

BEITRAG DER GRUNDLAGENFORSCHUNG ZUM PROBLEM DER STROHDÜNGUNG

Das Problem der direkten Zufuhr von Stroh zum Boden ist in neuerer Zeit wieder näher untersucht worden. Hierbei berücksichtigte man in der Hauptsache ackerbauliche, biologische und betriebswirtschaftliche Fragen. Als Art der Anwendung wird eine Strohbdeckung des Bodens, Mulchen oder das Unterpflügen von Stroh vorgeschlagen (1). Um Schäden hierbei zu vermeiden, sind ein guter Nährstoffzustand des Ackers und gute Lebensbedingungen für Mikroorganismen und Kleintiere Voraussetzung.

Es würde bisher relativ wenig untersucht, ob die mit dem Stroh in den Boden gelangenden oder die beim Strohabbau auftretenden physiologisch wirksamen Stoffe für das Pflanzenwachstum von Bedeutung sind.

So fand z. B. BÖRNER (2) im Kaltwasserextrakt aus fein vermahlenem Weizenstroh Ferulasäure, p-Oxyzimtsäure, p-Oxybenzoesäure und Vanillinsäure. Er prüfte deren Wirkung auf das Wurzelwachstum von Getreide in Wasserkulturen und konnte nur durch die geringsten verwendeten Konzentrationen Förderungen des Längenwachstums feststellen. Die anderen Gaben bewirkten Hemmungen oder waren ohne Wirkung. Zu den Versuchen wurden allerdings Konzentrationen in einer Höhe benutzt, die voraussichtlich nicht im Boden auftreten können (2). Um natürlichen Verhältnissen näherzukommen, verwendeten wir bei unseren Arbeiten mit Roggenkeimpflanzen in Neubauerschalen 10^{-4} bis 10^{-6} molare Lösungen, d. h. 1,18 bis 0,0118 mg Substanz pro Neubauerschale. Wie aus der Übersicht 1 zu entnehmen ist, erhöhten p-Oxyzimtsäure und Vanillinsäure die Trockensubstanzerträge während Ferulasäure keine Wirkung zeigte.

Übersicht 1

Einfluß von p-Oxyzimtsäure, Vanillinsäure und Ferulasäure auf das Trockengewicht von Roggenkeimpflanzen in g

Konzentration in Mol	p-Oxyzimtsäure		Vanillinsäure		Ferulasäure	
	Sproß	Wurzel	Sproß	Wurzel	Sproß	Wurzel
0	0,57	0,30	0,60	0,37	0,92	0,49
10^{-4}	0,66	0,31	0,74	0,58	0,88	0,49
10^{-5}	0,67	0,31	0,70	0,47	0,92	0,48
10^{-6}	0,54	0,30	0,70	0,44	0,93	0,48

Die fettgedruckten Werte ergeben fehlerstatistisch gesicherte Differenzen mit dem Kontrollwert. Wiederholungsversuche führten zu den entsprechenden Ergebnissen.

Diese Befunde deuten an, daß auch unter natürlichen Verhältnissen ähnliche Wirkungen auftreten können, denn die Auswaschung von Stroh durch Niederschläge entspricht einer Kaltwasserextraktion. Die vier genannten Substanzen sind zwar nicht sehr stabil und werden vermutlich im Boden bald verändert; durch die allmähliche Nachlieferung stehen sie den Pflanzen aber eine bestimmte Zeit zur Verfügung und können somit doch zur Wirkung kommen.

Doch auch bei der Rotte des Strohs entstehen physiologisch wirksame Stoffe. Aus unterschied-

lich lange gerottetem Stroh wurden Kaltwasser-auszüge gewonnen und diese Nährlösungen zugesetzt, in denen Roggenkeimpflanzen wuchsen. Nach einer Rottezeit von 180 Tagen bewirkte der Kaltwasserextrakt sowohl Erhöhungen des Trockensubstanzertrages als auch Veränderungen der Mineralstoffzusammensetzung der Pflanzen (3).

Um über die Natur dieser in den Extrakten auftretenden Stoffe etwas aussagen zu können, ist es notwendig, die stoffliche Zusammensetzung des Strohes näher zu betrachten.

