigkeit von Rot-Klee (Versuch mit  $^{15}\text{N}$ )

N-Gehalt in Substrat mg/Gefäß	Pflanzenorgane	Trockensubstanz, g/Gefäß	N-Menge in Pflanzen, mg/Gefäß	fixierte N-Menge, mg/Gefäß	Nutzkoeffizient von N-Dünger%	Verhältnis von fixiertem N zu assimilierten N aus Dünger	Anteil des fixierten N in gesamter N-Menge, %
102	Blätter und Stiele	9.21	328	318	7.5	41	97
	Wurzeln	10.08	252	236	12.2	19	94
	Gesamt	19.29	580	554	19.7	27	95

In den Feldversuchen wurde gezeigt, dass die größte Produktivität der Biomasse von den mehrjährigen Leguminosen erreicht wurde: Klee, Steinklee, mehrjährige Lupinen. Im Durchschnitt kommen - mit den Wurzeln und Stoppelresten - durch mehrjährige Leguminosen jährlich 6,3 t/ha Trockensubstanz und 131kg/ha Stickstoff in die Böden. Einjährige Leguminosen zeigen geringere Produktivität als die Mehrjährigen. Relativ höhere Produktivität zeigten einjährige Lupinen, deren Biomasse 9,38 t/ha Trockensubstanz betrug. Mit den Wurzeln und Stoppelresten der einjährigen Lupinen kamen 4,66 t/ha Trockensubstanz und 88 kg/ha Stickstoff in die Böden. Im Durchschnitt enthalten die Wurzeln und Stoppelreste der einjährigen Leguminosen 29 % des insgesamt zur Ernte akkumulierten Stickstoffs, während es für mehrjährige Leguminosen 48 % waren. Die beste Stickstoffakkumulationsfähigkeit weisen Rot-Klee, Gelber Steinklee und

Mehrfährige Lupine auf. Luzerne zeigt auf den leichten Podsolböden schlechtere Ergebnisse der Stickstoffakkumulation, als Klee. Unter den einjährigen Leguminosen wurde die größte Stickstoffmenge von den Lupinen akkumuliert, jedoch nur knapp die Hälfte wie beim Rot-Klee (siehe Tab.2).

Tab. 2: Stickstoffmengen in verschiedenen Leguminosen aus Feldversuchen auf Podsolböden

Kultur	Anzahl der Versuche	Biomasse, t/ha Trockensubstanz			Stickstoff akkumuliert, kg/ha pro Jahr		
		In der oberirdischen Masse (Sproß)	Stoppel- und Wurzel-Rückstände	Gesamt	In der oberirdischen Masse (Sproß)	Stoppel- und Wurzel-Rückstände	Gesamt
Saatwicken + Hafer	4	5.06	3.00	8.06	116	57	173
Erbsen (für Futter)	3	5.13	2.41	7.54	164	42	206
Erbsen (für Korn)	3	4.96	3.25	8.21	105	54	159
Erbsen + Hafer	3	4.23	2.61	6.84	84	47	131
Ackerbohnen	3	4.04	3.37	7.81	97	58	155
Serradella	2	7.21	0.69	7.90	164	12	176
Einjährige Gelbe Lupine	6	4.72	4.66	9.38	120	88	208
Weiß-Steinklee	6	5.14	6.59	11.73	116	112	228
Gelber Steinklee	2	7.32	6.87	14.19	132	168	300
Mehrfährige Blaue Lupine	2	8.53	5.76	14.29	170	143	313
Luzerne 1. Lebensjahr	2	3.37	4.19	7.56	67	103	170
Luzerne 2. Lebensjahr	10	6.00	5.20	11.20	150	104	254
Rot-Klee 1. Lebensjahr	7	6.53	4.80	11.33	126	117	243
Rot-Klee 2. Lebensjahr	9	8.52	4.37	17.89	223	169	392
Rot-Klee + Lieschgräser 2. Jahr	3	10.38	8.17	18.55	198	134	332
Einjährige Leguminosen (durchschnittlich)	24	5.05	2.86	7.91	122	51	173
Mehrfährige Leguminosen (durchschnittlich)	40	6.97	6.37	13.34	148	131	279

