

KURZE MITTEILUNG.

(Aus dem Botanischen Laboratorium der Universität zu Tomsk.)

MAGNETWACHSTUMSREAKTIONEN BEI PFLANZEN.

Von

P. W. SSAWOSTIN.

(Eingegangen am 1. August 1930.)

Zahlreiche Versuche über den Einfluß des konstanten magnetischen Kraftfeldes auf die Rotation des Plasmas in den Zellen der Pflanzen haben mich zur Feststellung der folgenden drei Typen der Einwirkung des Feldes auf die pflanzliche Zelle gebracht¹: 1. Das Feld wirkt auf die zirkulierenden elektrischen Ströme in der Zelle dadurch, daß es diese nach der Regel von AMPÈRE verschiebt. 2. Das Feld wirkt auf die Geschwindigkeiten der biochemischen Oxydationsreaktionen. 3. Das Feld beeinflußt Verschiebungen magnetischer Massen, welche in der Zelle aufgespeichert sind.

Seit dem Jahre 1926 habe ich mehrere Versuche über den Einfluß des konstanten magnetischen Kraftfeldes auf das Wachstum des Primärblattes des Weizens bei senkrechter Orientierung der Kraftlinien zur Hauptachse des wachsenden Organs gemacht, und im Jahre 1929 habe ich auch im Botanischen Institut zu Leipzig Beobachtungen über das Wachstum der Koleoptilen des Hafers bei paralleler Orientierung der Kraftlinien ausgeführt. Wie in dieser, so auch in jener Serie der Versuche dienten die Schlußfolgerungen aus meiner Arbeit¹ über die Rotation des Plasmas im magnetischen Felde als Grundlage zur Deutung der erhaltenen Effekte.

Ich muß feststellen, daß ähnliche Versuche in der Literatur nicht beschrieben sind, ausgenommen diejenigen mit magnetophysiologischen Wirkungen, die ich in meiner früheren Arbeit¹ angeführt habe, und einige andere sehr kurze und unvollständige Untersuchungen (z. B. von TOLOMEI, CISELSKY usw.) aus der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. (Ausführliche Angaben über die Literatur bei späterer Gelegenheit.) Das Gebiet der Magnetophysiologie ist bisher so unvollkommen bearbeitet worden, daß ich in allen meinen Untersuchungen zuerst bestrebt war,

¹ SSAWOSTIN, P. W.: *Planta* **11**, 683—726 (1930).

die Existenz von Effekten des magnetischen Feldes auf die Funktionen der Pflanzen sicherzustellen.

In der ersten Serie der Versuche wurde das regelmäßige magnetische Feld, welches in einem Elektromagneten von DU BOIS erhalten wurde, *senkrecht* zu dem wachsenden Organ orientiert. Ich habe zu den Versuchen Pflänzchen einer reinen Linie von Weizen benutzt, die die Länge von etwa 40—60 mm mit dem Primärblatt von 7—25 mm besaßen. Sie wurden in einen besonders dafür gebauten Thermostaten gestellt, um so die Nebenwirkung der Wärme zu vermeiden, die von dem Elektromagneten ausstrahlte. Die Temperaturschwankungen gingen meistens nicht über 1,0° C hinaus, was nach den Ergebnissen von Kontrollversuchen ohne Einfluß auf die Geschwindigkeit des Wachstums sein soll. Der Zuwachs wurde mit Horizontalmikroskopen abgelesen.

Bei Einführung der Pflanzenbasis in das magnetische Feld läßt sich eine starke Beschleunigung des Wachstums nach 11—13 Minuten Wirkungszeit bei verschiedenen Spannungen des Feldes von 200 bis 2150 Gauß beobachten. Der Höhepunkt der Wachstumsreaktion erreichte zuweilen 100% im Vergleich mit dem Zuwachs vor dem Einschalten des Feldes.

Ein bedeutend niedrigerer Wert der Wachstumsreaktion wurde erhalten, als der Gipfel der Pflanzen ins Feld eingebracht wurde; *das magnetische Feld dürfte also direkt auf die wachsende Zone der Pflanze wirken*. Ich bin selbst geneigt zu glauben, daß auch schwächere Reaktion beim Einbringen des Gipfels in das Feld nur durch die beobachtete Wirkung der zerstreuten Kraftlinien auf die Basis der Pflanze hervorgerufen wird.

Den allgemeinen Gang der Wachstumsreaktion kann man folgendermaßen beschreiben: Bei dem Einschalten des Feldes beobachtet man eine starke Steigerung der Geschwindigkeit des Wachstums gegenüber derjenigen vor Einschalten des Feldes. Aus technischen Gründen konnte die Zeit der magnetischen Einwirkung nicht länger als 25 Minuten dauern, und in diesem Zeitraum war bei einigen Pflanzen eine kontinuierliche Steigerung der Wachstumsgeschwindigkeit zu beobachten, bei anderen eine starke Steigerung des Wachstums bis zu einer gewissen Größe, die dann nach bestimmter Zeit konstant blieb. Das Ausschalten des Feldes ruft eine neue Beschleunigung des Wachstums hervor, das, ohne abzusinken, mit erhöhter Geschwindigkeit weitergeht.

