

## МИКРОМИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ПОЧВЕННЫХ ТИПОВ ВЕНГРИИ

Л. ГЕРЕИ

*Государственный институт по контролю качества почв и с. х. продуктов, Будапешт*

Минеральные коллоиды играют в почве большую и многостороннюю роль. Такие свойства почвы, как адсорбционная способность, набухание, устойчивость элементарных частичек и сопротивление при обработке зависят от количественного и качественного микроминералогического состава почв. Большую роль почвенные коллоиды играют и в почвообразовательных процессах, особенно там, где идет процесс разрушения и переобразования органико-минерального комплекса, вынос и накопление полуторных окислов. Это наблюдается в солонцах и солодях, а также в бурых лесных подзолистых почвах. Известно, что образование, превращение и разрушение минеральных коллоидов в процессе образования солонцов и подзолистых почв важно с трех точек зрения: 1. образования горизонта А бедного полуторными окислами, но с повышенным содержанием кремневой кислоты, 2. образования горизонта В, содержащего большое количество глинистой фракции и полуторных окислов и 3. с точки зрения передвижения (миграции) полуторных окислов. В процессе почвообразования претерпевают изменение и сами микроминералы, они мигрируют в почвенном профиле, разрушаются и в некоторых случаях видоизменяются. Состав микроминералов их количество, качество и распределение в почве зависит от микроминералогического состава материнских пород.

Были проведены исследования микроминералогического состава бурой лесной, бурой лесной подзолистой гумусной почвы, сильно солонцеватой луговой и луговой почвы Венгрии.

### Изученные почвы и методы исследования

Изучались четыре почвенных разреза и на основании полевых исследований, химических и физических их свойств (механический анализ, обменные катионы, анализ 1:5 водной вытяжки, рН, содержание  $\text{CaCO}_3$  и т. д.) были отнесены к следующим почвенным типам: 1. бурая лесная почва, 2. сильно солонцеватая луговая почва, 3. бурая лесная подзолистая, гумусная почва, 4. луговая почва. Выделение коллоидной фракции из почвенных образцов проводилось методом Горбунова.

### Химический состав почв и глинистых фракций

Анализы химического состава проводились из всех генетических горизонтов почв и из выделенных коллоидных фракций размером меньше 0,001 мм. Данные анализов последних приводятся в таблице 1. Из приведенных

данных (табл. 1.) видно, что содержание  $Al_2O_3$  в бурых лесных почвах гораздо выше, чем в засоленных и луговых почвах. Наблюдается большая разница между химическим составом почв и выделенных фракций. Так, содержание кремневой кислоты в бурой лесной почве около 61,2—64,6%, в сильно солонцеватой луговой почве 62—64,5%, в подзолистой гумусной бурой лесной почве 59,5—64,3%, в луговой почве 45,9—59,1%, а в глинистых фракциях значительно меньше. Если теперь обратимся к содержанию  $Fe_2O_3$  в образцах почвы, то оно будет следующим: в бурых лесных почвах

Таблица 1.

## Результаты анализа глинистой фракции

(1) Почвенный тип	(2) Глубина горизонта	$SiO_2$	$R_2O_3$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	CaO	MgO	(3) Потери при прокаливании
		%						
а) Бурая лесная почва	A <sub>1</sub> 0	54,02	35,75	27,77	7,98	0,67	0,61	6,32
	A <sub>2</sub> 30	55,10	40,50	30,52	9,98	1,30	0,61	6,32
	B <sub>1</sub> 50	46,95	49,75	38,55	11,20	1,12	0,40	6,97
	B <sub>2</sub> 70	54,00	42,00	30,00	12,00	0,91	0,50	6,41
	C 110	58,50	44,50	32,50	12,00	1,19	0,65	2,10
б) Сильно солонцеватая луговая почва	A 0	54,30	22,00	14,02	7,98	1,61	0,83	14,90
	B <sub>1</sub> 30	54,10	23,00	16,60	6,40	1,61	0,91	15,00
	B <sub>2</sub> 70	60,70	20,20	13,00	7,20	2,10	1,10	16,10
	C 150	62,50	20,30	12,20	8,10	3,50	1,50	16,50
в) Подзолистая гумусовая бурая лесная почва	A <sub>1</sub> 0	42,50	38,05	30,05	8,00	0,46	0,40	15,40
	A <sub>2</sub> 10	43,10	45,00	30,40	14,60	1,58	0,51	12,20
	B <sub>1</sub> 50	40,85	49,00	38,20	10,80	0,98	0,55	8,35
	B <sub>2</sub> 70	40,00	47,00	35,40	11,60	0,98	0,53	10,47
	C 150	45,40	46,00	36,80	9,20	1,64	0,81	12,15
г) Луговая почва	A 10	48,51	20,00	6,33	13,47	3,43	2,26	16,90
	B <sub>1</sub> 30	50,0	24,05	11,44	12,61	2,80	2,44	16,60
	B <sub>2</sub> 70	49,93	28,90	17,72	11,18	2,75	2,24	12,36
	C 110	51,98	22,65	12,62	10,03	3,43	2,60	15,90

