

A „podzolosodás” és a „lessivage” problémája

A. A. RODE

Dokucsájev Talajtani Intézet, Moszkva

Jelen dolgozat célja a „podzolosodás” és a „lessivage” fogalmának, valamint ezen folyamatok földrajzi elterjedésének értékelése, a „podzolos”-nak, illetve a „lessivó”-nek nevezett talajok kémiai és mechanikai összetételére vonatkozó vizsgálati adatok segítségével.

Mindenekelőtt foglalkozni kell azzal a kérdéssel, hogy mit értenek a „podzolosodás” és a „lessivage” fogalma alatt.

A „podzolosodás” és a „lessivage” erdő alatt jön létre és morfológiailag hasonló talajszelvény képződéséhez vezet. Az utóbbi ismertetőjele a fakó kilúgzási A-szint, amely az anyaközethez viszonyítva kevesebb agyagos részt, másfélszeres oxidot, szilikátokban kötött kovasavat és (viszonylag) több durva frakciót és kvarcot tartalmaz. A podzolosodott talajokat szintén az A-szint alkáli- és alkáliföldfém kationokban való szegénysége jellemzi. E közös vonások alapján az A-szint felső részében létrejön az A_1 -szint, amely az A_2 -szinthez hasonlítva humuszban, kieserélhető kationokban, néha kismértékben agyagtartalommal, másfélszeres oxidokban, valamint foszforban, kénben, stb. gazdagabb. Az A-szint alatt képződik a B-szint, amely az előbbihez vagy fokozatos átmenettel kapcsolódik, vagy többé-kevésbé élesen elkülönül (A_2B -szint). „Klasszikus” esetben a B-szint különbözik az alatta fekvő anyaközettől (C-szint) nagyobb agyag- és másfélszeres-oxid tartalmával, néha nagyobb a kationkieserelő-képessége, a humusz, magnézium és kálium tartalma is. Ezek a „klasszikus jellemvonások” — különösen a megnövekedett szeszkvioxiddtartalom — legszembetűnőbben a homokos mechanikai összetételnél nyilvánulnak meg. Ezekben az esetekben azonban a másfélszeres oxidok — különösen a vas —, amelyek a B-szintben halmozódtak fel, allohton származásúak is lehetnek. A vályog- és anyaközeten képződött talajokon — melyekről később lesz szó — mindezek a jellemvonások hiányozhatnak is. Ilyenkor a morfológiai B-szintben fellelhető a kilúgzási folyamat analitikailag gyengén kifejezett ismertetőjelei, amelyek a C-szint felé haladva fokozatosan eltűnnek.

E talajok képződését korábban azzal magyarázták (GLINKA [18]), hogy az A-szintből az agyagrészecskék előzetes szétesése nélkül kimosódnak és a B-szintben halmozódnak fel. Később mind több és több kísérleti és elemzési adat gyűlt össze, és a talaj-kolloidika is fejlődött, minek következtében ezen nézetek felülvizsgálata szükségessé vált. Széles körben elfogadták azt a nézetet, melynek értelmében az A-szintben a primér és a szekunder ásványok — kivéve a kvarcot — teljes kémiai szétesése következik be és a mállástermékek a B-szintbe távoznak ([ROGOVOJ és SZAMODUROV [39] rámutattak, hogy a podzolosodás folyamatában a kvarc is oldódik). Az utóbbi szintben egymással reakcióba lépve visszamaradhatnak, miközben az új képződmények és a szekunder ásványok felhalmozódásának kezdetét jelentik, mint: alumo- (részben ferri-) szilikátok, szabad hidroxidok (főként vashidroxid). Így felhalmozódási szint képződik.

A primér ásványok szintén szétesnek a B-szintben, de ez a szétesés nem olyan intenzív, mint az A-szintben. A podzolképződés lényegének fenti elképzelése, legáltalánosabb formájában általunk tétetett közzé (RODE [38]). Azóta a kutatások legnagyobbbrészt a podzolosodási folyamat mechanizmusának, az élőszervezetek, a szervesanyagok (különösen a szerves savak) és a redukciós jelenségek szerepének tanulmányozására összpontosultak.

