N° 6—10 *B* I JUIN—DÉCEMBRE 1938

# BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES ET DES LETTRES

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE *B*: SCIENCES NATURELLES (I)

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1938

Publié, par l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres, sous la direction de M. S. Maziarski, Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles (Cracovie, Institut d'Histologie de l'Université, rue Wielopole 15).

Nakładem Polskiej Akademii Umiejętności.
Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego

# BULLETIN INTERNATIONAL
# DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES ET DES LETTRES

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE *B*: SCIENCES NATURELLES (I)

ANNÉE 1938

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1938

## Table des matières.

# *Wpływ żelaza i molibdenu na wiązanie azotu przez Azotobaktera w obecności próchnianów lub ich popiołów. Über den Einfluß von Eisen und Molybdän auf die Stickstoffbindung durch Azotobakter in Gegenwart von Humussubstanzen oder von deren Aschen.*

Mémoire

de M. ***J. KOVATS***,

présenté le 17 Juin 1938 par M. S. Krzemieniewski m. t.

## I.

In der letzten Zeit wurde mehrmals versucht, den günstigen Einfluß der Humusstoffe auf die Stickstoffbindung von Azotobakter durch deren Bestandteile wie Eisen und Molybdän zu erklären. Manche Angaben sprechen jedoch dafür, daß neben den Mineralbestandteilen auch die organische Substanz im Humus eine bedeutende Rolle spielt. Endlich kann auch den physikalischen Eigenschaften des Humus eine gewisse Bedeutung nicht abgesprochen werden.

Auf die Bedeutung des Eisens in den Humussubstanzen haben zum ersten Mal Remy und Rösing (6) hingewiesen. Sie haben nämlich festgestellt, daß die nach dem Kochen mit HCl abgeschwächte Aktivität der Humussubstanz mit der Verringerung des Eisengehalts zusammenhängt und durch einen Zusatz von Eisenverbindungen wieder auf ihren ursprünglichen Wert gebracht werden kann.

Einen wichtigen Fortschritt in der Entwicklung der Anschauungen über die Bedeutung des Humus bildet die Feststellung von Bortels (3), daß die Stickstoffbindung durch Azotobakter sowohl durch Humusasche als auch — und zwar in hohem Grade — durch Molybdän gefördert wird.

Unlängst (5, 7) wurde auch festgestellt, daß zur üppigen Entwicklung der Kulturen von Azotobakter in der Nährlösung neben Mo verhältnismäßig viel Eisen nötig ist. Die Anwesenheit der beiden Bestandteile in bestimmten Mengen bewirkt nämlich in der Nährlösung so große Stickstoffgewinne, wie sie nur mit dem besten Humus gewonnen werden können. Da nun einerseits aus verschiedenen Böden oder sogar aus einem und demselben Boden je nach der Art des Verfahrens verschiedene und zwar in bezug auf die Begünstigung der N-Bindung bessere oder schlechtere Humate gewonnen werden, anderseits der durch Kochen mit HCl abgeschwächte Humus durch Eisen regeneriert wird, erschien es angebracht, den Einfluß von Molybdän und Eisen auf die Kulturen in Gegenwart von verschiedenen Humaten des näheren zu bestimmen.

Ebenso galt es zu untersuchen, ob und inwieweit der Zusatz von Eisen und Molybdän zur Nährlösung auf die Humusasche vorteilhaft einwirken und inwieweit deren Wirkung auf die Stickstoffbindung derjenigen des Humus gleichgesetzt werden kann. Die Klärung dieser Probleme würde zu einer genaueren Kenntnis des Humus und seiner Rolle im Prozeß der Stickstoffbindung beitragen.

Als Standardnährlösung wurde eine 2% Glukoselösung benutzt. Diese enthielt in 100 ccm bidest. Wasser 0·1 g $K_2HPO_4$, 0·05 g $MgSO_4.7H_2O$ und 0·05 g $CaCO_3$. Zu dieser Nährlösung wurden je nach Bedarf bestimmte Mengen von Humus, Humusasche, Fe oder Mo hinzugefügt. Nach Ablauf der Versuchszeit wurde der Stickstoff und der Glukosegehalt bestimmt.

*Azotobacter chroococcum* wurde aus Gartenerde isoliert. Die Kulturen wurden in je 100 ccm Nährlösung in Kolben aus Jenaer 20-Glas mit flachem Boden von 11·5 cm Durchmesser angelegt. Die Nährlösung wurde dreimal im Wasserdampf sterilisiert. Kultiviert wurde in Brutschrank immer bei 27—29° C.

Um die Wirksamkeit und andere Eigenschaften der verwendeten Humate zu überprüfen, wurden folgende drei Versuchsserien ausgeführt.

Mit je 0·2 g dieser Humate wurden in 100 ccm Nährlösung im Laufe von 5 Tagen folgende N-Gewinne erhalten (Tab. I).

Das Humat Nr. 1 hat sich somit als das beste, das Humat Nr. 2 als das schlechteste erwiesen; das Humat Nr. 3 ist von mittelmäßiger Wirksamkeit.

TABELLE I.

| Die Stickstoffgewinne in den Kulturen des Azotobakters mit verschiedenen Humaten. | | | |
|---|---|---|---|
| | Nährlösung mit | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 10. IV. 1937 | 0·2 g Natriumhumat Nr. 1 | 31·2<br>30·1 | 16·9<br>16·2 |
| 10. IV. 1937 | 0·2 g Natriumhumat Nr. 2 | 18·5<br>18·8 | 10·6<br>10·2 |
| 6. X. 1937 | 0·2 g Natriumhumat Nr. 3 | 21·7<br>22·2 | 15·3<br>16·1 |

Die Wirksamkeit der Humusstoffe wird durch 5-stündiges Kochen mit HCl ungleichmäßig abgeschwächt. Die Humate Nr. 2 und Nr. 3, die zu den Kulturen in einer Menge von je 0·2 g auf 100 ccm der Nährlösung verwendet wurden, haben im Laufe von 5 Tagen folgende Stickstoffgewinne gebracht (Tab. II).