3,3—5,3%, в сильно солонцеватых луговых почвах от 4,7—6,4%, в подзолистой гумусной бурой лесной почве 2,9—3,5%, в луговой почве 4,5—5,4%. В глинистых фракциях, выделенных из образцов этих же почв содержание  $Fe_2O_3$  гораздо выше. (табл. 1.). Таким образом, сопоставляя содержание  $SiO_2$  и  $Fe_2O_3$  и отношение  $SiO_2:Fe_2O_3$  в почвах и в глинистых фракциях этих почв, приходим к следующим выводам: а). Процентное содержание  $SiO_2$  в почве выше, чем в глинистых фракциях, в) содержание  $Fe_2O_3$  выше в глинистых фракциях, чем в почве. Эта закономерность наблюдается во всех четырех почвенных разрезах и указывает на то, что более грубые фракции почвы обогащены кремневой кислотой, а более тонкие, глинистые фракции  $Fe_2O_3$ . Значит, окислы железа играют большую роль в коллоидных фракциях почвы.

### Микроминералогический состав глинистой фракции почв

(На основании рентгендифракционных исследований и ДТА). Рентгено-дифракционные и дифференциально-термальные анализы проводились в фракциях размером меньше 0,001 мм (глинистых). В тексте привожу только несколько дифракционных кривых. Бурая лесная почва. (Кривые ДТА показаны на рис. 1). О см. (гор. А<sub>1</sub>). В коллоидной фракции было най-

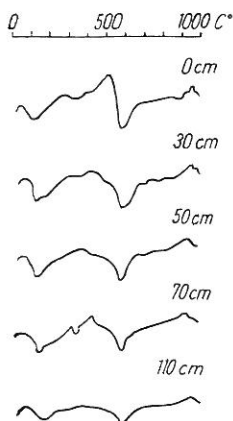


Рис. 1.  
Кривые ДТА бурой лесной почвы. Фракция < 0,001 мм.

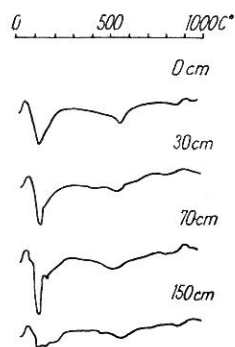


Рис. 2.  
Кривые ДТА сильно-солонцеватой луговой почвы. Фракция < 0,001 мм.

дено 40% каолинита и 50—60% кварца. Это подтверждается рентгено-дифракционными линиями для кварца 3,32, 1,819 Å, для каолинита 7,14, 3,83 и 3,53 Å. Присутствие иллита доказывается только ДТА.

30 см. (гор. А<sub>2</sub>). В образцах примерно 60% каолинита (7,10, 3,55 Å), 30% кварца (3,33, 1,813 Å) и 10% иллита (4,93 Å). Полученные данные подтверждаются ДТА.

50 см. (горизонт В<sub>1</sub>). Найдено в глинистой фракции 60% иллита (4,91, 1,652 Å), 20% диккита (7,28, 3,52 Å) и 20% кварца (3,35, 1,813 Å).

70 см. (гор. В<sub>2</sub>). Кварц (3,32, 1,818 Å) и иллит (4,97, 1,649 Å) содержатся примерно в одинаковых количествах. Данные ДТА показывают также на присутствие диккита и каолинита.

110 см. (гор. С). Линии 4,90 и 1,645 и ДТА показывают на наличие иллита. Присутствие каолинита ни ДТА, ни рентгенографическим методом не было обнаружено.

