

# DIE DIFFUNDIERUNG DES VON LEGUMINOSEN FIXIERTEN STICKSTOFFES IN GETREIDE IM FALLE VON MISCHSAATEN

Von

G. PÁLFI

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Szeged, Ungarn

(Dir.: Prof. Dr. I. Szalai)

## Einleitung

Die auf dem Sandboden des südlichen Zwischenstromlandes zwischen Donau und Theiss angestellten Fruchtwechselversuche suchten eine Antwort auf die Frage zu geben, ob es zweckmässig ist, das herbstliche Gemisch von Wicken (*Vicia hirsuta* L.) und Roggen als Gründünger unterzupflügen und welches das optimale Samenverhältnis der Mischsaat ist.

Es ist anzunehmen, dass die ertragsteigernde Wirkung der Wicke irgendwie mit den an ihren Wurzeln gebildeten Knöllchen bzw. mit den Lebensfunktionen der in diesen Knöllchen angesiedelten N-fixierenden Bakterien zusammenhängt. KEMENESY (4) hat diesbezüglich festgestellt, dass die Wurzeln solcher Misch-Pflanzen sich zu einem wahren Wurzelfilz miteinander verflechten, indem sie seines Erachtens eine besondere Anziehungskraft füreinander entfalten. KURNIK (6) fand die gemeinsame Aussaat von Sojabohnen und Silo-Mais vorteilhaft und KLÜKOV (5) stellte fest, dass Sojabohnen-Silo-Mais-Mischsaaten grössere, und an Nährstoffen reichere Grünmassen liefern als bei separater Aussaat. OSZADCSIJ (9) stellte im Laufe seiner Versuche fest, dass der Ernteertrag auf Parzellen, die ausser Luzerne noch eine andere Beisaat enthielten, stets ausgiebiger war, als wenn nur reiner Schneckenklee gesät worden war. NELSON und ROBINS (8) fanden bei der Assoziierung von Klee und *Dactylis glomerata* L. den N-Gehalt des *Dactylis glomerata*-Bestandes weitgehend erhöht, ohne dass die Gesamt-Grünmenge vermindert gewesen wäre. Nach LINEHAN (7) wurde der N-Bedarf des mit Klee zusammen gesäten Rispengrases fast vollkommen durch den von den Knöllchenbakterien fixierten Stickstoffgehalt gedeckt. Angaben von VIRTANEN und Mitarbeitern (16) zufolge sezernieren die an den Leguminosen gebildeten Knöllchen einen Teil des gebundenen N das Medium (Boden, Sand) ab. Mit Hilfe von Sterilkulturen wiesen sie an blühenden Erbsen nach, dass die Sekrete fast ausschliesslich aus Aminosäuren bestehen. FEHÉR (2) nimmt von den durch die an den Wurzeln der Hülsenfrüchte befindlichen Knöllchen erzeugten Sekreten an, dass sie nicht nur die Leguminosen, sondern auch die mitgezüchteten Nichtleguminosen positiv beeinflussen, hält aber auch für möglich, dass die N-Versorgung der zusammen mit Hülsenfrüchten gezüchteten Pflanzen durch die normale Mineralisation (Fäulnis und Nitrifikation) der faulenden Wurzeln der Leguminosen gesichert ist.

Aus den angeführten Arbeiten erhellt, dass die Frage noch bei weitem nicht geklärt ist. Die Zahl der Angaben, welche die Versorgung der mit Papilionazeen assoziierten Gräser mit mineralischen Nährstoffen erklären könnte, ist noch gering.

Unsere Aufgabe ist, mittels genauer chemischer Analysen noch im Leben der assoziierten Pflanzen wiederholt die von den Leguminosen (Wicken) — als Zwischengewächse — auf die N-Versorgung der Nichtleguminosen (Roggen) entfaltete Wirkung — auf Gebiets-Einheiten bezogen — nachzuweisen.

