

TEILCHENGEWICHTSZUSAMMENSETZUNG VON HUMINSÄUREN AUS HOCHMOOR-HUMUSKOMPLEXEN

Von

S. SÍPOS¹, W. ROCHUS² und E. TOMBÁCZ¹

¹ Institut für Kolloidchemie der Attila József Universität, Szeged und

² Interfakultatives Lehrgebiet Chemie der Universität, Göttingen

(Eingegangen am 20. November 1976)

Im Bereich eines Hochmoores wurden 3 Standorte mit unterschiedlichem Entwicklungsstadium in Hinblick auf die Zusammensetzung ihrer Huminstoffkomplexe chemisch-analytisch untersucht und die Huminsäurefraktionen gelchromatographisch aufgetrennt. Es wurden die mittleren Teilchengewichte der Huminsäuren nach zwei verschiedenen Methoden bestimmt sowie die Verteilung der Huminsäuren auf verschiedene Teilchengewichtsbereiche ermittelt. Hieraus ergibt sich u. a., daß bei der Humifizierung am Niedermoorstandort und am Fichtenstandort Huminsäuren mit kleineren Teilchengewichten und höherem Gehalt an O-funktionellen Gruppen entstehen als am Hochmoorstandort. Menge und Art der entstehenden Humifizierungsprodukte sind sowohl vom pflanzlichen Ausgangsmaterial als auch von weiteren ökologischen Standortfaktoren abhängig. Die Teilchengewichtsverteilung innerhalb von Huminsäurenfraktionen ist offenbar typisch für den jeweils vorliegenden Komplex. Inwieweit allgemeingültige Aussagen, etwa über eine Beziehung zum Humifizierungsgrad und zu anderen ökologischen Faktoren, möglich sind, soll in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

Einleitung

Die Charakterisierung von Torfen erfolgt im allgemeinen durch den Zeretzungsgrad bzw. den bei dessen Bestimmung gewonnenen Daten und eine botanische und bodenkundliche Standortbeschreibung.

Wenn man Näheres über die Humifizierung des pflanzlichen Ausgangsmaterials am jeweiligen Standort erfahren will, benötigt man außerdem vor allem Daten über die daraus entstandenen Humifizierungsprodukte, vor allem Fulvosäuren und Humin-säuren. Diese ermöglichen in Verbindung mit den übrigen Daten eine wesentlich verbesserte Beschreibung des Torfes, da seine biologischen Eigenschaften durch diese Substanzen viel stärker geprägt werden als durch die relativ indifferenten unzeretzten oder nur wenig zersetzten Lignin- und Celluloserückstände des pflanzlichen Ausgangsmaterials. Unterschiede in der Zusammensetzung sowie den chemischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften dieser Stoffklassen sind zudem analytisch ziemlich genau zu erfassen, zur Charakterisierung zu verwenden, und sie können auch für die Diskussion der Humifizierung und der Torfgenese herangezogen werden.

Dieses soll an einem Beispiel dargelegt werden. Untersucht wurde ein ombro-soligenes Hochmor im Oberharz (Sonneberger Moor), aus dem an 3 verschiedenen Standorten unterschiedlichen Entwicklungsgrades Proben entnommen wurden. Dieses Moor steht unter Naturschutz und ist mit seiner ursprünglichen Vegetation

gut erhalten. Es wurde insbesondere von JENSEN [1, 2] und SCHNEEKLOTH und SCHNEIDER [5] eingehend beschrieben. Zur Ergänzung dieser ökologischen und botanischen Untersuchungen wurden chemische Untersuchungen zur Erfassung der Huminstoffkomplexe einiger Standorte mit typischen Entwicklungsstufen durchgeführt.

Material und Methodik

Im folgenden werden die Untersuchungsergebnisse vor allem der Huminsäurefraktionen vom

- a) *Vaccinium uliginosum*-Niedermoor-Stufenkomplex,
- b) Wachstumkomplex der Hochmoor-Stufenkomplexe, bei dem *Sphagnetum magellanici* die wichtigste Pflanzengesellschaft bildet, und vom
- c) *Piceeto-Vaccinietum uliginosi herzynum*, einem Fichtenstandort auf Torf am Unterhang des Moores

mitgeteilt. Es wurden hier jeweils etwa 20 l frischer Torf aus 25—30 cm Tiefe entnommen und erschöpfend mit 0,1 N Salzsäure und anschließend mit 0,1 N Kalilauge nach der Methode von ROCHUS [3, 4] extrahiert, wobei die Huminsäuren in ausreichenden Mengen für weitere Untersuchungen gewonnen werden konnten.

Ergebnisse

Die wesentlichen Analysedaten sind in Tab. I zusammengestellt. Hieraus wird auch der mengenmäßig bedeutende und unterschiedliche Huminsäuregehalt der Torfe deutlich. Der Huminsäuregehalt ist beim Fichtenstandort mit 39,7% am höchsten, beim Niedermoor-Stufenkomplex mit 32,1% noch deutlich höher als beim nicht so stark zersetzten Hochmoor-Wachstumskomplex, bei dem 29,8% der Trockensubstanz als Huminsäuren vorliegen.