A 40-es évek végén Nyugateurópában — először Franciaországban, majd később a többi országokban — a talajok, főként az evolúciós sorok — melyek a barna erdőtalajjal (sol brun; Braunerde;) kezdődnek és magukba foglalják e talajok degradációjának különböző fokozatait is — tanulmányozásának eredményeképpen olyan vélemény alakult ki, hogy ez a degradáció legalább is az első szakaszaiban úgy megy végbe, hogy a talajréteg felső részéből az agyag elvándorol, miközben az előbbi kilúgzási, vagy A-szintté alakul, az alsó részéből pedig B-szint lesz. Ez az elképzelés, mint ahogy látni fogjuk, visszatérést jelentett GLINKA [18] nézeteihez. Az agyag mechanikai áthelyeződésének ez a folyamata a „lessivage” elnevezést kapta. Duchaufour, aki ennek az elképzelésnek és elnevezésnek a szerzője, a barna erdőtalajok degradációjának egész folyamatát podzolosodásnak nevezi (podsolisation, idézve DUCHAUFOUR [6] munkájának 264. oldala), de két egymást követő fázist különböztet meg: az agyag mechanikai áthelyeződésének fázisa (lessivage) és a kémiai podzolosodás fázisa. Később DUCHAUFOUR [7] rámutatott, hogy szegény, könnyű és jó vízáteresztő kőzeteken a podzolosodás kezdődhet előzetes lessivage-fázis nélkül is. A lessivage keletkezésének okát Duchaufour az erdőtalaj biológiai aktivitásának csökkenésében és a humusz mérsékelt elsavanyosodásában látja. Az agyag — nézetei szerint —, humát-agyag komplexek formájában lúgozódik ki, a vas pedig kavasav-vas-komplexek alakjában. A lessivage stádiumai a következők: agyagbemosódásos, vagy kilúgzott barna erdőtalaj (sol brun lessivé; a német szerzőknél Parabraunerde) és lessivé, vagy kilúgzott talaj (sol lessivé typique, a német szerzőknél Fahlerde). A további fejlődés szegény, vízáteresztő kőzeteken a podzol képződéséhez vezet. Gazdagabb ásványi összetételű vályogos kőzeteken az agyag B-szintben való felhalmozódásának következtében ez utóbbi vízáteresztőképessége csökkenni kezd. Az ilyen talajon időszakos vízállások keletkeznek (DUCHAUFOUR [8]) ami a redukciós folyamatokat, a talajszelvény ún. „márványozottságát” vonja maga után, melyben megjelennek a glejesedés kék foltjai. Ebben az esetben a következő stádium, amely akkor keletkezik, amikor a B-szint teljesen, vagy majdnem teljesen elveszti vízáteresztőképességét — a „pszeudoglej”. A talajszelvény felső részében kifejlődik a glejesedés. A pszeudoglej legjellemzőbb tulajdonsága — a vízgazdálkodás szélsőségessége — a tavaszi nedves periódusban az A-szint teljes víztelítettsége és nyári periódusban annak teljes kiszáradása (lásd úgyszintén MÜCKENHAUSEN [32, 33], DUCHAUFOUR [9, 10] és MANIL [27, 28]. A lessivage természetben való létezéséről szóló elképzelést a Szovjetunióban FRIDLAND [13, 14] is támogatta, aki az „illimerizáció” elnevezést javasolta. Fridland is, mint a külföldi szerzők, a lessivage útján képződött talajok legfontosabb ismertetőjeléül, amely megkülönbözteti őket a podzolosodás útján keletkezett talajoktól, az agyagfrakció elemi összetételét és a mikromorfológiai sajátságokat fogadja el. A lessivage útján képződött talajokban a $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3, \text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ aránya a talajszelvényekben lényegesen nem változik. A legnagyobb értékeket ez a változás, — az utóbbi esetben —, az A-szintben éri el, lefelé haladva jelentősen csökken, a minimális értéket a B, vagy a C-szintben találjuk. Ami a mikromorfológiai sajátságokat illeti, a lessivage útján képződött

talajokra a túlnyomórészt repedésekben, pórusokban és nagyobb üregekben fellépő kettőstörő agyaghártyák jelenléte jellemző.