## Material und Methoden

Die Versuche wurden an den Parzellen der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt der südlichen Ungarischen Tiefebene bei Kiskundorozsma in zwei Varianten auf Kalk-Sandboden angestellt. Die Wasserversorgung der Pflanzen z. Z. der Untersuchungen war gut. 1. Variante: Gemeinsam mit Wicken gesäter Roggen, 2. Variante: reine Roggensaat. Im Laufe der ernährungsphysiologischen Untersuchungen wurde die NKP-Versorgung des Roggens mit der Methode der Blutungssaftanalyse bestimmt. Der Gesamt-N-Gehalt wurde aus der Summe des Nitrats und des organisch gebundenen Stickstoffes erhalten. Die Methodik der chemischen Analysen ist bereits früher sowohl von uns (10, 11, 12), als auch von anderen Autoren (3, 13, 14, 15) beschrieben worden. Um individuelle Streuungen zu vermeiden, haben wir stets den Blutungssaft von je 100 Trieben untersucht und den binnen 12 Stunden gewonnenen Saft gesondert gemessen. Die Konzentration der Säfte wurde aus praktischen Gründen in mg berechnet, der mittlere Fehler in den chemischen Analysen betrug weniger als 0,15.

Um in Erfahrung zu bringen, ob der mit Hilfe der Saftanalysen nachgewiesene Unterschied auch im Trockensubstanzgehalt nachweisbar ist, haben wir den Trockensubstanzgehalt der Roggenblätter und den diesbezüglichen prozentuellen N-Gehalt bestimmt. Der Mittelfehler lag hier unter 0,4%.

Zur Klärung des Verhältnisses der Wurzeln der beiden Pflanzenarten zueinander wurden Wurzelballen ausgegraben und deren einzelne Teile mit grösster Vorsicht gewaschen.

## Ergebnisse

Da bekanntlich die N-Fixierung der Leguminosen während der Blütezeit am intensivsten ist, haben wir unsere Untersuchungen im Blütenstand vorgenommen. Die Daten bzgl. des Blutungssaftes veranschaulicht Tabelle 1.

Tabelle 1.

Zeitpunkt der Blutungssaftentnahme und Entwicklungsstand der Pflanzen

Nr.	Zeitpunkt	Entwicklungsgrad der Pflanzen	
		bei beiden Roggenvarianten	Wicken zwischen dem Roggen
I.	6. Mai 1959	schießt in Halme	Vegetative Entwicklung
II.	11. „ „	schießt in Ähren	Knospenbildung
III.	13. „ „	Beginn der Blüte	Beginn der Blüte
IV.	16. „ „	Blütenstand	Blütenstand

Nachdem die Zahl der Triebe des rein und gemischt gesäten Roggens pro Flächeneinheit verschieden ist, haben wir aus dem Durchschnitt von vier nacheinander vorgenommenen Zählungen die durchschnittliche Triebzahl der beiden Varianten pro m<sup>2</sup> festgestellt. Beim reinen Roggen ergaben sich Werte

von 432 und bei der Mischsaat von 312. Der Substanzgehalt des aus je 100 Sprossen gewonnenen Blutungssaftes wurde auf die pro Flächeneinheit berechnete durchschnittliche Triebzahl umgerechnet, um bei der Vergleichstellung auch hinsichtlich der Ackerfläche ein genaues Bild zu erhalten. DÉZSI (1) teilt nämlich mit, dass dort, wo er im Blutungssaft des Weizens pro Flächeneinheit die grössten Substanzmengen fand, auch der Ertrag am grössten war.

