

## Rola kompleksów fosforo-huminowych w żywieniu roślin\*

Die Bedeutung der Phosphor-Huminsäure-Verbindungen in der  
Pflanzenernährung

STEFAN SZYMAŃSKI

We wstępnej części referatu omówiono szczególną pozycję, jaką zajmuje fosfor w żywieniu mineralnym roślin. Mała ruchliwość i uwstecznianie fosforu w glebie — obok doniosłej roli fizjologicznej i biochemicznej tego pierwiastka powodują, że bardzo często staje się on czynnikiem ograniczającym prawidłowy przebieg wzrostu i rozwoju roślin.

Liczne badania, prowadzone od wielu lat nad zagadnieniem gospodarki fosforowej roślin, wskazują, między innymi, na poważną rolę związków próchniczych w uwalnianiu uwstecznionego fosforu, względnie zabezpieczaniu go przed uwstecznieniem, a tym samym — w lepszym wykorzystaniu tego składnika przez rośliny.

Rola ta nie jest dotąd w pełni wyjaśniona i bywa różnie interpretowana. W referacie omówiono zasadnicze koncepcje dotyczące tej funkcji związków próchniczych.

Badania własne autora nawiążają do prac A. Gregoire i R. Chambre, postulujących występowanie połączeń fosforo-huminowych w naturalnych warunkach glebowych.

Badania laboratoryjne, dotyczyły możliwości otrzymania tego rodzaju połączeń przy użyciu czystych i zdefiniowanych związków próchniczych jako substancji wyjściowych. Stosując oryginalną technikę, otrzymano z czystych kwasów huminowych (z torfu) i kwasu ortofosforowego, w obecności jonów Ca, preparaty kompleksowych połączeń fosforohuminowych o znacznej zawartości fosforu (KPH). Określono ich trwałość, warunki odczepiania związanego fosforu oraz szereg innych własności.

Uzyskane wyniki wskazują na adsorpcyjny charakter otrzymanych połączeń, w których rolę adsorbentu spełniają kondensujące układy koloidowe kwasów huminowych. Wiązanie pomiędzy kwasami huminowymi a jonami kwasu fosforowego ma charakter fizykochemiczny, a nie absorpcyjny czy

\* Streszczenie referatu wygłoszonego na konferencji naukowej poświęconej problemowi „Próchnica a roślina” w 1957 r. w Poznaniu.

też czysto chemiczny. Wapń spełnia tu rolę czynnika warunkującego odpowiednią orientację przestrenną cząsteczek adsorbendum, w monomolekularnej warstwie na pograniczu faz.

Z fizjologicznego punktu widzenia przeprowadzono w latach 1954—1957 szereg doświadczeń wegetacyjnych z różnymi roślinami, w celu wyjaśnienia roli, jaką te połączenia mogą pełnić w żywieniu roślin fosforem, i ich wpływu na wzrost i rozwój roślin. Część tych doświadczeń została już opublikowana w roku 1955.

Z późniejszych badań przedstawiono rezultaty dwóch porównawczych doświadczeń wazonowych z lnem i owsem, w których jako źródło fosforu stosowano otrzymywane na drodze laboratoryjnej kompleksowe połączenia fosforohuminowe (KPH), w porównaniu z superfosfatem i supertomasyną. Dla wyjaśnienia wpływu odczynu gleby na stopień wykorzystania fosforu z badanych form nawozowych każde z tych doświadczeń przeprowadzono w dwóch seriach, a mianowicie:

A — na glebie nie wapnowanej — pH w KCl = 6,4

B — na glebie wapnowanej  $\text{CaCO}_3$  do pH  $\cong 7,0$ .

Dwukrotnie w ciągu wegetacji przeprowadzano cięcia roślin we wszystkich kombinacjach, określając na podstawie zawartości fosforu, stopień wykorzystania tego pierwiastka z badanych form. Wyniki zilustrowano zdjęciami fotograficznymi i tabelami.

Zasadnicze rezultaty obu doświadczeń przedstawiały się następująco:

1. W warunkach obu doświadczeń fosfor okazał się, jeśli nie wyłącznym, to w każdym razie głównym czynnikiem fizjologicznym, decydującym o różnicowaniu się roślin pod względem wzrostu i rozwoju, jak i wysokości pionów.

2. W obu doświadczeniach KPH okazały się bardzo korzystną dla roślin formą fosforu. Na glebie zarówno nie wapnowanej, jak i wapnowanej rośliny zdolny pobierać z KPH od początku wegetacji większe ilości fosforu aniżeli z pozostałych form nawozowych.

3. Wapnowanie gleby wyraźnie obniżyło stopień wykorzystania fosforu ze wszystkich stosowanych form. Obniżenie to było największe w kombinacji z superfosfatem, gdzie na przykład u owsa zawartość fosforu w plonie ogólnym była o 30% niższa niż na glebie nie wapnowanej. W tym samym stopniu obniżyły się plony. Stąd też na glebie wapnowanej plony obu roślin były niższe we wszystkich kombinacjach.

4. Wykorzystanie fosforu z KPH miało również nieco odmienny przebieg na glebie nie wapniowanej i wapnowanej.

W początkowych fazach wzrostu roślin było ono słabsze na glebie wapnowanej. W późniejszym okresie, kiedy system korzeniowy był już silnie rozwinięty, szybkość pobierania fosforu była w obu seriach prawie jednakowa.

W rezultacie u obu roślin zawartość fosforu jak i wysokość plonu były wyższe na glebie nie wapnowanej.