Выводы: В изученной почве микроминералогический состав изменяется по генетическим горизонтам. В верхних горизонтах был найден каолинит, ниже диккит, в самых нижних горизонтах иллит. Бросается в глаза, что каолинит находится только в горизонтах А и В, максимальное содержание его было отмечено в горизонте А<sub>1</sub>, в горизонте С его нет совсем. Это показывает на то, что в процессе почвообразования могут образовываться такие минералы, которых не было в материнских породах.

Сильно солонцеватая луговая почва. (Кривые ДТА приведены на рис. 2).

0 см. (горизонт А). В глинистой фракции найден главным образом иллит (4,98, 2,56 Å) и кварц (3,32, 1,811 Å).

30 см. (гор. В<sub>1</sub>). Получены примерно такие же данные, как для первого горизонта.

70 см. (гор. В<sub>2</sub>). Примерно в одинаковых количествах присутствуют монтмориллонит (1,374, 1,292 Å) и кварц (3,34 Å); 40%—40% и 20% иллита

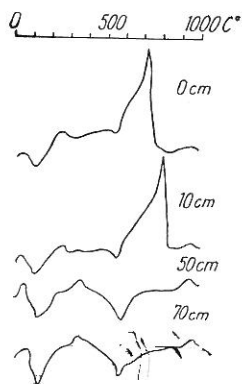


Рис. 3.  
Кривые ДТА подзолистой гумусовой бурой лесной почвы. Фракция < 0,001 мм.

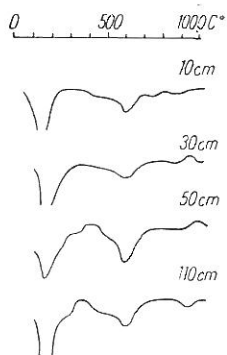


Рис. 4.  
Кривые ДТА луговой почвы. Фракция < 0,001 мм.

(2,99 Å). Двойной пик на термограмме при 115 ° показывает присутствие Са-монтмориллонита, а это однозначно показанию присутствия монтмориллонита.

150 см. (гор. С). В основном найден кварц (3,34 Å) 70% и иллит (3,00, 2,57 Å). ДТА показывает наличие монтмориллонита.

Выводы: Интересно отметить, что монтмориллонит бесспорно присутствует только в горизонте В, возможно и в горизонте С, но в верхних горизонтах его нет. Отмечено значительное содержание в разрезе почвы магния. В глинистой фракции и среди обменных катионов, особенно в горизонтах В<sub>2</sub> и С, содержится довольно большое количество магния (В<sub>2</sub> — 58% и С — 49%). В этих же горизонтах встречается иллит и монтмориллонит. Результаты, в согласии с литературными данными показывают, что в этих горизонтах в процессе превращения иллит-монтмориллионит магний играет значительную роль. Подзолистая, гумусная бурая лесная почва.

0 см. (гор. А). (Кривые ДТА показаны на рис. 3). В образцах 60% иллита (4,94, 2,56, 1,502 Å), 20—30% кварца (3,33 Å) и 10% ортоклаза (3,17 Å). Интересно отметить, что кривая ДТА при 715° показывает ярко выраженный экзотермический пик, для которого нет объяснения среди литературных данных.

10 см. (гор. А<sub>2</sub>). Кривые ДТА снова показывают экзотермический пик, но отодвинутый на 30°. В образцах находим кварц (3,33 Å), иллит (2,57, 1,493 Å) и ортоклаз (3,20 Å), а так же линию гидрагиллита (4,89 Å) и не-

сколько линий байерита (4,32 Å). По моему мнению линии расшифровываются так, что байерит, имеющий метостабильную структуру, превращается в гидрагиллит, но это превращение в образце прошло не полностью. Преобразование уже началось и таким образом линия гидрагиллита 4,89 сформировалась, в то же время линия байерита 22,22 уже исчезла. Другие линии байерита можно обнаружить, но другие характерные линии гидрагиллита не проявляются. Количество кварца и иллита примерно одинаково 40—40%, байерита и ортоклаза 10—10%. Для подтверждения предположений относящихся к байериту необходимы дальнейшие исследования.

50 см. (гор. В<sub>1</sub>). В образцах господствующее положение занимает иллит (4,90, 2,56, 1,503 Å), наряду с ним имеется 10—15% кварца (3,33 Å).

70 см. (гор. В<sub>2</sub>). Вместе с иллитом (4,49, 2,57 Å) 10—10% монтмориллонита и кварца (3,33 Å).