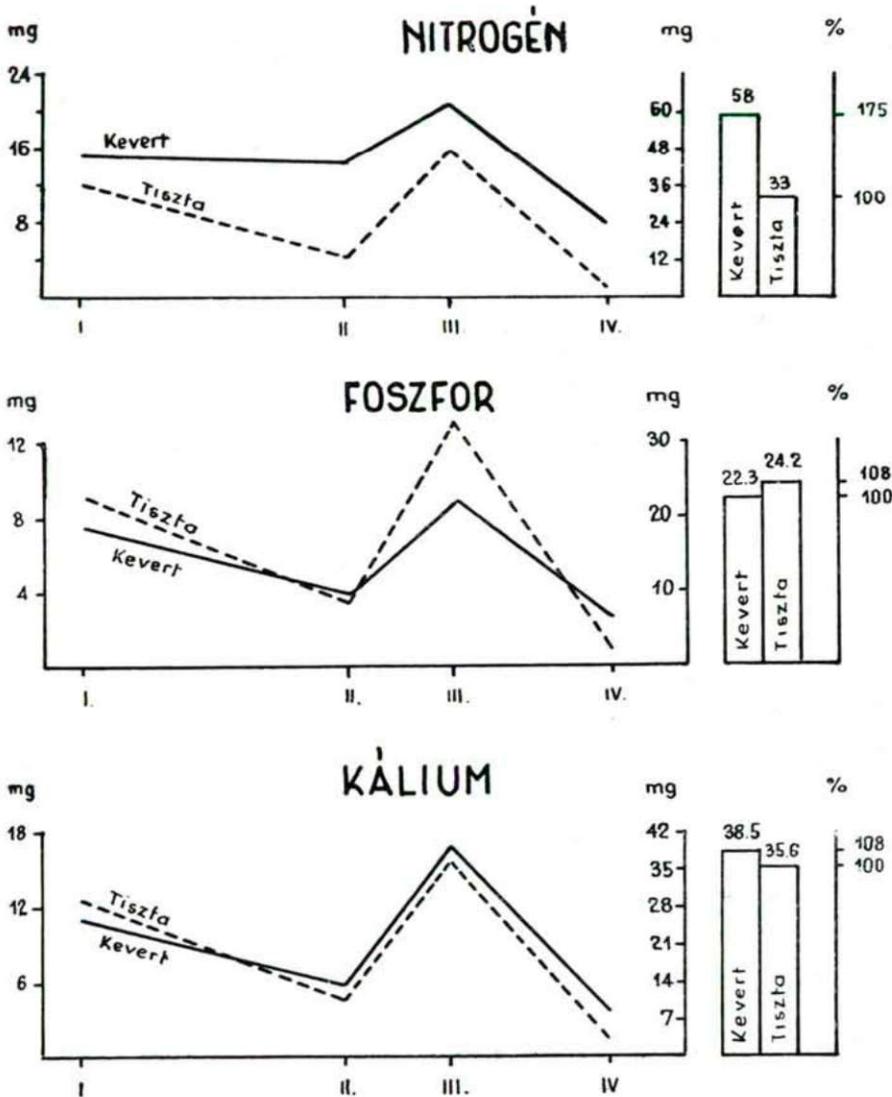


Abb. 1.: NPK-Gehalt des binnen 12 Stunden erhaltenen Blutungssaftes von rein und gemischt ausgesättem Roggen.

rein: - - - - -  
gemischt: ————

Schon bei der ersten Analyse des Blutungssaftes zeigte sich, dass im N-Gehalt des rein und des mit Wicken zusammen aufgewachsenen Roggens erhebliche Unterschiede bestehen (s. Abbildung 1.).

An den Graphikonen von Abb. 1 bedeuten die Werte an der Ordinata den Substanzgehalt des binnen 12 Stunden aufgeströmten Blutungssaftes in mg, während die Abszisse die Blutungsreihenfolge im Verhältnis zu den inzwischen verstrichenen Tagen angibt. Die Säulendiagramme veranschaulichen die Summe der im Verlauf von vier Analysen erhaltenen Mengen, d. h. welche Variante während der Versuchsdauer am besten mit N versorgt war. In Anbetracht dessen, dass die Pflanzen von den einzelnen Nahrungselementen sehr verschiedene Mengen transportieren, haben auch wir an den Diagrammen verschiedene Massenhelten benutzt.

Ein gemeinsamer Zug der NKP-Diagramme in Abbildung 1 ist der ähnliche Verlauf der Kurven. Die vom N-Gehalt des Roggenblutungssaftes angefertigte Abbildung aber zeigt, dass während aller vier Untersuchungen der mit Wicken gemischte Roggen pro Flächeneinheit grössere Mengen transportierte. Im Gesamtergebnis ergibt sich ein Unterschied von 75%, während in den Diagrammen von P und K keine wesentlichen Abweichungen bestehen.

Zur Unterstützung der Tendenz der NPK-Ergebnisse der Saftanalysen haben wir auch den Trockensubstanzgehalt der Blätter und deren N-Gehalt in beiden Varianten bestimmt. Die Ergebnisse enthält Tabelle 2.

Tabelle 2.