TABELLE II.

| Die Stickstoffgewinne in den Kulturen des Azotobakters mit den mit HCl gekochten Humaten in den Nährlösungen. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Nährlösung mit | Mit HCl nicht gekochte Humate | | Mit HCl gekochte Humate | |
| | | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 6. X. 1937 | 0·2 g Natriumhumat Nr. 2 | 17·7<br>17·2 | 10·5<br>11·5 | 2·3<br>2·2 | 5·5<br>5·8 |
| 6. X. 1937 | 0·2 g Natriumhumat Nr. 3 | 21·7<br>22·2 | 15·3<br>16·1 | 2·4<br>2·2 | 4·7<br>4·7 |

Die N-Bindung wird auch durch die Aschen verschiedener Humate nicht in gleicher Weise beeinflußt. Es beweisen dies die Stickstoffgewinne, die man in den Kulturen erhält, zu welchen

auf je 100 ccm Nährlösung mit 2% Glukose 0·2 g Humate oder deren Aschen verwendet wurden (Tab. III).

TABELLE III.

| Die Stickstoffgewinne in den Kulturen des Azotobakters mit Humaten oder Humusaschen in der Nährlösung. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Mit 0·2 g des »besseren« Natriumhumats Nr. 1 | | Mit 23 mg Humusasche aus 0·2 g des »besseren« Natriumhumats Nr. 1 | |
| | | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 18. I. 1937 | 6 Tage | 32·8<br>31·3 | —<br>— | 26·6<br>26·5 | —<br>— |
| | | Mit 0·2 g des »schlechteren« Natriumhumats Nr. 2 | | Mit 35 mg Humusasche aus 0·2 g des »schlechteren« Natriumhumats Nr. 2 | |
| 18. II. 1937 | 6 Tage | 19·2<br>19·2 | 11·6<br>11·7 | 12·7<br>12·0 | 7·6<br>7·8 |

Die Na-Humate, deren Wirksamkeit wir oben angeführt haben, wurden zu weiteren Versuchen verwendet.

## II.

Zuerst wurde der Einfluß des Eisens auf die Stickstoffbindung in den Nährlösungen mit verschiedenen Humaten untersucht. Der folgende Versuch hatte zur Aufgabe den Einfluß des zu je 100 ccm Nährlösung mit 0·05 g und 0·2 g des wirksamen Na-Humats Nr. 1 in einer Menge von 3 mg $Fe_2(SO_4)_3$ hinzugefügten Eisens zu prüfen (Tab. IV).

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß die Stickstoffbindung mit dem wirksamen Humat Nr. 1 in einer Menge von 50 und 200 mg auf 100 ccm Nährlösung im Laufe von 5—6 Tagen durch einen Zusatz von Fe überhaupt nicht beeinflußt wird. Ähnliche Ergebnisse wurden in den Versuchen mit dem schlechteren Humat Nr. 2 gewonnen, deren Ergebnisse in Tabelle V angegeben sind.

Das Ergebnis war das gleiche wie beim letzten Versuch. Durch Zusatz von Eisen wird nämlich weder die Wirksamkeit des schlech-

TABELLE IV.

Stickstoffgewinne der Azotobakter-Kulturen in humushaltigen Nährlösungen mit oder ohne Zusatz von Eisen.

| Nährlösung | Mit 50 mg Natriumhumats Nr. 1 | | Mit 200 mg Natriumhumats Nr. 1 | |
|---|---|---|---|---|
| | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 10. IV. 1937 | 5 Tage | | 6 Tage | |
| Ohne Fe | 18·2<br>17·8 | 11·2<br>11·0 | 30·6<br>29·2 | 16·5<br>16·0 |
| Mit 3 mg $Fe_2(SO_4)_3$ | 18·2<br>18.3 | 10·0<br>10·0 | 29·1<br>29·3 | 15·7<br>15·8 |

TABELLE V.

27. I. 1937. Ein 5-tägiger Versuch mit dem schlechteren Humat Nr. 2, mit oder ohne Zusatz von Eisen

| | | N-Gewinne | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Die Mengen des hinzugefügten Natriumhumats in der Nährlösung in mg | Ohne $Fe_2(SO_4)_3$ | | Mit 3 mg $Fe_2(SO_4)_3$ | |
| | | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 1. | Ohne Natriumhumat Nr. 2 | 1·8<br>0·2 | 4·6<br>2·1 | 0·2<br>0·3 | 2·0<br>3·0 |
| 2. | + 10 mg „ | 4·6<br>4·7 | 7·1<br>6·1 | 4·0<br>7·3 | 7·2<br>6·2 |
| 3. | + 50 mg „ | 12·4<br>11·9 | 8·1<br>8·2 | 14·8<br>12·1 | 9·3<br>8·8 |
| 4. | + 100 mg „ | 13·5<br>15·6 | 8·5<br>9·8 | 18·4<br>17·4 | 10·6<br>10·4 |
| 5. | + 200 mg „ | 19·4<br>19·5 | 11·9<br>11·2 | 18·6<br>17·7 | 11·5<br>12·0 |

teren, noch diejenige des besseren, aus dem Boden erhaltenen Humats, gefördert. Das außer dem Humus hinzugesetzte Eisen bewirkt auch keine Änderungen in den, auf 1 g der verbrauchten Glukose entfallenden N-Gewinnen.

In der Folge wurden die mit HCl gekochten Humate untersucht. Die Kulturen enthielten wie immer je 100 ccm Nährlösung mit 2 g Glukose und 0·2 g des betreffenden Humats. Ein Teil der Kulturen blieb ohne Eisenzusatz, der andere bekam auf 100 ccm Nährlösung je 3 mg $Fe_2(SO_4)_3$ (Tab. VI).

TABELLE VI.

| Fünftägiger Versuch mit den mit HCl gekochten Humaten. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | N-Gewinne | | | |
| | Nährlösung | Ohne Fe | | Mit 3 mg $Fe_2(SO_4)_3$ | |
| | | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 1. | Mit 0·2 g des 5 Stunden lang gekochten Humats Nr. 2 | 2·3 | 5·5 | 11·1 | 9·8 |
| | | 2·2 | 8·8 | 11·3 | 9·8 |
| 2. | Mit 0·2 g des 5 Stunden lang gekochten Humats Nr. 3 | 2·4 | 4·7 | 25·5 | 14·6 |
| | | 2·2 | 4·7 | 27·8 | 14·4 |

Diese Versuche, die mit den von Remy und Rösing (6) gewonnenen Ergebnissen übereinstimmen, beweisen, daß die durch Kochen mit HCl abgeschwächten Humate in ihrer Wirkung bedeutend gefördert werden können, falls zur Nährlösung Eisen hinzugefügt wird.

Die folgende Versuchsserie beweist, daß die Steigerung der Wirksamkeit der mit HCl gekochten Humate bis zu einer gewissen Grenze von den Mengen des Eisens abhängt, das zur Nährlösung hinzugefügt wurde (Tab. VII).