150 см. (гор. С). Большое количество иллита (4,51, 2,56 Å) 20% кварца (3,36 Å), встречается и кристаллический кальцит (3,02 Å).

Выводы: В почве первостепенное значение имеет иллит, затем кварц и ортоклаз. Заслуживает внимания возможное превращение байерит-гидрагиллит в горизонте А<sub>2</sub>.

Луговая почва. (Кривые ДТА приведены на рис. 4).

Из образцов горизонтов А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, взятых с глубины 10, 30, 70 и 110 см, проводились исследования глинистой фракции. В каждом горизонте нашли примерно одинаковое количество иллита (4,50, 2,57 Å), полевых шпатов (3,16 Å). В горизонте В<sub>2</sub> кроме этого кривые ДТА показали наличие окислов.

### Резюме

Изучались микроминералогические свойства бурой лесной почвы, подзолистой гумусовой бурой лесной почвы, сильно солонцеватой луговой и луговой почвы. Материнской породой первой почвы являлся пермский песчаник, второй — песчаный лёсс, третьей и четвертой почвы — карбонатный лёсс. Были сделаны следующие выводы:

1. Существует связь между химическим и микроминералогическим составом генетических горизонтов почв и процессами осолонцевания и оподзоливания.

2. В глинистых фракциях лесных почв содержится больше алюминия, чем в засоленных почвах.

3. Общее содержание кремневой кислоты в почве обычно гораздо выше, чем в глинистой фракции той же почвы и наоборот, содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> выше в глинистой фракции. Это указывает на то, что более грубые фракции почвы обогащены кремневой кислотой, а более тонкие, глинистые фракции — окислами железа. Значит последние играют большую роль в коллоидных фракциях почвы.

4. В подзолистых бурых лесных почвах возможно превращение байерит-гидрагиллит.

5. В солонцеватой луговой почве в карбонатном горизонте В найден Са-монтмориллонит.

6. Каолинит был обнаружен только в бурой лесной почве.

7. В коллоидной фракции сильно солонцеватой луговой почвы найдены иллит и монтмориллонит. В этой почве как в коллоидной фракции, так и среди обменных катионов присутствует магний в значительных количествах, который играет большую роль при переобразовании иллит-монтмориллонит.

8. Можно предположить, что в процессах выветривания и почвообразования происходит изменение минералов.

9. Из сравнения микроминералогического состава коллоидной фракции материнских пород и горизонтов почв заключили, что материнские породы имеют большое влияние на минералогический состав почв, однако в почве могут встречаться и такие минералы, которых нет в материнских породах.

## Micromineralogical Composition of Some Hungarian Soil Types

L. GEREI

National Institute for Agricultural Quality Testing, Budapest

### Summary

Minerals with colloidal orders of size play a multifarious and important part in soils. Especially great is their importance in soil forming processes characterized by transformation and/or decomposition of humus-clay mineral complexes and by migration and accumulation of sesquioxides. Such processes are the formation of solonetz and soloth (alkalization) and that of podsolized forest soil. As known, the decomposition, transformation and formation of minerals with colloidal orders of magnitude are of importance in the processes of solonization and podsolization in three respects, viz.:

1. Formation of the A horizon, rich in silica and low in sesquioxides;
2. Formation of the B horizon, rich in clay fractions and in sesquioxides;
3. Migration of sesquioxides.

On the basis of the above statements the micro-mineralogical properties of four soils were investigated; the soils were: a brown forest soil, a strongly solonized meadow soil, a podsolized humous brown forest soil, and a meadow soil. The parent rock of the 1<sup>st</sup> was Permian sandstone, that of the 2<sup>nd</sup> and the 4<sup>th</sup> was calcareous loess, and that of the 3<sup>rd</sup> was sandy loess. Results of bulk analysis of the whole soils as well as of the separated clay fractions were evaluated. The following main conclusions were drawn:

