

Eugen Macovschi:

Die Verwendung der Kapillarmethode zur Einführung chemischer und biologischer Stoffe in den Pflanzenkörper*)

Herrn Prof. Dr. B. Němec zum 85. Geburtstag gewidmet

Zur Einführung verschiedener Substanzen in Pflanzen sind zahlreiche Methoden und Verfahren bekannt, wie z. B. die Absorption der dem Boden oder einer Lösung beigelegten Substanzen durch die Wurzeln, die Behandlung der Samen mit Lösungen oder mit Substanzen in Pulverform, die Bespritzung oder Bestäubung der Blätter, die Einführung von Blättern, Zweigen oder ganzen Stengeln in Lösungen, die Injektion von Lösungen in Stämme, Wurzeln und Früchte, die Auflegung von Watte, Agar-Agar, Pasten usw., die mit aktiven Substanzen getränkt wurden, auf den Wachstumskegel, auf Blätter oder Stengel, die Einführung von Blättern oder Blatteilen in bestimmte Lösungen und Regenerierung der Pflanzen aus diesen Blättern, die Einführung fester Substanzen in vorher an Stengeln und Zweigen gemachte Öffnungen u. v. a. m. Mit Hilfe dieser Methoden und nach anderen ähnlichen Verfahren kann aber der Eindringungsprozess der Substanzen nicht quantitativ verfolgt und mit dem funktionalen Rhythmus des Pflanzenorganismus synchronisiert werden.

Prof. Dr. B. Němec verwendete seit 1913 mehrmals in verschiedenen Versuchen mit Flüssigkeiten (zuerst Bakteriensuspensionen) gefüllte Glaskapillaren, die in verschiedene Pflanzenteile eingestochen wurden. (Die Abbildung einer solchen Infektion ist in der Arbeit von J. Peklo: Über die Smith'schen Rüben Tumoren, Ztschr. f. Zuckerindustrie in Böhmen 39 [5]: 204 bis 219, 1915, Abb. 4. reproduziert.)

In einer im Jahre 1947 erschienenen Arbeit erwähnte I. M. Felber, dass ein Zwirnfaden, dessen eines Ende mit Hilfe einer Nadel in den Pflanzenkörper und das andere in eine Lösung eingeführt wird, als Docht funktionieren kann und somit das ununterbrochene Eindringen der Lösung in die Pflanze sicherstelle. („If a continuous supply of substances is desired, the end of a longer thread may be left immersed in the solution, thus serving as a wick....“) Diese kurze Bemerkung wurde aber weder von einer Angabe gewisser Arbeitsbedingungen ergänzt, noch hat sie die Grundlage quantitativer experimenteller Forschungen gebildet.

Als wir auf dem Gebiete der Stimulatoren und Mikroelemente zu arbeiten begannen, waren wir uns darüber im klaren, dass das von I. M. Felber aufgestellte Prinzip als Ausgangspunkt zur Ausarbeitung einer Methode dienen könnte, die es ermöglichte, sowohl die Menge der in die Pflanze eingedrungenen Substanz, als auch die Geschwindigkeit des Eindringens kontinuierlich und genau zu verfolgen und somit gleichzeitig die Synchronisierung des Einführungsprozesses der Substanzen in die Pflanze mit deren funktionellem Rhythmus sicherzustellen.

*) Diese Arbeit wird auch in einer von der rumänischen Akademie der Wissenschaften herausgegebenen Zeitschrift veröffentlicht.

Führen wir das eine Ende eines aus Zellulosefäden oder aus einem anderen entsprechenden Material bestehenden Dochtes in die Pflanze, zum Beispiel in deren Stengel, ein und das andere Ende des Dochtes in ein besonderes Gefäß, in welchem sich die Lösung der Substanz oder die biologische Flüssigkeit befindet, die wir in die Pflanze einführen wollen, so steigt die Lösung am Docht empor und indem sie mit den Gefäßsbündeln des Stengels in Berührung kommt, geht sie in den Saftkreislauf der Pflanze über. Hat das Gefäß eine günstige Form, kann die Verdunstung der Lösung vom Dochte vermieden und die Menge der in die Pflanze eingetretenen Lösung und die Geschwindigkeit, mit der dies geschieht, bequem und kontinuierlich gemessen werden. Unter diesen Verhältnissen passt sich der langsam vorsichgehende Absorptionsprozess dem jeweiligen Stand und dem funktionellen Rhythmus der betreffenden Pflanze an. Es versteht sich von selbst, dass der Docht nicht nur in Stengel, sondern auch in Wurzeln, Kelchblätter usw. eingeführt werden kann und dass er sich für die Einführung beliebiger Mengen von Lösungen und Flüssigkeiten in den Pflanzenkörper eignet.