Trockensubstanzgehalt und N-Gehalt des rein und des gemischt gesäten Roggens

Behandlung	Roggen s a a t	
	gemischte %	reine %
Trockensubstanz der oberen Blätter in % des Frischgewichtes z. Z. der Blüte	31,12	26,96
Trockensubstanz der unteren Blätter in % des Frischgewichtes z. Z. der Blüte	26,43	22,38
N-Gehalt der oberen Blätter in % des Trockensubstanzgehaltes z. Z. der Blüte	3,57	2,31
N-Gehalt der unteren Blätter in % des Trockensubstanzgehaltes z. Z. der Blüte	1,96	0,83

Wie aus Tabelle 2 erhellt, werden die höheren Werte sowohl bzgl. des Trockensubstanzgehaltes, als auch bzgl. des N-Gehaltes desselben im Falle des Mischsaat-Roggens erhalten. Bekanntlich ist der Stickstoff ein aus den unteren Blättern mobilisierbares Element, sodass bereits bei geringfügigem Mangel der Unterschied gegenüber den gut versorgten Blättern nachweisbar ist, während bei den oberen nur die wesentlich grösseren Unterschiede wahrnehmbar werden. Nach den Daten von Tabelle 2 beträgt die Differenz in der N-Versorgung der unteren Blätter von rein und gemischt gesättem Roggen 136% und im Falle der

oberen Blätter 54%. Hier ist natürlich auch in Betracht zu ziehen, dass bei der reinen Roggensaart die Zahl der Triebe pro Flächeneinheit um 38% höher ist als im Falle der Mischsaat. Ein Vergleich der Ziffern aber ergibt, dass der N-Gehalt der Blätter des Mischroggens sogar auch hinsichtlich der Flächeneinheit ein weitaus grösserer ist.

Zur Klärung des Verhältnisses der Wurzeln von Leguminosen- und Nicht-leguminosenassoziationen im Boden haben wir Wurzelballen ausgegraben und konnten nach wiederholtem vorsichtigen Waschen feststellen, dass das Wurzelwerk der beiden Pflanzenarten auf das innigste miteinander verflochten ist (s. Abbildung 2).



Abb. 2.: Wurzelanteile aus den vereinigten Wurzelsystemen von Wicken und Roggen.

Wie an der vom Wurzelwerk der Mischsaat hergestellten Abbildung 2 ersichtlich, erscheinen die Wurzelsysteme der Wicken- und Roggenpflanzen als ein einheitlich verflochtenes Wurzelwerk, das nach eingehenderem Waschen auch Wurzelknöllchen erkennen lässt.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass die Versuchspflanzen am 19. Mai als Gründünger untergepflügt wurden. Die Grünmasse betrug im Falle der Mischsaat 392 und bei der Reinsaart 368 kg bei einer Fläche von durchschnittlich 310 m<sup>2</sup>. Somit ist festzustellen, dass bei dem Mischroggen nicht nur der Stickstoffgehalt, sondern auch die Grünmasse vermehrt war.

#### Besprechung der Ergebnisse

Es wurde der Blutungssaft von rein und von zusammen mit Wicken gesättem Roggen z. Z. des Blütenstandes viermal untersucht und festgestellt, dass der N-Gehalt des Blutungssaftes in Falle des Mischroggens bei allen vier Bestim-

mungen höher ausfiel als im Falle des reinen Roggens (nach den zusammenfassenden Ergebnissen um 75%). Hieraus ergibt sich, dass die Wicke als Beipflanze bereits auch zu Lebzeiten die N-Versorgung des Roggens anhaltend verbesserte.

Die gleiche Tendenz ist auch an den P- und K-Diagrammen erkennbar, doch waren die Unterschiede bei diesen Nährstoffelementen keine so ausgeprägten.

Die Daten der Blätteranalyse (Tabelle 2) haben erwiesen, dass das mittels Blutungssaftanalyse zu vier verschiedenen Malen nachgewiesene N-Plus im Falle des Mischroggens auch in den Trockensubstanzgehalt der Blätter eingebaut war.

Die Abbildungen der Wurzeluntersuchungen zeigen, dass das Wurzelwerk der beiden Pflanzen eine homogen erscheinende, innig verflochtene Wurzelmasse bildet. Durch unsere Daten wird in vieler Hinsicht die von VIRTANEN und Mitarbeitern entwickelte Diffusionstheorie (16) unterstützt.

### Zusammenfassung

1. Es wurden Untersuchungen zur Klärung des Einflusses von Leguminosen auf die N-Versorgung von zusammen mit diesen gesäten Nichtleguminosen angestellt.

2. Der Blutungssaft des gemeinsam mit Wicken ausgesäten Roggens transportierte nach den Ergebnissen aller vier Untersuchungen grössere Stickstoffmengen als der bei Roggenreinsaaten erhaltene. Nach den Gesamtergebnissen der Analysen übertraf der Mischroggen in dieser Hinsicht den rein gesäten um 75%, was bedeutet, dass die Wicke als Beipflanze noch zu Lebzeiten die N-Versorgung des Roggens anhaltend verbesserte.