1. Solonization and podsolization processes are related to the chemical and micro-mineralogical composition of the genetic horizons of the soils in question.
2. The clay fractions of forest soils contain considerably more aluminium than those of alkali soils.
3. The whole soil generally contains much more  $\text{SiO}_2$  than the clay fraction, while the latter, on the contrary, contains much more  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Apparently  $\text{SiO}_2$  accumulates rather in the coarse fractions of the soil and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  in the clay. Thus, iron oxides play an important role in the colloidal fractions of soils.
4. In the podsolized brown forest soil the transition of bayerite into hydrargillite is probable.
5. In the calcareous C horizon of the solonized meadow soil the presence of calcium montmorillonite was stated.
6. Kaolinite occurred only in the brown forest soil.
7. In the colloidal fractions of the strongly solonized meadow soil illite and montmorillonite was found. On bulk analysis of the clay as well as among the exchangeable bases considerable amounts of magnesium could be determined. This means — in accordance with literature data — that magnesium plays a significant role in the transformation of the minerals mentioned (illite and montmorillonite) into each other.
8. Thus it may be assumed that transformations of minerals take place in the course of weathering and soil forming processes.
9. Comparing the micro-mineralogical composition of clay fractions from the parent material and from single horizons it was shown that though the micro-mineralogical composition of the parent material decisively influences that of the soil, probably some clay minerals not present in the parent material may be formed in the soil.

*Fig. 1.* DTA curves of the clay fraction (particle size  $< 0,002$  mm) of a brown forest soil.

*Fig. 2.* DTA curves of the clay fraction of a solonised meadow soil.

*Fig. 3.* DTA curves of the clay fraction of a podsollic humous brown forest soil.

*Fig. 4.* DTA curves of the clay fraction of a meadow soil.

*Table 1.* The chemical composition of the clay fraction. (1) Type of the soil: a) Brown forest soil, b) solonised meadow soil, c) podsolised humous brown forest soil, d) meadow soil. (2) Depth of sampling. (3) Loss of ignition.

## Composition microminéralogique de quelques types de sols hongrois

L. GEREI

Institut National pour la Qualification des Sols et des Produits Agraires, Budapest

### Résumé

Nous avons étudié du point de vue microminéralogique les propriétés d'un sol brun forestier, d'un sol de prairie fortement solonnetzeux, d'un sol brun forestier humifère, podzolique et d'un sol de prairie. La roche-mère du premier sol est constituée de grès permien, celle du deuxième et quatrième de loess carbonaté et celle du troisième de loess sablonneux.

Dans notre mémoire nous évaluons les résultats de l'analyse globale de ces sols et de leur fraction argileuse, ainsi que les données de la spectrographie de diffraction aux rayons X et de l'analyse thermique différentielle. Nous sommes arrivés aux conclusions suivantes:

1. Il y a corrélation entre la formation des solonetz et des podzols et la composition chimique et microminéralogique des horizons génétiques de ces sols.

2. Dans les sols forestiers la fraction argileuse contient considérablement plus d'alumine que dans les sols à alcali.

3. Dans la composition globale du sol la quantité de  $\text{SiO}_2$  est généralement considérablement plus grande que dans la fraction argileuse, par contre la teneur en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  est considérablement plus haute dans la fraction argileuse que dans le sol entier. Ce fait indique que tandis que  $\text{SiO}_2$  s'enrichit plutôt dans les fractions grossières, le fer s'enrichit de préférence dans les fractions argileuses. Les oxydes de fer jouent donc un rôle important dans la fraction colloïdale des sols.

4. Dans le sol forestier podzolique l'on peut admettre la transformation bayerite-hydrargillite.

5. Dans l'horizon B calcique du sol de prairie solonnetzeux l'on a démontré la présence de montmorillonite à calcium.

6. La kaolinite n'a été présente que dans le sol brun forestier.

7. Dans la fraction colloïdale du sol de prairie fortement solonnetzeux l'on a trouvé de l'illite et de la montmorillonite. Dans ce sol, aussi bien dans la composition globale de la fraction colloïdale, que parmi les bases échangeables, il se trouvait une quantité considérable de magnésium. Ce fait indique, conformément avec certaines données de la littérature, que le magnésium joue un rôle important dans la transformation des minéraux mentionnés (illite-montmorillonite).

8. L'on peut donc admettre qu'au cours des processus d'altération et de la formation des sols de transformations de minéraux ont lieu.

9. Par la comparaison microminéralogique des fractions colloïdales de la roche-mère et les divers horizons du sol l'on peut établir que la roche-mère a une influence décisive sur la composition microminéralogique du sol, mais probablement il peut aussi se former dans le sol un microminéral qui ne se trouve pas dans la roche-mère.

*Figure 1.* Courbes DTA du sol brun de forêt fraction  $<0,001$  mm.