Der gegenüber dem Wachstumkomplex deutlich höhere Huminsäuregehalt im Niedermoor-Stufenkomplex könnte durch einen höheren Zersetzungsgrad des Torfes bedingt sein, worauf auch der relativ hohe Calciumgehalt in der Asche hindeuten würde. Da der pH-Wert dieses Standortes noch unter dem des Wachstumskomplexes liegt, ist anzunehmen, daß ein großer Teil des höheren Huminsäuregehaltes auf die diesen Standort besiedelnden Pflanzengesellschaften (*Vaccinium uliginosum*) zurückzuführen sind, bei deren Humifizierung offenbar mehr Huminsäuren entstehen als bei der Humifizierung von Sphagnumarten des Wachstumskomplexes. Hierauf deutet auch der etwa gleich hohe C-Gehalt an den beiden Torfstandorten hin, der bei höherem Zersetzungsgrad des Niedermoor-Stufenkomplexes ebenfalls höher liegen müßte.

Zur weiteren Kennzeichnung der Huminsäurefraktion wurde das mittlere Teilchengewicht (TG) sowohl unter Verwendung der Ultrazentrifugentechnik als auch unter Verwendung der Gelchromatographie an Sephadex G—50 bestimmt (SÍPOS u. a. [6—8]). Die Ergebnisse sind in Tabl. II dargestellt.

Hieraus ist ersichtlich, daß die Huminsäuren des Wachstumskomplexes das höchste mittlere Teilchengewicht aufweisen und das der Huminsäuren aus dem Niedermoor-Stufenkomplex wesentlich niedriger liegt. Noch niedriger liegt das der Huminsäuren vom Fichtenstandort. Dadurch kommt deutlich zum Ausdruck, daß nicht

Tabelle I

Analysendaten der Torfproben aus einem *Vaccinium-uliginosum*-Niedermoor-Stufenkomplex (a), einem Wachstumkomplex der Hochmoor-Stufenkomplexe (b) und einem *Piceeto-Vaccinietum-uliginosi hercynicum* (c)

| | a | b | c |
|------------------------------|------|------|------|
| pH-Wert | 3,6 | 3,8 | 3,3 |
| Asche in % der TS | 4,1 | 1,8 | 3,2 |
| C-Gehalt (% i. d. TS) | 48,5 | 48,4 | 52,8 |
| N-Gehalt (% i. d. TS) | 0,5 | 0,7 | 1,8 |
| Bitumen (% i. d. TS) | 4,9 | 5,3 | 10,1 |
| eeR (% der TS) | 30,7 | 30,1 | 28,4 |
| Huminsäuren (% der TS) | 32,1 | 29,8 | 39,7 |
| Fulfosäuren und (% d. TS) | 28,2 | 33,0 | 18,6 |
| Nichthuminstoffe | | | |

TS = Trockensubstanz

eeR = erschöpfend extrahierter Rückstand

Tabelle II

Mittlere Teilchengewichte der untersuchten Huminsäuren von den Standorten a (Niedermoorkomplex), b (Hochmoorkomplex), c (Fichtenstandort)

| | a | b | c |
|-----------------------------|--------|--------|------|
| Mittl. TG-Best. mit Ulze | 11 500 | 19 200 | 9000 |
| Mittl. TG-Best. mit Gelchr. | 9 700 | 16 000 | 7250 |

nur die Menge der Huminsäuren, sondern auch ihre Zusammensetzung an den untersuchten Standorten unterschiedlich ist und zum Entwicklungsgrad des Moores bzw. Torfes in Beziehung steht.

Im Verlauf der Humifizierung entstehen offenbar aus den Pflanzengesellschaften des Wachstumkomplexes Huminsäuren mit höherem mittlerem Teilchengewicht als aus den Assoziationen des Niedermoor-Stufenkomplexes und des Fichtenstandortes. Nach JENSEN [1, 2] ist das *Piceeto-Vaccinietum* in der typischen Subassoziation im Bereich der Hochmoorvegetation- also z. B. am Randgehänge aller ombrotrophen Hochmoore, bezüglich der floristisch-soziologischen Konstitution identisch mit derselben Gesellschaft im Bereich der ärmsten Niedermoor-Stufenkomplexe. Das kommt auch bei dem vorliegenden Untersuchungsergebnis in der Teilchengrößenverteilung der Huminsäurefraktionen der verschiedenen Standorte zum Ausdruck.