3. Die Veränderungen im Phosphor- und Kaliumgehalt des Blutungssaftes von rein und gemischt gesättem Roggen bzw. die Tendenz des Kurvenverlaufes stimmen zwar mit denen des Stickstoffs überein, ohne dass jedoch wesentliche Unterschiede zu verzeichnen wären.

4. Die Ergebnisse der Blattanalysen beweisen, dass der im aufsteigenden Saft des Mischroggens nachgewiesene grössere N-Gehalt auch in die Trockensubstanz der Blätter eingebaut ist, indem die unteren Blätter des Wickenroggens um 136% und die oberen um 54% mehr Stickstoff enthielten als die Blätter des rein gesäten Roggens.

5. Die Untersuchungen der Wurzeln haben ergeben, dass das Wurzelwerk der Mischpflanzen eine einheitlich verflochtene Wurzelmasse bilden.

### Schrifttum

1. DÉZSI, L.: (1957) A növényművelés hatása az őszi búza termésére. Növénytermelés. 6. 45—52.
2. FEHÉR, D.: (1954) Talajbiológia. Akadémiai Kiadó, Bp.
3. GENKEL, P. A.—ANDREEVA, J. N.—ERMAKOVA, K. G.—CVETKOVA, J. V.: (1957) Osznovnue csertü fiziologii psenicü pri novoj szisztème obrabotki pocsvü. Izv. An. SSSR. szer. biol. 4. 448—465.
4. KEMENESY, E.: (1956) Talajergőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Budapest.
5. KLÜKOV, A. P.: (1958) Poszevü kukuruzü sz szoej. Kukuruza. 2. 26—28.

6. KURNIK, E.: (1958) Szójas silókukorica kísérletek és nagyüzemi termesztési tapasztalatok. Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle. 2. 63—74.
7. LINEHAN, P. A.: (1957) The place of clover in modern farming. Agric. Ref. 2. 40—45.
8. NELSON, C. E.—ROBINS, J. S.: (1957) Nitrogen uptake by Ladino clover-orchardgrass pasture under irrigation as influenced by moisture, nitrogen fertilization and clipping treatments. Agron. J. 49. 72—74.
9. OSZADCSIJ, N. I.: (1957) Znacsenie bobovo-zlakovüh travoszmeszej v travopol'nüh szevo-  
oborotah. Tr. Kirg. sz.-h. in-ta, 1. 43—51.
10. PÁLFI, G.: (1958) Biológieszkoe iszszledovanie mineral-nogo pitaniya ozimoy psenicü,  
polucisvsej szideraciju rasztenijami pozsnivnoj kul'turü. Acta Agr. Ac. Sci. Hung.  
VIII. 17—30.
11. PÁLFI, G.: (1960) A permetezőtrágyázás hatásának vizsgálata a búza tápanyagáramolta-  
tására. Agrokémia és Talajtan. 9. 345—356.
12. PÁLFI, G.—DÉZSI, L.: (1958) Az őszi búza termő és meddő hajtásainak ásványi táplál-  
kozása. II. Növénytermelés. 7. 249—256.
13. PETINOV, N. Sz.—KORSUNOVA, K. M.: (1957) O roli kornevoj szisztemü v produktiv-  
noszti lisztovogo apparata kukuruzü pri orosenii. Fiziologija Rasztenij. 4. 365—373.
14. POTAPOV, N. G.—CSEH, E.: (1956) A gyökérvonnyezés törvényszerűségei és a nitrogén  
átalakulása. Agrokémia és Talajtan. 5. 17—26.
15. POTAPOV, N. G.—NAGY, Zs.—GUBDI, B.: (1956) A kukorica ásványi táplálkozása alj-  
trágyázással javított homoktalajon. Agrokémia és Talajtan. 5. 5—16.
16. VIRTANEN, A. I.—HAUSEN, S.—KARSTRÖM, H.: (1933) Untersuchungen über die Legu-  
minose-Bakterien und Pflanzen. XII. Mitt. Die Ausnutzung der aus den Wur-  
zelknölchen der Leguminosen herausdiffundierten Stickstoffverbindungen durch  
Nichtleguminosen.