*Figure 2.* Courbes DTA du sol de prairie fortement solonnetzeux fraction  $<0,001$  mm.

*Figure 3.* Courbes DTA du sol brun de forêt humifère, podzolique, fraction  $<0,001$  mm.

*Figure 4.* Courbes DTA du sol de prairie fraction  $<0,001$  mm.

*Tableau 1.* Composition chimique de la fraction d'argile. (1) Type du sol: a) Sol brun forestier, b) Sol de prairie fortement solonnetzeux, c) Sol brun forestier humifère podzolique, d) Sol de prairie. (2) Profondeur de la prise d'échantillon (profondeur de l'horizon). (3) Perte de calcination.

## Mikromineralogische Zusammensetzung einiger ungarischer Bodentypen

L. GEREI

Landesinstitut für landwirtschaftliche Qualitätsprüfung, Budapest

### Zusammenfassung

Es wurden die mikromineralogischen Eigenschaften eines braunen Waldbodens, eines stark solonetzisierten Wiesenbodens, eines podsolierten, humosen braunen Waldbodens und eines Wiesenbodens untersucht. Das Muttergestein des ersten Bodens war Permsandstein, das des zweiten und vierten karbonathaltiger Löß, und das des dritten Bodens sandiger Löß. Die folgenden Feststellungen wurden gemacht:

1. Es besteht ein Zusammenhang zwischen Solonetz- und Podsolbildung sowie der chemischen und mikromineralogischen Zusammensetzung der genetischen Horizonte obengenannter Böden.

2. In der Tonfraktion der Waldböden ist wesentlich mehr Aluminium enthalten als in jener der Alkaliböden.

3. Der Gesamtboden enthält im allgemeinen bedeutend mehr  $\text{SiO}_2$ , als die Tonfraktion; umgekehrt ist der Gehalt der Tonfraktion an  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  beträchtlich höher. Demnach wird  $\text{SiO}_2$  eher in den größeren Korngrößenfraktionen des Bodens,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  eher in der Tonfraktion angehäuft. Somit spielen Eisenoxyde im Kolloidanteil der Böden eine wichtige Rolle.

4. Im podsolierten braunen Waldboden findet wahrscheinlich eine Umwandlung des Bayerits in Hydrargillit statt.

5. Im kalkhaltigen B-Horizont des solonetzisierten Wiesenbodens konnte Kalzium-Montmorillonit nachgewiesen werden.

6. Kaolinit wurde nur im braunen Waldboden gefunden.

7. In der Kolloidfraktion des stark solonetzisierten Wiesenbodens war Illit und Montmorillonit vorhanden. Sowohl bei der Bauschanalyse des Tonanteils, als auch bei der Ermittlung austauschfähigen Basen wurden beträchtliche Mengen an Magnesium bestimmt. Im Einklang mit Schriftumsangaben weisen diese Befunde darauf hin, daß dem Magnesium bei der Umwandlung der obengenannten Minerale (Illit und Montmorillonit) ineinander eine wichtige Rolle zufällt.

8. Es kann daher angenommen werden, daß im Laufe der Verwitterungs- und Bodenbildungsvorgänge auch Umwandlungen der Minerale stattfinden.

9. Ein Vergleich der mikromineralogischen Zusammensetzung der Kolloidfraktionen im Muttergestein mit denjenigen in den einzelnen Bodenhorizonten zeigte, daß die mikromineralogischen Eigenschaften der Böden zwar ausschlaggebend von dem Muttergestein bestimmt werden, nichtsdestoweniger im Boden auch solche Tonminerale entstehen dürften, die im Muttergestein nicht vorhanden waren.

Abb. 1. DTA-Kurven der Tonfraktion (<0,002 mm) eines braunen Waldbodens.

Abb. 2. DTA-Kurven der Tonfraktion eines stark podsolierten Wiesenbodens.

Abb. 3. DTA-Kurven der Tonfraktion eines podsoligen humosen braunen Waldbodens.

Abb. 4. DTA-Kurven der Tonfraktion eines Wiesenbodens.

Tabelle 1. Die chemische Zusammensetzung der Tonfraktion. (1) Bodentyp: a) Brauner Waldboden, b) stark solonetzisierter Wiesenboden, c) podsolierter humoser brauner Waldboden, d) Wiesenboden. (2) Tiefe der Bodenentnahme. (3) Glühverlust