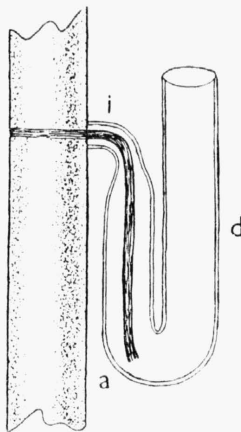


Abb. 1



Abb. 2

Die Abbildung 1 zeigt schematisch ein von uns in den ersten Versuchen angewendetes U-förmiges Glasgefäß. Derartige Gefäße können leicht durch Biegung eines Glasrohres mit entsprechendem Durchmesser hergestellt werden. In den Teil *a* des Rohres (in welchem sich die Flüssigkeit aufwärts bewegt) wird das eine Ende des Dochtes bis auf den Boden eingeführt, während man durch den Teil *d* die in die Pflanze einzuführende Lösung oder biologische Flüssigkeit hinzufügt. Dieser Teil *d* kann mit einer Gradeinteilung versehen werden. Wenn dies nicht der Fall ist, so bezeichnet man die anfängliche Höhe der Lösung (mit einem dünnen Gummiring, Dermatograph usw.) und man kann durch Nachfüllen der Lösung mit Hilfe einer mit Gradeinteilung versehenen Spritze (es können auch Pipetten oder Büretten benützt werden) die von der Pflanze absorbierte Menge der Lösung feststellen. Zur automatischen und kontinuierlichen Registrierung des Absorptionsprozesses können verschiedene Vorrichtungen verwendet werden.

Der Docht, der die Dicke eines Fadens bis zur gewöhnlichen handelsüblichen Dicke besitzen kann, wird vorteilhalber vor Gebrauch entfettet (mit Äther oder Azeton behandelt und dann getrocknet). In Pflanzen mit weichem Stengel kann der Docht mittels einer Nadel eingeführt werden. Da die Nadel aber in die Pflanze eine grössere Öffnung macht, als für den nachfolgenden Faden notwendig ist, kann man die in Abbildung 2 wiedergegebene Art der Verbindung von Zwirn und Nadel benützen. Wir müssen darauf achten, dass der in die Pflanze eingeführte Docht nicht zu stark gepresst wird, da dies das Eindringen der Flüssigkeit hindert, er darf aber auch nicht zu locker

sein, da dadurch keine gute Verbindung zwischen Docht und Pflanze zustande kommt. Mit einigen Vorversuchen kann man leicht das günstigste Verhältnis zwischen Nadelgrösse und Dochtdicke feststellen. In Widerstand leistende Holzpflanzen bohrt man zunächst mit Hilfe eines Bohrers eine entsprechende Öffnung; was die Dicke des Dochtes anbelangt, hält man sich an die Vorsichtsmassnahmen, die bei Pflanzen mit weichem Stengel angewendet werden. Die Einführung des Dochtendes in die in Holzstämme gemachte Öffnung geschieht mit Hilfe eines an einem Ende umgebogenen Drahtes. Für viele Zwecke eignet sich ein Docht mit kreisförmigem Querschnitt; in manchen Fällen ist der flache, bei Petroleumlampen angewendete Docht von Vorteil. Es ist klar, dass in diesen Fällen die Öffnung in der Pflanze die entsprechende Form haben muss.

Um die Verbindung zwischen der Pflanze und dem Gefäss mit der Lösung zu sichern und die teilweise Verdunstung der Lösung von den freien Dochtteilen zu vermeiden, ist es vorteilhaft, den horizontal oder in einem günstigen Winkel gebogenen Teil *i* des Gefässes an der an der Pflanze sich befindenden Öffnung zu befestigen. Die Praxis hat gezeigt, dass es günstig ist, die Biegung *i* mehr oder weniger senkrecht zum U-förmigen Gefäss zu machen, welches dann mittels einer Schnur oder einer Metallklammer mit Leichtigkeit an der Pflanze befestigt werden kann. Wenn an Stelle der U-förmigen einfachere Gefässe angewendet werden sollen (Probiergläser, Kolben, Becher, Eimer, usw.), kann der Teil des Dochtes, welcher in die Pflanze eintritt, durch Schutzröhren geschützt werden, wie zum Beispiel durch Gummischläuche, die entsprechende Ausmasse besitzen. Das freie Ende des Schlauches kann an der entgegengesetzten Seite des Stengels verknüpft werden, wodurch eine bessere Verbindung zwischen Docht und Pflanze erzielt wird. Für diesen Zweck kann man auch elastische oder steife Schutzröhren (aus Glas, Porzellan, nichtrostendem Metall) verwenden, deren eines Ende, welches an die Pflanze befestigt wird, kreisförmig erweitert und das andere mit Bändern zur Befestigung versehen wird. Falls nötig, können die Verbindungsstellen zwischen den Gefässen, bzw. zwischen den Schutzröhren und der Pflanze, sowie auch die Öffnung, durch welche der Docht eintritt, mit einem indifferenten Isolierungsmittel versehen werden.