FRIDLAND feltételezi, hogy a lessivage a podzolos barna és a podzolos fahéjszínű erdőtalajok jellemzője. A podzolosodás véleménye szerint a típusos podzolos, glejes podzolos, humuszos podzolos és egyes esetekben a gyepes podzolos talajokra jellemző. Az utóbbiakban más esetekben úgyszintén a szürke-, valamint a podzolos barna erdőtalajok egyrészében FRIDLAND lehetségesnek tartja e két folyamat összefonódását. FRIDLAND nézeteit GERASZIMOV teljes mértékben támogatta [16].

KUNDLER [24], aki a Moszkva alatti Poduskinói Erdőgazdaság gyepes podzol talajait és a Tula alatti szürke talajokat tanulmányozta, arra a következtetésre jutott, hogy ezeknek a talajoknak képződési folyamata és a nyugat-európai „lessivé” talajok képződési folyamata kb. egyformán megy végbe, mégpedig úgy, hogy ebben a folyamatban az agyagfinomságú alumoszilikátok mechanikai helyzetváltoztatása az uralkodó. DUCHAUFOUR [10] szintén azt tartja, hogy a gyepes podzolos talajok tulajdonképpen gyengén podzolos „lessivé” talajok. Az utóbbi időben Geraszimov azt állítja, hogy a Szibériában előforduló és általa „sárgásbarnának” nevezett talajok is lessivage útján képződnek. Ezt a következtetést arra alapítja, hogy a SiO_2 : Al_2O_3 , valamint a SiO_2 : R_2O_3 arány ezeknek a talajoknak a szelvényében majdnem állandó.

Ily módon az utóbbi években megnyilvánult az a tendencia, hogy mind szélesebb mértékben alkalmazzák a lessivage elméletet, mint a fő, sőt egyetlen folyamatot, amelynek alapján nemcsak a barna erdőtalajok degradációja játszódik le, hanem amelynek alapján a szürke erdőtalajok és gyepes podzolos talajok is képződnek. Szükségesnek látszik ellenőrizni, hogy milyen mértékben igazolható ennek az elképzelésnek a kiterjesztése objektív analitikai adatokkal. Ennek a kérdésnek van szentelve ez a munka is.

A lessivage lényegéről fentebb kifejtett elképzelésekből látható, hogy ebben a folyamatban az alapjelenség az agyagrészecskék mechanikai vándorlása a talajréteg felső részéből (amely így eluviális A-szintté) az alsóbb szintekbe, amely így illuviális, szorosabb értelemben B-szintté alakul.

Ebből az elképzelésből következik, hogy az agyag mennyisége az A-szintben kevesebb, mint a B-szintben és mint a C-szintben (alapkőzet), de a B-szintben több mint a C-szintben, mivel azonban az agyag mindig több másfélszeres oxidot és kevesebb kovasavat tartalmaz, mint a nem agyagos frakció (azaz a por és homok együtt), így az A-szint másfélszeres oxid és agyagtartalmának (összehasonlítva az alapkőzettel) a lessivage folyamatában csökkennie kell, viszont a durva frakció és kovasav mennyiségének növekednie kell; a B-szint ellenkezőleg fel kell hogy dúsuljon (úgyszintén az alapkőzettel összehasonlítva) másfélszeres oxidokkal a kovasavtartalmának pedig (viszonylag) csökkennie kell.

A kovasavban való viszonylagos elszegényedést tovább fokozhatja a SiO_2 -tartalom abszolút csökkenése, amely a B-szintben jelenlevő primér ásványok mállásának és a felszabadult kovasav kilúgzásának következtében jön létre.

A fentiek alapján a lessivage megállapítása céljából egy egyszerű objektív kritériumot lehet javasolni: *az agyag és a másfélszeres oxidok egyidejű felhalmozódása a B-szintben (az alapkőzethez viszonyítva)*. Megjegyezzük, hogy ez a kritérium, habár feltétlen szükséges, de nem elégséges, mert az agyag és a szeszkvioxidok felhalmozódása a B-szintben — összehasonlítva az alapkőzettel, — más okból kifolyólag is végbemehet: az agyagosodás, az agyag újraelalakulása és