Weizenstroh besteht zu ca. 67% aus Holocellulose und zu ca. 18% aus Lignin. Den Rest stellen in der Hauptsache Asche und Wasser, in Äther oder in einem Alkohol-Benzol-Gemisch lösliche Stoffe dar. Während die Cellulose im allgemeinen im Boden verhältnismäßig rasch abgebaut wird, erfolgt die Zersetzung des Lignins langsamer, so daß es bei der Rotte relativ angereichert wird. Das Lignin dürfte deshalb eine bedeutsame Rolle im Boden spielen, da es mit fortschreitender Strohhrotte einen immer größer werdenden Anteil der dem Boden zugegebenen organischen Substanz darstellt.

Um die beim Abbau des Lignins im Boden auftretenden organischen Verbindungen näher kennenzulernen, isolierten wir aus Weizenstroh natives Lignin. Dieses wurde in Natronlauge gelöst und sofort mit Säure gefällt. In der zurückbleibenden Lösung konnte mit Hilfe der Papierchromatographie und Ultraviolettspektroskopie die bereits im Kaltwasserextrakt aus Stroh gefundenen Ferulasäure, p-Oxyzimtsäure, p-Oxybenzoesäure und Vanillinsäure nachgewiesen werden (Bild 1).

Das ausgefällte Lignin wurde ultrarotspektrographisch untersucht. Die dabei auftretenden Banden zeigten eine weitgehende Übereinstimmung mit denen eines Ligninpräparates, das aus 410 Tage verrottetem Stroh gewonnen wurde (4). SMITH (5), der Nativlignin aus Zuckerrohr mit Natronlauge behandelte, fand die gleichen Veränderungen des Ausgangspräparates wie wir und wies auch dieselben Abbauprodukte nach.

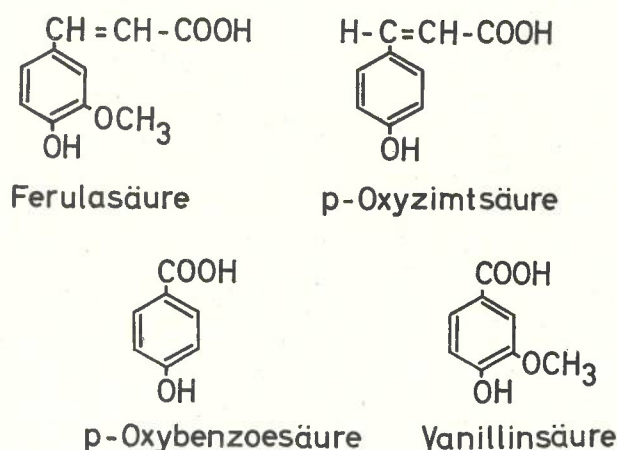


Bild 1

Übersicht 2
Einfluß von Ligninabbauprodukten auf die Erträge von Sommerroggen in Mitscherlichgefäßen

Substanz in 10 ⁻⁵ Mol	Kornertrag		Strohertrag		K ₂ O % i. Tr. S.	
	in g	rel.	in g	rel.	Korn	Stroh
unbehandelt	24,4 ± 0,74	100	49,3 ± 0,78	100	0,49	0,66
2 Protokatechusäure	25,5 ± 0,54	105	53,1 ± 0,67	108	0,58	0,52
6 „	27,2 ± 0,48	111	51,4 ± 0,70	104	0,61	0,65
12 „	26,9 ± 0,75	110	55,6 ± 1,22	113	0,65	0,73
2 Vanillin	26,2 ± 0,78	108	54,1 ± 0,67	110	0,67	0,54
6 „	27,5 ± 0,70	113	53,2 ± 0,01	108	0,71	0,59
12 „	27,1 ± 0,46	111	54,8 ± 0,56	111	0,61	0,51

Die fettgedruckten Werte ergeben fehlerstatistisch gesicherte Differenzen zum Kontrollwert.

Man kann deshalb annehmen, daß durch die Behandlung mit 0,1 n Natronlauge das Nativlignin von Pflanzen in gleicher Weise verändert wird wie durch eine langfristige natürliche Rotte. Und es ist wahrscheinlich, daß die bei der Strohrotte auftretenden physiologisch wirksamen Stoffe zumindest ähnlicher Natur sind wie die von uns beim Abbau von isoliertem Lignin nachgewiesenen Verbindungen.

Jedoch nicht nur die bisher genannten vier Säuren besitzen in diesem Zusammenhang eine Bedeutung. Als weitere Ligninabbauprodukte sind Gallussäure, Protokatechusäure und Vanillin zu nennen. Protokatechusäure konnte bereits im Boden nachgewiesen werden (6). Diese Verbindungen üben ebenfalls einen Einfluß auf den Ertrag und den Stoffwechsel von Getreide aus.