Die Differenz zwischen den nach der Ultrazentrifugentechnik und den aus den gelchromatographischen Ergebnissen ermittelten Werten für die mittleren Teilchengewichte erklärt sich aus den jeweils aus experimentellen Gründen verwendeten unterschiedlichen pH-Werten der Huminsäurelösung von 6,0 bzw. 7,5. Dies läßt sich auch durch elektronenoptische Untersuchungen nachweisen [6].

Noch deutlicher wird die spezifische Zusammensetzung der Huminsäurefraktionen der verschiedenen Standorte, wenn man die in Tab. III dargestellte, aufgeschlüsselte Verteilung der Huminsäuren auf die angegebenen Teilchengewichtsbereiche betrachtet. Im Größenbereich bis 8500 finden sich 10,7% der Huminsäuren vom Hochmoorstandort, 17,3% vom Niedermoorstandort und 22,9% vom Fichtenstandort. Im Bereich von 8500 bis 21 500 befinden sich 34,0% der Hochmoor-, 32,8% der Niedermoor- und 30,0% der Fichtenstandorthuminsäuren. Im Teilchengewichtsbereich über 21 500 finden sich beim Hochmoorstandort 55,1%, beim Niedermoorstandort 50,1% und beim Fichtenstandort 47,0% der Huminsäuren. Diese können nochmals an G—100 aufgetrennt werden.

Tabelle III

Teilchengewichtsverteilung der untersuchten Huminsäuren aus dem Niedermoorkomplex (a), Hochmoorkomplex (b), und Fichtenstandort (c) (Jeweils in % von der Gesamtfraktion)

| Teilchengewichtsfractionen | a | b | c |
|----------------------------|------|------|------|
| 28 000 | 41,4 | 34,9 | 26,0 |
| 25 000—28 000 | 12,0 | 12,5 | 10,3 |
| 21 500—25 000 | 6,7 | 7,7 | 10,7 |
| 18 500—21 500 | 9,1 | 10,7 | 8,4 |
| 15 000—18 500 | 8,6 | 8,4 | 7,0 |
| 12 000—15 000 | 8,2 | 7,9 | 6,4 |
| 8 500—12 000 | 6,9 | 7,0 | 8,2 |
| 6 000—8 500 | 6,3 | 5,4 | 7,1 |
| 3 500—6 000 | 5,6 | 3,7 | 6,4 |
| 1 000—3 500 | 3,1 | — | 4,8 |
| 1000 | 2,3 | 1,6 | 4,6 |

Hieraus ergibt sich, daß die Humifizierung der verschiedenen Pflanzengesellschaften an den jeweiligen Standorten zu Produkten mit unterschiedlichen Teilchengewichten führt. Diese unterscheiden sich, wie aus den Infrarot-Spektren zu ersehen ist, auch chemisch durch die Art und Menge der funktionellen Gruppen. Die Diskussion dieser Spektren und ihre Auswertung erfolgt an anderer Stelle.

Literatur

- [1] Jensen, U.: Naturschutz und Landschaftsplan in Niedersachsen H. 1, Hannover, 1961.
- [2] Jensen, U.: Mitt. Flor. Soc. Arb.-Gem. 1962.
- [3] Rochus, W.: Scheffer-Festschr. Göttingen, 1964.
- [4] Rochus, W.: Mitt. d. Dtsch. Bodenkdl. Ges. 4, 301 (1965).
- [5] Schneekloth, H., S. Schneider: Telma 1, 73 (1971).
- [6] Sipos, S., É. Sipos, I. Dékány, A. Deér, I. Horváth: Intern. Peat Symposium, Gdansk, 1974.
- [7] Sipos, S., I. Dékány, F. Szántó, É. Sipos: Acta Phys. et Chem. Szeged 18, 253 (1972).
- [8] Sipos, S., É. Sipos, I. Dékány, A. Deér, T. Meisel, B. Lakatos: Agrokémia és Talajtan 23, 313 (1974).

МОЛЕКУЛЯРНО-ВЕСОВОЙ СОСТАВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ
ИЗ ТОРФЯНО-ГУМУСНЫХ КОМПЛЕКСОВ*Ш. Шинош, В. Рохус и Э. Томбац*

В образцах, взятых с трех мест верхнего пласта торфяного месторождения, изучены составы гуминовых комплексов и с помощью гель-хроматографии разделены фракции гуминовых кислот. Двумя различными методами определены средние молекулярные веса гуминовых кислот и установлено их молекулярно-весовое распределение. Полученные результаты показывают, что при гумусообразовании гуминовых кислот меньшие молекулярные веса и большее содержание функциональных групп наблюдается в нижних торфяных слоях и пластах елового происхождения, чем в верхних пластах. Количество и характер продуктов гумусообразования таким образом зависит от природы исходного материала, а также от дальнейших экологических условий развития пластов.

Молекулярно-весовое распределение внутри фракций гуминовых кислот, очевидно, является типичным для изученных комплексов.

Вопрос о том, насколько закономерно обобщение зависимости степени гумусообразования и ряда экологических факторов, является предметом дальнейшего изучения.