1. táblázat. A felhalmozódás és kilúgzás

(1)	(2)	(3)	(4)
Sor- szám	Szerző neve, száma az irodalom jegyzé- kében és a talaj általuk használt jelölése	A talaj megnevezése	Földrajzi hely
A/ Glejes- podzolos-, podzolos-, gyepes-podzolos- és podzolos sárgaföld talajok			
1.	UFIMCEVA [49] 277	Podzolos talaj	Arhangelszki terület
2.	ZAVALISIN és FIRSZOVA [52] 270	Erősen podzolos talaj	Komi ASSR
3.	ZABOEVA [51] 185	Glejes, erősen podzolos talaj	Komi ASSR
4.	ZAVALISIN és FIRSZOVA [52] 35	Podzolos talaj	Vologdai terület
5.	ZAVALISIN és FIRSZOVA [52] 34	Podzolos talaj	Vologdai terület
6.	RODE [38] 3	Gyepes, erősen podzolos talaj	Leningrádi terület
7.	UFIMCEVA [49] 95	Gyepes-podzolos talaj	Kosztromai terület
8.	ABRAMOVA [1] 7-Ja	Gyepes-erősen podzolos talaj	Jaroslavi terület
9.	ABRAMOVA [1] 8-Ja	Gyepes, közepesen podzolos talaj	Jaroslavi terület
10.	SZKRÜNNIKOVA [45] 1	Gyepes-podzolos talaj	Moszkvai terület
11.	SZKRÜNNIKOVA [45] 2	Erősen podzolos terület, fenyves erdő alatt	Moszkvai terület
12.	ZAVALISIN és FIRSZOVA [52] 80	Gyepes-podzolos talaj	Moszkvai terület
13.	ZAVALISIN és FIRSZOVA [52] 85	Gyepes-podzolos talaj	Moszkvai terület
14.	ABRAMOVA [1] 7-M	Gyepes, erősen podzolos talaj	Moszkvai terület
15.	VADKOVSKAJA [50] 119	Gyepes, erősen podzolos talaj	Moszkvai terület
16.	ZONN (nem publikált) 1	Podzolos talaj, fenyves erdő alatt	Moszkvai terület
17.	ZONN (nem publikált) 2	Gyepes-podzolos talaj, tölgyerdő alatt	Moszkvai terület
18.	ZONN (nem publikált) 3	Gyepes-podzolos talaj, hársfaerdő alatt	Moszkvai terület
19.	NOGINA [35] 36	Gyepes, fakósárga podzolos talaj	Belorussz SSR
20.	NOGINA [35] 44	Gyepes, fakósárga podzolos talaj	Belorussz SSR
21.	ZAVALISIN és NADEZSDIN [53] 625	Gyepes-podzolos talaj	Kaliningrádi terület
22.	ZAVALISIN és NADEZSDIN [53] 1026	Gyepes-podzolos talaj, karbonátos görgeteges vályogon	Kaliningrádi terület
23.	ZAVALISIN és NADEZSDIN [53] 638	Gyepes-podzolos talaj, karbonátos görgeteges vályogon	Kaliningrádi terület
24.	GOGOLEV [19] 59	Felszínen glejes gyepes-podzolos talaj	Előkárpátok
25.	FRIDLAND [12] 300	Podzolos sárgaföld	Kárpát-hegység
26.	FRIDLAND [12] 312	Podzolos sárgaföld	Kárpát-hegység
B/ Világosszürke-, szürke- és sötétszürke erdőtalajok			
27.	FAT'JANOV [11] 15	Világosszürke, erősen podzolos, erdei talaj	Gorkovi terület
28.	AFANASZ'ÉVA [cit. 37] 262	Szürke, erdei talaj	Kirogradi terület
29.	TROICKIJ [48] 572	Szürke, erdei talaj	Tulai terület
30.	PAVLENKO [37] 4	Sötétszürke, erdei talaj	Szumüi terület
31.	AFANASZ'ÉVA [cit. 37] 16	Sötétszürke, erdei talaj	Belgorodi terület