Die beschriebenen Erscheinungen möchte ich, in Analogie zu verschiedenen anderen „Wachstumsreaktionen“, als „Magnetwachstumsreaktionen“ bezeichnen. Zwischen dem Höhepunkt der Reaktion und der Spannung des Feldes gibt es eine anscheinend exponentielle Beziehung, welche durch eine bemerkenswerte Eigenschaft charakterisiert ist: Der Höhepunkt der Wachstumsreaktion steigt bei niedrigen und großen Spannungen des Feldes an, während bei mittleren die Reaktion herabsinkt.

Während der Beobachtungen konnte keinerlei Krümmung der Stengel zu irgendwelchem Pole bemerkt werden, was sichtlich gegen einen Einfluß des Feldes auf die mechanische Verschiebung der magnetischen Massen deutet, die in den Zellen aufgespeichert sind.

Bereits alle diese Erscheinungen zwingen uns vielmehr die Vorstellung auf, daß das magnetische Feld auf die Wachstumsvorgänge bei Pflanzen eine sehr komplizierte Wirkung ausübt, vielleicht hauptsächlich biochemischen Charakters.

Vom letzteren überzeugt mich die sehr interessante Tatsache, daß die Magnetwachstumsreaktion sich bei allen Versuchspflanzen nur in dem Zeitraum zwischen 12—14 Uhr am Tage äußert, während sie in den Morgen- und Abendstunden nicht bei allen Pflanzen bemerkbar ist. Es gibt also eine augenscheinliche Beziehung zwischen der Zeit des Tages und der Empfindlichkeit der Pflanze auf magnetische Reizung mit einem zwischen 12 und 14 Uhr gut ausgeprägten Maximum. Unwillkürlich wird man sie auf die inneren tagesperiodischen Erscheinungen in der Zelle und in erster Linie auf die Kernteilungen zurückführen. Ich bin geneigt, anzunehmen, daß die Zone der Zellteilungen im wachsenden Organ ein die Magnetreizung empfangender Bereich ist. Es sind mehrere Versuche angestellt worden, um diesen Gedanken experimentell zu prüfen.

Schon im ersten Teil der „Magnetophysiologischen Untersuchungen“ habe ich behauptet, daß die drei Elemente: Fe, Mn und O_2 , welche für die biologischen Oxydationen Bedeutung haben, nicht zufällig die ersten Glieder der Reihe der paramagnetischen Elemente sind. Das magnetische Feld muß die Anziehungskräfte dieser Elemente in biologischen Medien vergrößern und dadurch die Geschwindigkeiten oxydierender Reaktionen erhöhen. Deswegen kann man erwarten, daß die Magnetwachstumsreaktionen in magnetischen Feldern bei Einführung gewisser Mengen von Fe- oder Mn-Salzen in die Pflanzen zunehmen.

Die ersten Versuche in dieser Richtung sind von mir im Botanischen Institut zu Leipzig durchgeführt worden. In ihnen wurde das Ziel verfolgt, den Einfluß des Magnetfeldes auf die Geschwindigkeit des Wachstums bei Haferkoleoptilen unter *paralleler* Orientierung der Kraftlinien zum wachsenden Organ zu studieren, sowie die Wachstumsreaktion bei Zuführung von paramagnetischen Ionen zu beobachten.

Die Endergebnisse dieser Untersuchung können so formuliert werden: Bei verhältnismäßig hohen Spannungen des Feldes (ungefähr 1600 Gauß) und bei paralleler Orientierung der Kraftlinien zur Wachstumsrichtung hat sich unabhängig von der Tageszeit keine Wachstumsreaktion geäußert. Bei minimalen Spannungen (ungefähr 60 Gauß) war die Wachstumsreaktion ungemein stark. Man muß daher sagen, daß sie in diesem Falle nicht den Charakter einer Wachstumsstimulation trug. Sie war aber der Reaktion von Muskeln auf elektrische Reize ähnlich, d. h. sie wurde

durch starke, bald erschlaffende Schwankungen der Wachstumsgeschwindigkeiten charakterisiert.

In einer anderen Serie dieser Versuche, bei Zufügung von 0,001 n. Mangannitrat zur Nährlösung von TOTTINGHAM (in welcher die Pflanzen gezogen wurden), stieg die Wachstumsreaktion auf 40% im Vergleich mit der normalen Reaktion ohne Mangan. Man kann der Meinung sein, daß diese Erscheinung als Bestätigung der oben beschriebenen Bedeutung der Mn-Salze für die Geschwindigkeiten der oxydierenden Vorgänge im magnetischen Felde gewertet werden kann.

Ich hoffe, in der nächsten Zukunft eine neue Mitteilung über die Ursachen der Verschiedenheit im Charakter der Magnetwachstumsreaktionen bei paralleler und senkrechter Orientierung der Kraftlinien geben zu können, ebenso wie eine ausführliche Beschreibung der hier erwähnten Versuche.

Mancherlei Anregungen und die Ermutigung zur Erweiterung dieser und anderer Untersuchungen verdanke ich Herrn Prof. Dr. W. RUHLAND und Herrn Privatdozent Dr. H. ULLRICH, denen ich meine herzlichste Dankbarkeit zum Ausdruck bringe.