So konnten in Gefäßversuchen durch wenige mg Substanz, die unter den Boden gemischt wurden, Kornertragerhöhungen um 10 bis 12% gefunden werden (Übersicht 2).

Außerdem nahm durch diese Stoffe der Kaligehalt im Korn und in einem Falle auch im Stroh zu, während die Stickstoff- und Phosphorsäuregehalte nur unwesentliche Veränderungen erfuhren (7). Dieser Befund ist sehr interessant, denn er zeigt, daß Ligninabbauprodukte, die z. T. im Boden nachgewiesen werden konnten, einen Einfluß auf die Kaliumaufnahme besitzen. Zwar konnte schon von anderer Seite (8) eine Erhöhung der Kaliumaufnahme durch die Zugabe von Stroh zum Boden gefunden werden, doch muß man bei diesen Untersuchungen beachten, daß durch diese Maßnahme die Pflanzenverfügbarkeit des Kalis im Boden erhöht wird und außerdem mit einer Strohgabe erhebliche Mengen an Kali in den Boden gelangen (9), die ebenfalls den Pflanzen zum großen Teil zur Verfügung stehen.

Durch die hier aufgeführten Untersuchungen sollte gezeigt werden, daß die direkte Zufuhr von Stroh zum Boden nicht nur über den Einfluß auf die Nährstoffverhältnisse im Boden und die Bodenstruktur auf das Pflanzenwachstum einwirken kann. Die aus Stroh mit Wasser extrahierbaren Substanzen und die bei der Rotte auftretenden Stoffe können ebenfalls den Stoffwechsel und die Erträge beeinflussen. Es ist hierfür allerdings Grundbedingung, daß der Nährstoffhaushalt des Bodens und die biologischen Voraussetzungen gut sind. Bei

Untersuchungen mit Stoffen ähnlicher Natur konnten wir nachweisen (10), daß erst dann eine günstige Wirkung auf das Pflanzenwachstum eintritt, wenn die Pflanze gut mit mineralischen Nährstoffen versorgt ist. Außerdem führt die bei der Strohrotte im Boden eintretende biologische Festlegung von Nährstoffen bei schlechter Mineralstoffversorgung zu Ertragsdepressionen, die auch durch den günstigen Einfluß der bei der Rotte auftretenden organischen Stoffe nicht behoben werden können.

Schrifttumsnachweis

1. Das Stroh hinter dem Mährescher. Wolfratshausen: Neureuter 1958. (KTL. Flugschrift Nr. 5.)
2. BÖRNER, H.: Die Abgabe organischer Verbindungen aus den Karyopsen, Wurzeln und Ernterrückständen von Roggen, Weizen und Gerste und ihre Bedeutung bei der gegenseitigen Beeinflussung der höheren Pflanzen. — Beitr. Biol. Pfl. 33 (1956) S. 33.
3. FLAIG, W., E. SAALBACH und U. SCHOBINGER: Über den Einfluß von Kaltwasserextrakten aus unterschiedlich lange gerottetem Weizenstroh auf das Anfangswachstum und die Nährstoffaufnahme von Roggenkeimpflanzen (in Vorbereitung).
4. FLAIG, W. u. U. SCHOBINGER: Infrarotspektren von Weizenstrohlignin und dessen Umwandlungsprodukten (in Vorbereitung).
5. SMITH, D. C. C.: Ester groups in lignin, Nature 176 (1955) Nr. 4475, S. 267—268.
6. FLAIG, W. und G. SCHOLL — unveröff.
7. FLAIG, W. und E. SAALBACH: Beziehungen zwischen Kalium, Wasser und Boden. Kalium-Symposium 1958.
8. CHAMINADE, R.: La potassium et la matière organique Kalium-Symposium 1955, S. 203.
9. SAUERLANDT, W. u. O. GRAFF: Fragen der direkten Zufuhr von Stroh zum Ackerboden. In: Bodenfruchtbarkeit [1]. — Oldenburg: Praxis und Forschung (1955) S. 16—48.
10. v. BOGUSLAWSKI, E. und E. SAALBACH: Die Wirkung von Thymochinon auf das Wachstum von Sommergerste in Abhängigkeit von der Höhe der Stickstoffdüngung (in Vorbereitung).