Der Versuch beweist gleichzeitig, daß der Azotobakter mit dem Humat Nr. 2 seine volle Entwicklung in einer Nährlösung erreicht, falls 5 mg $Fe_2(SO_4)_3$ hinzugesetzt werden.

TABELLE VII.

| 3. XI. 1937. Fünftägiger Kulturversuch: Nährlösungen, die je 0·3 g des mit HCl gekochten »schlechteren« Humats Nr. 2 enthalten. | | | |
|---|---|---|---|
| | Fe-Gehalt der Nährlösung | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 1. | Ohne $Fe_2(SO_4)_3$ | 2·4<br>2·4 | 6·9<br>7·2 |
| 2. | + 0·1 mg „ | 6·2<br>5·2 | 8·6<br>8·5 |
| 3. | + 1·0 mg „ | 13·8<br>15·9 | 10·4<br>10·5 |
| 4. | + 5·0 mg „ | 16·2<br>16·2 | 10·6<br>10·5 |
| 5. | + 10·0 mg „ | 15·1<br>— | 10·0<br>— |

Die folgenden Versuche betreffen den Einfluß des Eisens auf die N-Bindung in Nährlösungen mit Humusaschen. Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß K. Bassalik und J. Neugebauer (1) eine bedeutende Herabsetzung der Wirksamkeit der aus wässerigen Gartenerdeextrakten gewonnenen Aschen unter dem Einfluß des Eisens beobachtet haben, was aber unsere Versuche mit den Humusaschen nicht bestätigen.

Als Beispiel sei ein 5-tägiger Versuch mit Nährlösungen angeführt, zu denen die aus dem schlechteren, mit HCl nicht gekochten Humat Nr. 2 gewonnene Asche hinzugefügt wurde (Tab. VIII).

Es wurde also festgestellt, daß die Wirksamkeit der verwendeten Humusaschen durch einen Zusatz von Eisen, so wie die Wirksamkeit der nicht mit HCl gekochten Humate, überhaupt nicht gefördert wird.

Dagegen wird die N-Bindung in den Nährlösungen mit den Aschen der mit HCl gekochten Humate, wie dies die weiteren Untersuchungen beweisen, durch einen Zusatz von Eisen außerordentlich günstig beeinflußt (Tab. IX und X).

TABELLE VIII.

| 25. II. 1937. Fünftägiger Versuch. Nährlösungen mit der Asche des schlechteren, mit HCl nicht gekochten Humats Nr. 2. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Die Mengen der hinzugefügten Humusasche in mg | N-Gewinne | | | |
| | | Ohne Fe | | Mit 3 mg $Fe_2(SO_4)_3$ | |
| | | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 1. | 8·7 mg Humusasche (= 50 mg Natriumhumat Nr. 2) | 4·5<br>5·5 | 7·6<br>6·5 | 4·0<br>4·9 | 7·3<br>7·6 |
| 2. | 17·5 mg Humusasche (= 100 mg Natriumhumat Nr. 2) | 8·0<br>9·6 | 7·5<br>8·3 | 9·2<br>10·6 | 7·6<br>7·5 |
| 3. | 35·0 mg Humusasche (= 200 mg Natriumhumat Nr. 2) | 12·5<br>13·0 | 8·8<br>8·0 | 12·3<br>13·4 | 7·3<br>7·9 |
| 4. | 52·0 mg Humusasche (= 300 mg Natriumhumat Nr. 2) | 13·7<br>14·9 | 8·7<br>9·1 | 15·1<br>18·4 | 9·4<br>10·4 |

TABELLE IX.

| 25. X. 1937. Fünftägiger Versuch mit der Asche des mit HCl gekochten Humats. | | |
|---|---|---|
| Nährlösung | N-Gewinne auf 100 ccm in mg | |
| | Ohne Fe | Mit 3 mg $Fe_2(SO_4)_3$ |
| Mit 87·1 mg Humusasche, gewonnen aus 0·2 g des mit HCl gekochten Humats Nr. 3 | 4·4<br>4·5 | 20·5<br>20·7 |

Auch hier ist, bis zu einem gewissen Grade, der vorteilhafte Einfluß des Eisens von dessen Menge in der Nährlösung abhängig.

Werden die Ergebnisse der obigen Versuche mit Eisen-Zusatz miteinander verglichen, so ergibt sich, daß in Nährlösungen mit

TABELLE X.

| 13. XII. 1937. Fünftägige Kulturen in 100 ccm einer Nährlösung mit 2 g Glukose und 94·1 mg Asche aus 0·3 g des schlechteren, mit HCl gekochten Humats Nr. 2. | | | |
|---|---|---|---|
| | | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 1. | Ohne $Fe_2(SO_4)_3$ | 4·2<br>4·3 | 6·6<br>6·5 |
| 2. | + 0·1 mg „ | 8·4<br>7·4 | 9·5<br>9·7 |
| 3. | + 1·0 mg „ | 14·0<br>14·5 | 11·4<br>10·1 |
| 4. | + 5·0 mg „ | 10·7<br>10·3 | 10·2<br>10·0 |
| 5. | + 10·0 mg „ | 12·8<br>9·2 | 11·5<br>11·8 |

besseren oder schlechteren Humaten oder deren Aschen, die N-Bindung durch einen Zusatz von Eisen nicht gefördert wird. Sie wird gagegen durch Fe bedeutend gefördert, falls die Nährlösungen die mit HCl gekochten Humuspräparate oder deren Aschen enthalten. In dieser Hinsicht bestätigen die vorliegenden Versuche vollauf die Versuche von Remy und Rösing (6).

## III.

Die Untersuchungen von Birch-Hirschfeld (2) beweisen, daß die N-Bindung durch Azotobakter, durch »Humin« oder durch den wässerigen Bodenauszug, wie auch durch Mo sehr günstig beeinflußt wird. Werden aber »Humin« und Mo in entsprechenden Mengen zusammen zur Nährlösung hinzugefügt, so wird die N-Bindung doch nicht stärker beeinflußt, als durch den alleinigen Zusatz von »Humin« oder von Molybdän.

In den Untersuchungen von Birch-Hirschfeld macht sich also kein Einfluß des Mo auf die Humuswirkung bemerkbar.

Unseren Versuchen zufolge ist dagegen ein Einfluß des Mo nur dann nicht sichtbar, wenn die Nährlösung ein gutes Humat enthält (Tab. XI).