5. Fakty te, w zestawieniu z wynikami badań laboratoryjnych, pozwalają przypuszczać, że w przeciwnieństwie do superfosfatu czy supertomasyny obniżenie przyswajalności fosforu z KPH na glebie wapnowanej można raczej tłumaczyć niekorzystnymi warunkami uwalniania go z tych połączeń niż uwstecznianiem przez Ca.

6. Dodatni wpływ KPH na wzrost i rozwój badanych roślin związany był z większym i szybszym pobieraniem i nagromadzaniem fosforu.

Na przykład u owsa, w stosunku do superfosfatu, zawartość fosforu w plonie końcowym była wyższa na glebie nie wapnowanej o 70%, na glebie wapnowanej o 100%. Podwyższenie plonu ogólnego wynosiło odpowiednio 45% i 60%, a podwyższenie plonu nasion: 41% i 89%.

U roślin, dla których źródłem fosforu były KPH, stwierdzono wyraźne przyspieszenie tempa wzrostu, większą zawartość chlorofilu w liściach, większy stopień krzewienia oraz lepsze zaawansowanie roślin w rozwoju. U owsa wpływ fosforu przejawiał się również w procesach jakościowego i ilościowego różnicowania się kłosów, zwiększając liczbę i ciężar nasion.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Eine Anzahl von Untersuchungen zeigt, dass die Versorgung der Pflanze mit der Phosphorsäure u.a. auch durch Humusstoffe bzw. Huminsäure beeinflusst werden kann. Dieser Einfluss ist von sehr komplizierter Art und bisher noch unaufgeklärt. Der Verfasser besprach in seinem Referat die bisherigen, prinzipiellen Angaben darüber.

Die eigene Untersuchungen des Verfassers, führten auf dem laboratorischen Wege zum Erhalten von Phosphor-Huminsäure-Verbindungen, auf deren Vorhandensein in Böden schon A. Gregoire u. R. Chaminaud eingewiesen haben.

Der Verfasser erhielt aus gereinigten Huminsäuren (die er aus Torf gewonnen hatte) u. aus Phosphorsäure in Gegenwart von Ca-Ionen — Präparate von derartigen Phosphor-Huminsäure-Verbindungen — die in weiteren Auss. als KPH bezeichnet werden. Es wurden einige Eigenschaften der KPH u. die Eigenart der Bindung untersucht.

Eine Reihe in den Jahren 1954—1957 durchgeföhrter Untersuchungen, pflanzenphysiologischer Art, sollte zur Klärung folgender Fragen beitragen: Was für eine Bedeutung können die KPH in der Pflanzenernährung haben? Welchen Einfluss haben die KPH auf das Wachstum, auf die Entwicklung u. auf den Ertrag der Pflanzen? Die ersten Ergebnisse wurden im Jahre 1955 veröffentlicht (2).

Von den weiteren Untersuchungen stellte der Verfasser die Ergebnisse

von zwei Mitscherlichgefäßversuchen mit Lein u. Hafer, in denen die KPH im Vergleich mit Superphosphat u. Thomasphosphat als P-Dünger untersucht wurden. Diese Versuche wurden auf einen Podsolboden in zwei Serien durchgeführt: A. — ohne Kalkzusatz pH = 6,1 u. B. — durch  $\text{CaCO}_3$  (gemäss der  $\text{Hh} = 1$ ) auf pH = 7,0 gebracht. Die aufgenommene Phosphorsäure wurde zwei mal während der Vegetationsperiode u. zum dritten mal in dem Ertrag bestimmt.

Diese beiden Versuchen liessen erkennen, dass:

1. Die Phosphorsäure zeigte sich, wenn nicht alleiniger, dann wenigstens als einer der wichtigsten, physiologischen Faktoren, der die Unterschiede im Wachstum in der Entwicklung u. in der Höhe der Erträge beweisen hatte.

2. In beiden Serien der beiden Versuchen bildeten die KPH eine sehr gunstige Nahrungsform für die beiden untersuchten Pflanzen.

3. Das Versehen des Bodens mit Kalk, verringerte wesentlich die Aufnehmbarkeit des P von allen Düngarten; am meisten von Superphosphat (um 30%). Die Erträge nahmen in derselben Grade ab.

4. Die Ausnutzung des P aus KPH war auf kalkgedüngtem Boden geringer, vor allem in den ersten Wochen der Vegetationsperiode.

5. Die geringere Ausnutzung des P aus KPH auf kalkgedüngtem Boden liesse sich im Zusammenhang mit den Ergebnissen der Laboratoriumsversuchen dadurch erklären, dass in diesem Falle die Abspaltungsbedingungen ungünstiger gewesen waren; während beim Superphosphat vor allem die Festlegung des P stattfand.

6. Der Günstige Einfluss der KPH auf das Wachstum u. die Entwicklung der untersuchten Pflanzen war mit einer grösseren und schnelleren Phosphorsäure-Aufnahme verbunden. Deswegen bewirkten die KPH das Wachstum, den Chlorophylgehalt, die Mineralstoffaufnahme, die Entwicklung u. die Erträge — insbesondere den Kornertrag — stark.

#### LITERATURA

1. Chaminade R., 1944, Les formes du phosphore dans le sol. Nature et rôle des complexes phospho-humiques, Ann. Agron. 4:2—52.
2. Wojciechowski J., Z. Krzywanski i S. Szymański, 1955, Wpływ połączeń fosforohuminowych na wzrost i rozwój roślin, PTPN 2(7): 1—30.