foka a pontosztályozás szerint

(8)	(5) „A” szint					(6) „B” szint						(7) Lessi- vage meg- áll- pítható
	Agyag	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	(9) Kation- ki- cserélő képess- ség	(10) Ki- cserél- hető katio- nok összege	Agyag	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	(9) Kation ki- cserélő képess- ség	
-3	+2	-3	-3	-3	-3	-2	0	+2	-1	-2	-2	
-3	+2	-2	-2	-3	-3	+2	0	-1	+2	+1	0	
-2	+1	-2	-2			-1	0	-2	+1			
-3	+1	-2	-2	-3	-3	-1	+1	+1	+1	-1	-2	
-3	+2	-2	-3	-3	-3	+2	0	+2	+2	-2	-2	+++
-3	+2	-2	-2	-3	-3	+2	+1	-1	-1	-2	-2	
-3	+1	-2	-2	-3	-3	+2	-1	+2	+1	-2	-2	+++
-3	+2	-2	-2	-3	-3	+1	0	+1	0	-2	-2	+++
-3	+1	-2	-2	-3	-3	+2	-1	+2	+2	+1	0	+++
-3	+1	-2	-2	-3	-3	-1	0	+1	-1	-2	-2	
-3	+2	-2	-3	-3	-3	-2	0	+1	+1	-1	-2	
-3	+2	-2	-2	-3	-3	-2	0	-1	-2	-2	-2	
-3	+2	-2	-3	-3	-3	-1	0	-1	-1	-2	-2	
-3	+2	-2	-3	-3	-3	+1	0	0	0	-1	-2	
-3	+1	-2	-2	-3	-3	-2	+1	-2	-2	-2	-2	
-3	+1	-2	-3			-2	0	0	-2			
-3	+2	-2	-3			-2	0	0	-2			
-3	+1	-2	-2			0	0	-1	+2			
-2	0	-2	-2			-2	0	-1	-1			
-3	0	+2	12			-1	0	+1	-1			
-2	+1	-2	-2	-3	-3	-1	0	-1	+2	-2	-3	
-2	+2	-2	-2	-3	-3	+3	-1	-1	+3			
-3	+2	-2	-2	-3	-3	+2	0	+2	+2	-2	-2	+++
-3	+1	-2	-2			+2	0	0	+1			
-3	+1	-2	-2			-2	0	+1	-1			
-3	+2	-2	-3			-2	+1	+2	-1			
-2	+1	-2	-2			+1	0	0	-1			
-2	+1	-2	-2	-2	-3	-1	0	0	+1	0	0	
-3	+2	-2	-2	-3	-3	+1	0	+1	-1	-2	-2	+++
-3	0	-2	-2			-2	0	+1	+2			
-3	+2	-2	-2	-2		-2	0	0	-1	0		

1. táblázat

(1)	(2)	(3)	(4)
Sor-szám	Szerző neve, száma az irodalom jegyzékben és a talaj általuk használt jelölése	A talaj megnevezése	Földrajzi hely

C/ Barna erdőtalajok

32.	IVANOV [22] 82	Barna erdőtalaj, bazalt málladékon	Sz. U. déli tenger-melléki területei
33.	ROMASKEVIC [40] 8-A	Barna erdőtalaj, agyagpala málladékon	Észak-Kaukázus
34.	IVANOV [22] 102	Barna erdőtalaj, gránit málladékon	Sz. U. déli tenger-melléki területei
35.	ROMASKEVIC [40] 410	Barna erdőtalaj, agyagpala málladékon	Észak-Kaukázus
36.	ROMASKEVIC [40] 19	Barna erdőtalaj, agyagpala málladékon	Észak-Kaukázus
37.	38	Barna erdőtalaj, gránit málladékon	Bulgária
38.	GEERING [15] III-A	Barna erdőtalaj molass-on	Svájc
39.	SZOKOLOVA (nem publikált) 6	Barna erdőtalaj, aleurit málladékon	Habarovszki vidék
40.	GOGOLEV [19] 62	Barna erdőtalaj, kárpáti homokkő málladékon	Kárpáthegység
41.	GOGOLEV [19] 105	Barna erdőtalaj, kárpáti homokkő málladékon	Kárpáthegység
42.	GOGOLEV [19] 16	Barna erdőtalaj, kárpáti homokkő málladékon	Kárpáthegység
43.	GOGOLEV [19] 61	Barna erdőtalaj, andezit málladékon	Kárpáthegység
44.	GOGOLEV [19] 100	Barna erdőtalaj, kristályos palamálladékon	Kárpáthegység

D/ Kilúgzott barna-, podzolosodott barna-, szürkésbarna podzolos talajok és a pseudoglej