TABELLE XI.

| 7. XI. 1936. Ein 6-tägiger Versuch mit 0·2 g des wirksamen Humats Nr. 1 auf je 100 ccm Nährlösung. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nährlösung | Ohne Mo | | Mit 10 mg $Na_2MoO_4$ | |
| | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| Mit 0·2 g des »besseren« Natriumhumats Nr. 1 | 30·6<br>29·2<br>30·1 | 16·5<br>16·0<br>16·3 | 28·8<br>32·1<br>31·5 | 15·5<br>17·3<br>16·9 |

Enthält aber die Nährlösung ein schlechteres Humat, so wird die N-Bindung durch einen Zusatz von Mo sehr günstig beeinflußt (Tab. XII).

TABELLE XII.

| 9. IX. 1937. Ein 5-tägiger Versuch mit 0·3 g des schlechteren Humats Nr. 2 auf 100 ccm Nährlösung. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nährlösung | Ohne Mo | | Mit 10 mg $Na_2MoO_4$ | |
| | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| Mit 0·3 g des »schlechteren« Natriumhumats Nr. 2 | 19·7<br>19·4 | 10·4<br>11·5 | 28·1<br>25·2 | 14·9<br>13·3 |

Der günstige Einfluß des Mo macht sich auch in den Nährlösungen mit kleineren Mengen des guten Humats nicht bemerkbar und zwar auch dann, wenn kleinere Mo-Mengen hinzugefügt werden (Tab. XIII).

TABELLE XIII.

| Ein 6-tägiger Versuch mit dem wirksamen Humat Nr. 1 und mit verschiedenen Mo-Mengen. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nährlösung | 18. I. 1937 | | 16. I. 1937 | |
| | + 0·01 mg $Na_2MoO_4$ | | + 10 mg $Na_2MoO_4$ | |
| | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | N-Gewin auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchte Glukoser in mg |
| Ohne Natriumhumat Nr. 1 | 1·0<br>0·9 | 3·2<br>3·0 | 1·1<br>0·9 | 3·2<br>3·5 |
| + 1 mg „ „ | 1·6<br>2·1 | 3·4<br>4·4 | 1·6<br>1·7 | 5·3<br>5·3 |
| + 5 mg „ „ | 3·8<br>— | 5·1<br>— | 4·0<br>3·7 | 6·9<br>6·6 |
| + 10 mg „ „ | 6·4<br>6·4 | 7·1<br>7·1 | 6·6<br>7·3 | 7·8<br>7·3 |

TABELLE XIV.

| 27. I. 1937. Fünftägiger Kulturversuch mit verschiedenen Mengen des schlechteren Humats Nr. 2. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Nährlösung | Ohne Fe, ohne Mo | | Ohne Fe mit 10 mg $Na_2MoO_4$ | |
| | | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 1. | Ohne Natriumhumat Nr. 2 | 1·8<br>0·2 | 4·6<br>2·1 | 1·8<br>2·0 | 5·0<br>5·0 |
| 2. | + 10 mg „ „ | 4·6<br>4·7 | 7·1<br>6·6 | 10·3<br>10·5 | 9·5<br>8·1 |
| 3. | + 50 mg „ „ | 12·4<br>11·9 | 8·0<br>8·2 | 28·2<br>28·5 | 15·8<br>15·7 |
| 4. | + 100 mg „ „ | 13·5<br>15·6 | 8·5<br>9·5 | 31·8<br>32·8 | 17·2<br>17·7 |
| 5. | + 200 mg „ „ | 19·4<br>19·5 | 11·9<br>11·2 | 31·6<br>30·5 | 17·0<br>16·4 |

Der Einfluß des hinzugefügten Mo in Nährlösungen mit verschiedenen Mengen des schlechteren Humats macht sich dagegen immer deutlich bemerkbar (Tab. XIV).

Dieser Versuch beweist, daß sich ein Einfluß des Mo-Zusatzes nur in Gegenwart von Humus feststellen läßt, sich aber nicht bemerkbar macht, wenn die Nährlösung keinen Humus enthält. Diese Ergebnisse wurden in Nährlösungen gewonnen, die keinen Fe-Zusatz bekamen. Analoge Versuche mit Nährlösungen mit Eisenzusatz haben dagegen andere Ergebnisse gezeitigt (Tab. XV).

TABELLE XV.

20. VII. 1936. Sechstägiger Versuch mit dem Humat Nr. 1 in einer Nährlösung mit einem Zusatz von Fe, oder von Fe + Mo.

| | Nährlösung | Ohne Mo + 2 mg $Fe_2(SO_4)_3$ | | + { 0·01 mg $Na_2MoO_4$, 2 mg $Fe_2(SO_4)_3$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 1. | Ohne Natriumhumat Nr. 1 | 1·2<br>1·1 | 3·3<br>3·2 | 14·8<br>13·0 | 10·7<br>10·0 |
| 2. | + 1 mg „ „ | 2·8<br>2·9 | 4·9<br>4·8 | 11·3<br>13·7 | 9·0<br>10·2 |
| 3. | + 5 mg „ „ | 3·0<br>3·0 | 5·3<br>5·3 | 15·2<br>17·7 | 14·5<br>12·8 |
| 4. | + 10 mg „ „ | 6·7<br>7·0 | 5·1<br>5·3 | 16·1<br>20·0 | 10·9<br>12·5 |
| 5. | + 50 mg „ „ | 17·1<br>15·6 | 10·9<br>10·6 | 23·8<br>23·3 | 12·4<br>12·4 |
| 6. | + 100 mg „ „ | 23·6<br>23·7 | 12·1<br>12·1 | 21·6<br>25·0 | 13·1<br>12·8 |
| 7. | + 200 mg „ „ | 23·7<br>22·1 | 13·2<br>13·7 | 26·0<br>25·5 | 13·1<br>13·7 |

Es wurden hier sogar in einer Nährlösung ohne Humussubstanz unter dem Einfluß von Mo-Zusatz große Stickstoffmengen gewonnen. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Versuchen ent-

hielten jedoch die Nährlösungen Eisen. Die großen Stickstoffgewinne sind daher eine Folge der gleichzeitigen Anwesenheit von Eisen und Mo nebeneinander. Werden nun aber zu den Nährlösungen immer größere Humusmengen hinzugesetzt, so steigen auch die Stickstoffgewinne. Die Einwirkungen des Humus einerseits und des Mo und Fe anderseits summieren sich hier also. Doch vermögen sogar die größten Humusmengen neben Fe und Mo keinen größeren N-Gewinn zu erzielen, als er mit dem alleinigen Zusatz eines guten Humus erhalten werden kann. Es ergibt sich daraus, daß die Stickstoffgewinne sogar unter den besten Bedingungen eine bestimmte Grenze nicht überschreiten können.