Durch Vorversuche müssen in jedem Einzelfall die günstigsten Arbeitsbedingungen festgesetzt werden: das entsprechendste Ausmass eines einzigen Dochtes, die Anbringung von mehreren Dochten (besonders bei Holzpflanzen) usw.

Diese neue Methode der Einführung von Lösungen verschiedener chemischer Substanzen und verschiedener biologischer Flüssigkeiten in den Pflanzenkörper kann als Kapillar-Methode bezeichnet werden: diese bietet ausgedehnte und interessante Anwendungsmöglichkeiten in der Pflanzenbiochemie und -physiologie, sowie auch in der Lösung verschiedener Fragen auf dem Gebiete der Colchicinisierung, der Behandlung mit Wachstumshormonen, der vegetativen Hybridisierung, der Krankheitsbekämpfungen, des Schutzes gegen Schädlinge usw.

Zieht man zum Beispiel Pflanzen auf Nährböden, denen gewisse Substanzen fehlen, und bietet man dieselbe oder andere chemische Produkte mit Hilfe der Kapillar-Methode in genau bestimmten Mengen, so kann man nicht nur die biochemische und physiologische Rolle der Wurzeln während verschiedener biochemischer Prozesse, sondern auch das Verhältnis zwischen den ein-

geführten und den sich in der Pflanze befindenden Substanzen näher bestimmen.

Durch Einführung verschiedener chemischer Substanzen und Biokatalysatoren in Pflanzen könnte man vielleicht zu einigen Änderungen im Stoffwechsel der betreffenden Pflanzen gelangen. Mit Hilfe dieser Methode werden auch Untersuchungen in der Frage der Biogenese verschiedener Substanzen, wie Alkaloide, Glukoside u. dgl. möglich, da man durch Einführung verschiedener Zwischenprodukte in die Pflanzen die Etappen der Biosynthese bestimmen kann und vielleicht auch Möglichkeiten finden wird, die Biogenese zu verstärken, was eine gewisse praktische Bedeutung haben könnte.

Die Einführung der Säfte von einer Pflanze in den Körper einer anderen mittels der Kapillar-Methode wird vielleicht auch die Aufklärung verschiedener Aspekte der vegetativen Hybridisierung erlauben.

Auf diese Art wird es vielleicht auch gelingen, verschiedene Pflanzensäfte, bzw. gewisse chemische Substanzen in die Pflanzen einzuführen, die den Widerstand derselben Krankheiten und Schädlingen gegenüber vergrößern könnten. Gleichfalls können Forschungen auf dem Gebiete des Wasserhaushaltes der Pflanzen mittels unserer Methode Beiträge zum Problem der Widerstandskraft gegen Frost und Trockenheit liefern.

Zur Zeit werden im Biochemischen Institut der Akademie der Rumänischen Volksrepublik mit Hilfe der beschriebenen Kapillar-Methode eine Reihe von Untersuchungen zur Klärung der verschiedenen angeführten Probleme durchgeführt; die Ergebnisse dieser Forschungen werden den Gegenstand künftiger Mitteilungen bilden.

Ich danke dem Direktor des Botanischen Gartens in Bukarest Prof. I. Tarnavski für das zur Verfügung gestellte Pflanzenmaterial, das für die Ausführung der ersten Versuche notwendig war, ferner meinen Mitarbeiterinnen Sanda Radulescu und Lilica Botosaneanu, sowie auch der Assistentin Didona Radulescu vom Lehrstuhl für Botanik an der Biologischen Fakultät in Bukarest für ihre bei den Versuchen geleistete Hilfe.

Zusammenfassung

Von dem von I. M. Felber aufgestellten Prinzip, nach welchem man mittels eines Zwirnfadens wie durch einen Docht das Eindringen verschiedener Lösungen in Pflanzen sicherstellen könne, ausgehend, hat der Autor eine Methode, die Kapillar-Methode, ausgearbeitet, welche eine genaue und kontinuierliche Verfolgung sowohl der in die Pflanze eintretenden Substanzmenge, als auch die Geschwindigkeit ihres Eindringens erlaubt und welche gleichzeitig eine Synchronisierung des Eindringungsvorganges der Substanzen in den Pflanzenkörper mit dem funktionellen Rhythmus desselben ermöglicht.

Die Kapillar-Methode bietet ausgedehnte und interessante Anwendungsmöglichkeiten für die Lösung verschiedener Probleme auf dem Gebiete der Pflanzenbiochemie und -physiologie, bei Colchicinisierung, bei der Behandlung mit Wachstumshormonen, bei vegetativen Hybridisierungen, bei Krankheitsbekämpfungen, Schädlingsschutz usw.

Anschrift des Verfassers: Akad. Eugen Macovschi Institut für Biochemie der Akademie der Rumänischen Volksrepublik, Bukarest.

Schriftenverzeichnis

Felber, I. M. (1947): Direct introduction of chemical substances into herbaceous plants. Science 106 : 251.