45.	KUNDLER [26] 89	Barna kilúgzott talaj,	Németország
46.	MUSIEROWICZ [31] 5	Barna, kilúgzott talaj	Lengyelország
47.	MUSIEROWICZ [31] 8	Barna, kilúgzott talaj	Lengyelország
48.	VAN SCHUYLENBORGH [42, 43] X	Podzolosodott, barna talaj	Hollandia
49.	KUNDLER [26] 59	Podzolosodott, barna talaj	Németország
50.	MUSIEROWICZ [31] 1	Podzolosodott, barna talaj	Lengyelország
51.	TAVERNIER és SMITH [46]	Podzolos, szürkésbarna talaj	USA
52.	BALDWIN [3]	Podzolos, szürkésbarna talaj	USA
53.	VAN SCHUYLENBORGH [42, 43] YII	Podzolos, szürkésbarna talaj	Hollandia
54.	VAN SCHUYLENBORGH [42, 43] YI	Podzolos, szürkésbarna talaj	Hollandia
55.	RUDNEVA [41] 221	Podzolosodott, barna talaj	Kárpátukrajna
56.	RUDNEVA [41] 700	Podzolosodott, barna talaj	Kárpátukrajna
57.	RUDNEVA [41] 504	Podzolosodott, barna talaj	Kárpátukrajna
58.	VAN SCHUYLENBORGH [42, 43] XI	Pseudoglej talaj	Hollandia

folytatása

(5) „A” szint						(6) „B” szint						(7)
(8) Agyag	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	(9) Kation ki- cserélő képessé- g	(10) Ki- cserél- hető katio- nok összege	(8) Agyag	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	(9) Kation ki- cserélő képessé- g	(10) Ki- cserél- hető katio- nok összege	Lessi- vage meg- állapít- ható
+2	+1	-2	+2	+2	+2	-2	+1	-2	-2	-3	-3	
+2	+1	0	-1			-1	0	+2	-1			
+3	-1	+1	-2			+3	+1	-1	-2			
-2	0	-1	-1			-2	0	-2	+2			
-2	+1	-2	+3			-1	+1	+1	+2			
-2	0	-1	+1	+3	+3	-2	0	-1	+2	-2	-2	
+3	+2	+2	+1			+2	+2	0	-2			
-2	-2	+1	+3		+3	+2	-1	+1	+3		+3	+++
0	+2	-2	-3			0	+2	-2	-3			
-2	0	-2	+2	+3	+3	-1	0	-2	+2	-2	-2	
+2	+1	-1	-2			-1	0	+1	-2			
0	+1	-2	-3	+2	+2	0	+1	-2	-2	+2	+2	
+3	+2	-2	-2	+3	+2	-1	-1	0	-2	+2	+3	
-2				+3	-2		+2			+3	+3	
+2	+2	-3	+2	+3	+3	+3	+1	-1	+2	+3	+3	
-2	+1	-2	-2	+3	-2	+3	0	+1	+2	+3	-2	+++
+3	-1	-2	-3		+3	-1	-1	-1				
-2				+3	-2	+3				+3	+3	
+2	+1	-2	-2	+3	-2	+3	-1	+2	+2	+3	-1	+++
-2	+2	-2	-2			+3	0	+2	+2			+++
+1	+2	-2	-2			+3	+1	+2	+2			+++
-3	+1	-2	-2			+2	0	+2	+2			+++
-3	+1	-2	-2			+2	0	+1	0			+++
-2	+1	-2	-2	-2	-2	0	0	-2	-2	+2	+2	
-2	+1	-2	-2	-2	-3	+1	0	+1	-2	0	-1	+++
-2	+1	-2	-2	-2	-3	+2	0	-1	+1	+2	+1	
-3	+2	-2	-3			+1	0	-1	+1			

az agyagásványoknak az A-szintből érkező mállástermékekből való szintézise útján. Világos, hogy az „in situ” keletkezett agyagosodásra jellemző lesz a nagy agyagtartalom (a C-szinthez viszonyítva), ugyanakkor a másfélszeres oxidok mennyisége a B- és C-szintekben egyforma lehet.