Die folgenden Versuche betreffen den Einfuß des Mo auf die Stickstoffbindung in Nährlösungen mit dem mit HCl gekochten Humus (Tab. XVI).

TABELLE XVI.

Fünftägige Kulturversuche mit 0·2 g der mit HCl gekochten Humate Nr. 2 oder Nr. 3 in 100 ccm Nährlösung.

| | Nährlösung mit | N-Gewinne | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Humate ohne Behandluug mit HCl | | Mit HCl gekochte Humate | | Mit HCl gekochte Humate + 10 mg $Na_2MoO_4$ | |
| | | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 6. X. 1937 | Humat Nr. 2 | 17·7 | 10·5 | 2·3 | 5·5 | 2·2 | 4·1 |
| | | 17·2 | 11·5 | 2·2 | 5·8 | 3·0 | 5·6 |
| 25. X. 1937 | Humat Nr. 3 | 24·5 | — | 2·3 | — | 3·0 | — |
| | | 25·0 | — | 2·2 | — | 3·2 | — |

Die Stickstoffbindung wird also durch Mo nicht gefördert, falls die Nährlösung das mit HCl gekochte bessere oder schlechtere Humat enthält.

Im folgenden wurde der Einfluß des Mo auf die Stickstoffbindung in den Nährlösungen mit Humusaschen untersucht. Den

Untersuchungen von Bortels (4) zufolge kann im genannten Falle ein günstiger Einfluß verzeichnet werden. Als Beispiele mögen einige Zahlen der Tab. 6 und 8 der Arbeit von Bortels dienen (Tab. XVII).

TABELLE XVII.

| Die Stickstoffgewinne in den Versuchen Bortels auf 100 ccm in mg. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | + 0·001% $Na_2MoO_4$ | + Erd-extraktasche | + Erdextraktasche 0·001% $Na_2MoO_4$ |
| 1. | Tab. 6. 4 Tage | 20·1<br>20·6 | 5·7<br>7·5 | 24·8<br>24·6 |
| 2. | Tab. 8. 6 Tage | 22·2<br>24·6 | 8·1<br>8·1 | 25·8<br>25·8 |

Diese Ergebnisse können aber nicht verallgemeinert werden, da unsere Versuche eher dafür sprechen, daß durch Mo nur die Stickstoffbindung in den Nährlösungen mit Aschen der schlechteren Humate gefördert wird. In den Versuchen mit Aschen aus gutem Humus macht sich überhaupt kein oder fast kein Einfluß des Mo auf die Stickstoffbindung bemerkbar (Tab. XVIII).

TABELLE XVIII.

| Einfluß des Mo auf die N-Bindung in der Nährlösung mit den Aschen der guten Humate. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Nährlösung mit | N-Gewinne | | | |
| | | Ohne Mo | | Mit 10 mg $Na_2MoO_4$ | |
| | | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 1. | 11·5 mg Humusasche (= 100 mg Natriumhumat Nr. 1) | 16·6<br>20·2 | 12·2<br>11·7 | 22·5<br>22·3 | 12·8<br>12·7 |
| 2. | 23 mg Humusasche (= 200 mg Natriumhumat Nr. 1) | 24·6<br>25·0 | 13·4<br>13·4 | 25·4<br>28·3 | 14·3<br>15·5 |
| 3. | 34·5 mg Humusasche (= 300 mg Natriumhumat Nr. 1) | 24·5<br>26·2 | 13·7<br>14·6 | 26·1<br>27·2 | 14·9<br>15·2 |

Eine günstige Wirkung des Mo in Nährlösungen mit den Aschen der schlechten Humate ist aus den Zahlen der Tab. XIX ersichtlich.

TABELLE XIX.

| 9. II. 1937. Fünftägiger Versuch. Nährlösungen mit der Asche des schlechteren Humats Nr. 2. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Nährlösung mit | N-Gewinne | | | |
| | | Ohne Mo | | Mit 10 mg $Na_2MoO_4$ | |
| | | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | auf 100 ccm in mg | auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 1. | 8·7 mg Humusasche (= 50 mg Natriumhumat Nr. 2) | 4·5<br>5·5 | 7·5<br>6·5 | 22·6<br>22·1 | 12·8<br>12·7 |
| 2. | 17·5 mg Humusasche (= 100 mg Natriumhumat Nr. 2) | 8·0<br>9·6 | 7·5<br>8·3 | 23·6<br>26·5 | 13·0<br>14·5 |
| 3. | 35·0 mg Humusasche (= 200 mg Natriumhumat Nr. 2) | 12·5<br>13·0 | 8·8<br>8·0 | 23·7<br>26·1 | 13·3<br>14·3 |
| 4. | 52·0 mg Humusasche (= 300 mg Natriumhumat Nr. 2) | 13·7<br>14·9 | 8·7<br>9·1 | 24·6<br>24·0 | 13·3<br>12·3 |

Werden die Ergebnisse der beiden letzten Versuche miteinander verglichen, so wird man feststellen müssen, daß sich in der Nährlösung ohne Mo ein günstiger Einfluß der größeren Aschenmengen auf die Stickstoffbindung bemerkbar macht. In den Nährlösungen mit Mo werden die durch verschiedene Mengen der Humusaschen bedingten Unterschiede in den N-Gewinnen bereits verwischt. Es liegt hier also derselbe Fall vor, wie in den Versuchen, in welchen die Nährlösungen neben den Humaten auch Eisen hinzugesetzt bekamen.

Im letzten Versuch war in der Nährlösung viel Eisen in der Aschensubstanz vorhanden, welches zusammen mit Mo, und zwar unabhängig von anderen Bestandteilen der Asche, die N-Bindung beeinflußte. Die gewonnenen Stickstoffmengen sind jedoch

nicht größer als die Stickstoffgewinne, die erreicht werden, wenn die Nährlösung nur ein gutes Humat oder nur Fe neben Mo enthält.

Wir führen noch einen Versuch mit den Aschen des mit HCl gekochten Humats Nr. 2 an (Tab. XX).

TABELLE XX.

| 25. X. 1937. Ein 5-tägiger Versuch mit 100 ccm Nährlösung mit Aschen des schlechteren, mit HCl gekochten Humats Nr. 2. | | |
|---|---|---|
| Nährlösung mit | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | |
| | Ohne Mo | Mit 10 mg $Na_2MoO_4$ |
| 87·1 mg Humusasche, gewonnen aus 0·2 g des mit HCl gekochten Humats Nr. 3 | 4·4<br>4·5 | 3·3<br>4·5 |

Die Stickstoffbindung wird durch einen Zusatz von Mo zu den Nährlösungen mit der Asche des schlechteren mit HCl gekochten Humats Nr. 2 überhaupt nicht gefördert.