Die Ergebnisse der langfristigen Untersuchungen zeigen, dass bei den Fruchtfolgen mit 40 %-Anteil der Leguminosen die Produktivität um 1,6 (Fruchtfolgen ohne Einsatz von

Düngemitteln) bzw. um 1,5 (Fruchtfolgen mit Mist) steigt. Gleichzeitig sinkt die Bedeutung der Leguminosen bei intensivem Einsatz der Düngemittel, da sich in diesem Fall auch ohne Verwendung der Leguminosen die höhere Fruchtbarkeit erreichen lässt (Abb.1).

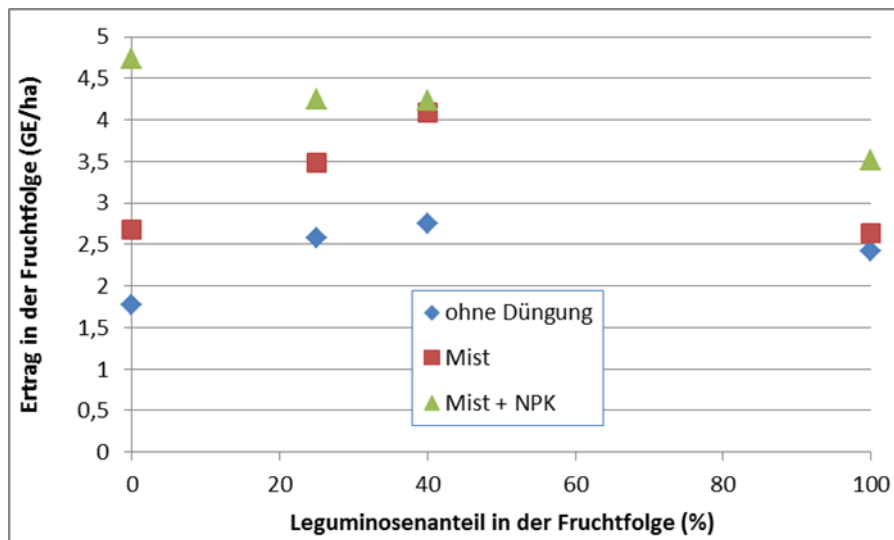


Abb. 1: Produktivität der Fruchtfolgen auf den Podsolböden in Abhängigkeit vom Leguminosenanteil, in Getreide-Einheiten (t GE/ha)

#### 4 Schlussfolgerung

Leguminosen sind eine sehr wichtige Quelle des biologischen Stickstoffs im Landbau. Der Stickstofffixierungskoeffizient kann auf den Podsolböden der Zentralregion Russlands, die durch niedrigen N-Gehalt im Boden charakterisiert sind, 80 % und mehr erreichen. Der Einsatz der Leguminosen steigert die Produktivität der Fruchtfolgen um das 1,5 bis 1,6 fache.

#### 5 Literaturverzeichnis

Lukin SM (1983) Kompleksnoe primeneniye mineral'nyh udobrenij i gerbicidov v posevah yachmenya s podsevom klevera na dernovo-podzolistyh supeschanyh pochvah Nechernozemnoj zony. Dissertaciya. Moskva, 1982. 241 s. (Complex application of mineral fertilizers and herbicides in barley crops with clover sowing on sod-podzolic sandy soils of non-Chernozem zone. Dissertation. Moscow, 1983. 241 p.)

Zavalin AA & Sokolov OA (2016) Potoki azota v agroekosisteme: ot idey D.N. Pryanishnikova do nashikh dney. Moskva: VNIIA. 2016. (Nitrogen flows in the agroecosystem: from the ideas of D. N. Pryanishnikov to the present day. Moscow: VNIIA, 2016)

Zitiervorschlag: Lukin M S (2018): Rolle der Leguminosen für die Erhöhung der Fruchtbarkeit in der Fruchtfolge auf den Podsolböden der Zentralregion Russlands. In: Wiesinger K, Heuwinkel H (Hrsg.): Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbautag 2018, Tagungsband. –Schriftenreihe der LfL 5/2018, 11-14