Die Ergebnisse unserer Versuche mit Mo lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Die Stickstoffbindung wird in den Nährlösungen mit schlechterem Humus durch Zusatz von Mo bedeutend gefördert, sie wird jedoch nicht beeinflußt, falls die Nährlösung ein gutes Humuspräparat enthält.

Birch-Hirschfeld behauptet zwar auf Grund ihrer Versuche, daß ein Zusatz von Mo die Wirkung des Humus nicht zu steigern vermag; dies kann jedoch nicht als allgemein gültig aufgefaßt werden, da das Mo nur dann wirkungslos bleibt, wenn die Nährlösung ein gutes Humat enthält. Außerdem macht sich der Einfluß des Mo in den Nährlösungen mit dem mit HCl gekochten Humus nicht bemerkbar. Eine günstige Einwirkung des Mo ist aber in Nährlösungen feststellbar, die die Asche des »schlechteren« Humats enthalten.

In den Versuchen von Bortels wurde in den Nährlösungen mit Humusaschen immer ein günstiger Einfluß des Mo auf die N-Bindung verzeichnet; in den Versuchen, die in der vorlie-

genden Arbeit beschrieben werden, war solches nur dann der Fall, wenn die Asche einem schlechten Humat entstammte.

IV.

Auf Grund der angeführten Versuche glauben wir über die Zusammensetzung der Humus-Aschen, wenn auch nur in hypothetischer Form, gewisse Schlüsse ziehen zu dürfen.

Nur die durch das Kochen mit HCl ihres Eisengehaltes beraubten Humate sowie deren Aschen werden durch Zusatz von Eisen in ihrer Wirksamkeit gefördert. Es folgt daraus, daß in den natürlichen Humaten und den aus ihnen gewonnenen Aschen das Eisen unter die in dieser Hinsicht wirksamen Faktoren zu zählen ist.

Da jedoch diejenigen natürlichen Humate, die sich von vornherein in ihrer Wirkung als weniger aktiv erweisen, — sowie auch ihre Aschen — durch Zusatz von Mo gefördert werden, welches auf die besseren Humate ohne Wirkung bleibt, so darf angenommen werden, daß die »schlechteren« Humate entweder des Mo, oder eines ihm entsprechenden Stoffes entbehren, der in den besseren Präparaten enthalten ist. Ebenso fehlt er in den aus diesen Humaten gewonnenen Aschen.

Humate, die infolge des Kochens mit HCl des Eisens beraubt worden sind, werden durch einen Zusatz von Mo nicht gefördert, da das Mo ohne Eisen wirkungslos ist. Es muß demnach angenommen werden, daß in den Humaten, bezw. ihren Aschen zwei Mineralbestandteile tätig sind und zwar das Eisen sowie das Molybdän, oder ein anderer ähnlich wirkender Faktor, wobei ihr Mengenverhältnis nicht immer das gleiche ist. In den besseren Humaten ist ihr wechselseitiges Verhältnis solcherart, daß ein weiterer Zusatz von Mo oder Fe wirkungslos bleibt, in den schlechteren Humaten macht sich ein Mangel des dem Molybdän entsprechenden Bestandteiles bemerkbar, aus welchem Grunde diese Präparate durch einen Zusatz von Mo immer wirkungsvoller werden.

Durch das Kochen mit HCl wird aus den Humaten das Eisen entfernt, ein Zusatz von Fe vermag somit die Wirksamkeit der betreffenden Präparate aufs neue zu steigern. Da zu dem letzteren Zwecke das Eisen allein ausreicht, so kann angenommen werden, daß die Menge des Mo oder des ihm entsprechenden Bestandteiles durch das HCl nicht beeinträchtigt wird. Die Widerstands-

fähigkeit gewisser Mo-Verbindungen dem HCl gegenüber ist nichts außerordentliches.

Bei der Veraschung der Humate bleibt das Eisen in unverminderter Menge erhalten; es besteht jedoch die Möglichkeit, daß manche Mo-Verbindungen sich dabei verflüchtigen können. Die solcherart gewonnene Asche würde auf einen Fe Zusatz nicht reagieren, wohl aber durch einen Zusatz von Mo wirksamer werden. Da jedoch in den Versuchen mit den Aschen der »guten« Humate solche Erscheinungen nicht festgestellt werden konnten, so ist das auf das gelinde Glühen der Humate während deren Veraschung zurückzuführen.

Nur die Aschen der »schlechten« Humate, sowie diese selbst wurden durch Mo sichtlich gefördert, ein Umstand, der auf den Mangel an Mo, oder auf unzureichende Mengen des dem Mo entsprechenden Stoffes zurückzuführen ist.

Versuche, wie sie hier beschrieben worden sind, könnten manchmal zu nicht ganz klaren und übersichtlichen Ergebnissen führen. Erstens wäre es möglich, daß bei einem unvollständigen Entfernen des Fe durch HCl, ein geringer Zusatz von Mo die Wirkung derart behandelter Humate günstig beeinflussen könnte. Zweitens könnte während der Veraschung der Humate das Molybdän entweichen. In diesem Falle würden auch die Aschen der »guten« Humate auf einen Mo-Zusatz reagieren. Es dürfte angenommen werden, daß die manchmal festgestellte geringe Wirksamkeit der Humussaschen auf die Entwicklung des Azotobakters eben durch den Mangel des während der Veraschung verflüchtigten Mo oder des ihm entsprechenden Stoffes bedingt war.

## V.

Es müssen noch die Unterschiede im ökonomischen Koeffizienten, d. h. in dem auf je 1 g verbrauchter Glukose entfallenden assimilierten Stickstoffe erwogen werden, die bei Verwendung verschieden behandelter Humuspräparate und von deren Aschen sowie bei Zugabe von Fe und Mo auftreten.

Es ist bereits aus früheren Untersuchungen bekannt, daß bei steigenden Stickstoffzunahmen, die nach Zusatz von Fe oder Mo festgestellt werden, der erwähnte ökonomische Quotient größer wird. Eine Bestätigung finden diese Befunde in der Arbeit von Bortels (4).

Es muß nun festgestellt werden, daß dieser Quotient bei Verwendung verschiedener Humate keineswegs immer derselbe bleibt, sondern daß er sich in den Grenzen von 10 bis 17 mg N auf 1 g Glukose zu bewegen pflegt (Tab. I).

Bei Zugabe geringerer Humusmengen wird dieses Verhältnis kleiner (Tab. V), bei Vergrößerung der Humusmenge pflegt der Koeffizient zu steigen, jedoch nur bis zu einer gewissen Grenze In Gegenwart von mit HCl gekochtem Humus pflegt die N-Bindung sich weniger ökonomisch zu gestalten (Tab. II).

Ein Zusatz von Eisen zu einer Nährlösung mit im HCl gekochten Humus steigert ihre Wirksamkeit, wobei auch die auf 1 g verbrauchter Glukose entfallende Menge des assimilierten Stickstoffes größer wird (Tab. VI).

In Nährlösungen mit Humusaschen pflegt die N-Bindung im allgemeinen weniger ökonomisch von statten zu gehen, als in den Nährlösungen mit Humaten. Wird die Menge der hinzugefügten Humusasche vergrößert, so wird auch der Koeffizient etwas größer (Tab. VIII, XVIII und XIX).

Mit dem Altern der Kulturen erfährt der ökonomische Koeffizient keine Veränderung, er behält den vom Anfang an besessenen Wert.

Dies ist aus einer Reihe von Versuchen ersichtlich, und zwar aus Kulturen mit Humus, mit Humusaschen, sowie aus Kulturen in synthetischer Nährlösung mit Fe und Mo (Tab. XXI).

Die Koeffizienten weisen deutliche Unterschiede auf, wobei die kleinsten in den Kulturen mit Humusasche, die größten in den Kulturen mit Fe + Mo festgestellt wurden; die Kulturen mit dem übrigens von Natur aus schlechteren Humus Nr. 2 nehmen eine Zwischenstellung ein. In den Kulturen von verschiedener Versuchsdauer sind in jeder Vertikalreihe nur geringe Schwankungen des Koeffizienten ersichtlich.

Ein Zusatz von Fe zu einer Nährlösung mit Humus läßt den Koeffizienten unverändert (Tab. IV und V), desgleichen ein Zusatz von Fe zu einer Nährlösung mit Humusasche (Tab. VIII).

Eine Zugabe von Mo bleibt auf den Koeffizienten ohne Einfluß, falls die Nährlösung das bessere Humat enthält (Tab. XI), sie steigert jedoch die auf 1 g Glukose entfallende N-Menge in Nährlösungen mit dem schlechteren Humat (Tab. XII).

TABELLE XXI.

10. V. 1937. N-Gewinne in den Kulturen in Nährlösungen mit Humusasche, mit Humus, sowie in einer synthetischen Nährlösung mit Mo + Fe. Versuchsdauer 2—10 Tage.

| | | Mit 35 mg Humusasche aus 0·2 g Natriumhumat Nr. 2 | | Mit 0·2 gr des »schlechteren« Natriumhumats Nr. 2 | | Mit 3 mg $Fe_2(SO_4)_3$ und 10 mg $Na_2MoO_4$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg | N-Gewinn auf 100 ccm in mg | N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Glukose in mg |
| 1. | 2 Tage | 1·8<br>1·9 | 10·2<br>9·0 | 9·2<br>9·3 | 13·5<br>12·1 | 13·0<br>2·8 | 15·3<br>13·6 |
| 2. | 3 „ | 4·5<br>8·8 | 9·3<br>10·7 | 13·3<br>13·0 | 10·8<br>10·8 | 25·8<br>23·5 | 15·9<br>16·9 |
| 3. | 4 „ | 6·4<br>8·8 | 7·8<br>8·1 | 15·1<br>17·0 | 10·0<br>10·7 | 24·1<br>20·3 | 14·5<br>16·5 |
| 4. | 5 „ | 9·4<br>11·7 | 8·0<br>9·1 | 19·3<br>20·0 | 10·5<br>10·5 | 26·7<br>26·5 | 15·0<br>15·6 |
| 5. | 6 „ | 14·3<br>17·4 | 8·1<br>9·4 | 19·0<br>21·7 | 10·7<br>11·4[1]) | 27·8<br>26·3 | 15·6[1])<br>14·9 |
| 6. | 7 „ | 16·3<br>12·8 | 8·6[1])<br>6·7[1]) | 19·5<br>19·5 | 10·3[1])<br>10·3[1]) | 24·5<br>25·5 | 13·8[1])<br>14·2[1]) |
| 7. | 8 „ | 13·0<br>12·9 | 6·9[1])<br>6·8[1]) | 20·0<br>20·4 | 10·5[1])<br>10·7[1]) | 23·2<br>24·2 | 13·0[1])<br>13·5[1]) |
| 8. | 10 „ | 12·5<br>13·0 | 6·6[1])<br>6·4[1]) | 20·7<br>20·5 | 10·9[1])<br>10·8[1]) | 26·2<br>24·7 | 14·7[1])<br>13·8[1]) |

Ähnliches kann in den Versuchen mit den Humusaschen festgestellt werden. In Gegenwart der Aschen von besseren Humaten bewirkt ein Zusatz von Mo keine Veränderung des Koeffizienten (Tab. XVIII), der letztere wird jedoch bedeutend größer nach einem Mo-Zusatz zu einer Nährlösung mit der Asche des schlechteren Humats (Tab. XIX).

[1]) Der Zucker vollkommen verbraucht.

Die Menge des auf 1 g verbrauchter Glukose assimilierten Stickstoffes schwankt — wie aus obigem ersichtlich ist — je nach der Zusammensetzung der Nährlösung in den Grenzen von 2 bis 17 mg N., wobei — wohl ein merkwürdiger Zufall — die je festgestellte größte N-Menge 17·7 mg betrug (Tab. XIV), also genau soviel wie in den vor 30 Jahren ausgeführten Versuchen von Krzemieniewski.

Etwas geringere Werte wurden in den Versuchen von Birch-Hirschfeld festgestellt; sie betragen optimal 10—13 mg N, in einem einzigen Fall jedoch wurde sogar der Wert von 19·3 mg N erreicht. Ähnlicherweise bewegen sich in den Versuchen von Bortels die Mengen des in einer guten Nährlösung assimilierten Stickstoffes in den Grenzen von 10·1 bis 16·7 mg N auf 1 g Glukose.

## VI.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen manche Befunde anderer Verfasser, und zwar:

1) Die verschiedenen Humuspräparate üben auf die N-Bindung durch Azotobakter eine ungleiche Wirkung aus.

2) Ein Kochen mit HCl setzt die Wirksamkeit der Humate herab

3) Die Wirksamkeit der durch Kochen mit HCl abgeschwächten Humate wird durch einen Zusatz von Fe fast auf den ursprünglichen Wert gebracht.

4) Die Einwirkung der Humusaschen auf die N-Bindung ist schwächer als diejenige der unveraschten Humate.

Außerdem können aber aus den obigen Versuchen noch folgende Schlüsse gezogen werden:

1) Natürliche mit HCl nicht gekochte Humate sowie ihre Aschen bleiben in ihren Einwirkung auf die N-Bindung durch Azotobakter nach einem Zusatz von Fe unverändert.

2) Die von Natur aus schlechteren Humate sowie deren Aschen werden in ihrer Wirksamkeit durch einen Zusatz von Mo gefördert. Auf gute Humate übt Mo keine Wirkung aus.

3) Die mit HCl gekochten Humate werden ebenso wie ihre Aschen durch einen Zusatz von Mo nicht wirkungsvoller.

4) Die Einwirkung von Fe und Mo auf die N-Bindung in den Nährlösungen mit Humaten oder Humusaschen hängt davon ab, ob in diesen Fe und Mo, bezw. ein dem Mo entsprechender Bestandteil enthalten ist oder nicht.

5) Die auf 1 g verbrauchter Glukose entfallende Menge des assimilierten Stickstoffes wird durch die Zusammensetzung der Nährlösung sowie durch die Mengen ihrer Bestandteile bestimmt und beträgt höchstens 17·7 mg N.

6) Das Zusammenwirken der Humate sowie des Eisens und des Molybdäns in den Nährlösungen für Azotobakter vermag die Entwicklung der Kulturen zu beschleunigen; der ökonomische Koeffizient übersteigt jedoch nicht eine gewisse feststehende Grenze.

Am Schlusse gestatte ich mir, dem Herrn Prof. Dr. S. Krzemieniewski, der mich zu dieser Arbeit angeregt hat und unter dessen Leitung sie entstanden ist, für die vielen wertvollen Ratschläge meinen herzlichsten Dank auszudrücken.

Aus dem Biologisch-Botanischen Institut der J. K. Universität, Lwów (Polen).

## Literatur.

1) Bassalik K. und Neugebauer J., Acta Soc. Bot. Pol. 8, 213, 1931. — 2) Birch-Hirschfeld L., Arch. f. Mikrobiol. 3, 341, 1932. — 3) Bortels H., Arch. f. Mikrobiol. 1, 333, 1930. — 4) Bortels H., Zentralbl. f. Bakt. 95, 193, 1936. — 5) Krzemieniewski S. und Kovats J., Bull. de l'Acad. Pol. d. Sc. Cracovie. Sér. B. Sc. Nat. (I). S. 169, 1936. — 6) Remy Th. und Rösing G., Zentralbl. f. Bakt. II. 30, 349, 1911. — 7) Rippel A., Arch. f. Mikrobiol. 7, 590, 1936.

# Table des matières par noms d'auteurs

**contenues dans le Bulletin International de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Série *B:* Sciences Naturelles (I)).**

**Année 1938.**

Le nombre inscrit à la suite de chaque Mémoire indique la page.

# BULLETIN INTERNATIONAL
## DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES ET DES LETTRES
### CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES
### SÉRIE *B*: SCIENCES NATURELLES

---

DERNIERS MÉMOIRES PARUS

**N° 1—5 B I, 1938.**

**Skalińska M.** Cytogenetic Studies in Aneuploid types of *Aquilegia* (Planche 2).
**Szafer Wł.** Eine pliozäne Flora in Krościenko am Dunajec (Planches 9—12).
**Walas J.** Wanderungen der Gebirgspflanzen längs der Tatra-Flüsse (Planches 3—8).
**Weiler Fr.** Das Verhalten der Wurzeln unter der Einwirkung von Wuchsstoffen der *Avena*- und der *Zea*-Koleoptilspitzen (Planche 1).

**N° 4—7 B II, 1938.**

**Ackermann J.** Histochemische Untersuchungen über den Gehalt an Lipiden und Karotenoiden im Darm des überwinternden Frosches.
**Biborski J.** Über den histologischen Bau der Venen des Dorsches *(Gadus callarias* L., syn.: *G. morrhua* L.).
**Jałowy B.** Über die heterogene Regeneration von Nervenendigungen in den Tasthaaren (Planche 5).
**Monné L.** Vital Staining Experiments on *Amoeba proteus* and *A. dubia.*
**Pautsch F.** Die Bedeutung von Nervenrohr und Chorda dorsalis für die Entwicklung des Schwanzes der Larve des Grasfrosches *(Rana temporaria).*
**Skowron S.** Untersuchungen über das endokrine System des Igels *(Erinaceus).* I. Histologische Veränderungen in den Hoden und in den akzessorischen Drüsen des männlichen Genitalapparates, die periodisch oder unter dem Einfluß von endokrinen Reizen auftreten (Planche 4).
**Wojtusiak R. J.** und **Ferens B.** Untersuchungen über die Orientation und Geschwindigkeit des Fluges bei Vögeln. IV. Heimkehrgeschwindigkeit und Orientierungsart bei den Rauchschwalben *(Hirundo rustica* L.).

# TABLE DES MATIÈRES.

Juin—Décembre 1938.



Le »*Bulletin International*« de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles) paraît en deux séries. La première (*A*) est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série (*B*) se divise en deux sous-séries; l'une d'elles »I« contient les mémoires qui se rapportent aux diverses branches de la Botanique (la Systématique, l'Anatomie et la Physiologie des Plantes), l'autre »II« est réservée aux publications qui concernent le vaste domaine des recherches morphologiques et physiologiques sur l'homme et les animaux (Anatomie, Biologie générale, Embryologie, Histologie, Physiologie, Psychologie, Zoologie systématique et expérimentale).

Depuis 1928, le »*Bulletin International*« ne contient que les communications dont l'étendue ne dépasse pas une limite strictement définie; les mémoires de plus vaste envergure sont réunis en un Recueil différent, les »*Mémoires*« de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles). Les *Mémoires* sont également publiés en deux séries: *A* et *B*. Chaque mémoire publié dans les *Mémoires* se vend séparément.

Les abonnements relatifs au »*Bulletin International*« sont annuels et partent de Janvier. Les livraisons de ce Recueil se vendent aussi séparément.

**Adresser les demandes à l'Académie ou à la Librairie »Gebethner et Wolff« Rynek Gł., Cracovie (Pologne).**