A fent megfogalmazott kritériumot ki kell egészítenünk azzal, hogy különösen fontos a B-szint nagy Al_2O_3 -tartalma (a C-szinthez viszonyítva), amely az agyagásványok rácsában mindig jelen van, míg a vasat a talajok gyakran szabad hidroxid alakjában tartalmazzák. A vas önállóan is mozoghat a talajban, különösen redukált formában.

A lessivage fent idézett irodalmával való megismerkedés arra mutat, hogy azok a kutatók, akik megállapították a lessivage létét a különböző talajokban, a fent megfogalmazott kritériumokat sohasem használták. Sok munkából teljesen hiányoznak a talajok teljes elemzésének adatai. Éppen ezért megkíséreltük azoknak a különböző talajoknak birtokunkban levő vizsgálati anyagát értékelni, amelyekről feltételezhető, hogy keletkezésükben lényeges szerepet játszott a lessivage. Tettük ezt azzal a céllal, hogy megállapítsuk az ilyen feltételezések valószínűségét.

Az irodalomban talált 58 különböző talajszelvény elemzési adatai alapján komplex grafikonokat készítettünk, amelyeken a talajszelvényekben végbemenő változásokat ábrázoljuk: 1. agyagtartalom; 2. összes SiO_2 -tartalom; 3. összes Al_2O_3 -tartalom; 4. összes $\text{Fe}(\text{OH})_3$ tartalom; 5. kationkicszerélőképesség; 6. kicserélhető kationok összege. A grafikon összeállításánál az egyes szintek adatait az alapkőzet hasonló összetevőjének $\%$ -ában fejezzük ki. Ilyen például az 1. ábra. Ezen grafikonok vizsgálatának eredményei vannak összevonva az 1. táblázat A-B-C-D rovataiban, amelyekben ugyanazok a relatív értékek, minden egyes összetevőre nézve 4-es osztályozási rendszerben vannak értékelve. Külön értékeltük mind az A-, mind a B-szintet. „O” értékelés megfelel annak az esetnek, amikor az adott összetevő mennyiségileg nem különbözik az alapkőzettől, csak $\pm 3\%$ -kal; „1” értékelést akkor adtunk, amikor a különbség 3–10%; „2”-t 10–50%-os különbségnél és „3”-ast, amikor a különbség meghaladta az 50%-ot. A „+” jelzésnél az alapkőzetben levő mennyiséget 100%-kal meghaladja, „-” jelnél az alapkőzetben levő mennyiségnél 100%-kal kevesebb. Ily módon pl. „2” érték az agyagtartalomnál azt jelenti, hogy az adott szintben az agyag mennyisége 50–90%-a az alapkőzetben levő agyagtartalomnak, „1” azt mutatja, hogy az alapkőzetben levő mennyiséghez viszonyítva 103–110%-ot tartalmaz az adott réteg.

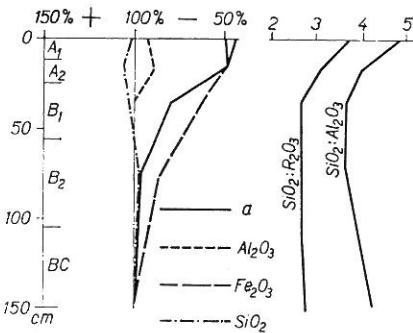
Mindkét szintnél — A és B — az értékeléshez azokat a rétegeket választottuk ki, amelyek legjobban eltértek az alapkőzettől, azaz amely szintekben a kilúgozás és a felhalmozódás jelensége különösen élesen jutott kifejezésre.

Nézzük meg a táblázat A) rovatát, amely a podzolos és gypes podzolos talajokra vonatkozik. Ezeket a talajokat 26 szelvény képviseli. Az adatok elemzése azt mutatja, hogy 16 szelvény B-szintjéből, az agyag felhalmozódása hiányzik. 10 szelvény közül, ahol megfigyelhető az agyag felszaporodása, 5 szelvényben nincs meg az Al_2O_3 egyidejű felhalmozódása. Ily módon a 26 szelvényből mindössze 5 szelvénynél lehet következtetni a lessivage jelenlétére — az általunk javasolt kritériumok alapján. Ez az 5 szelvény három keresztlettel van megjelölve az 1. táblázat utolsó oszlopában. Mint különlegességet meg kell jegyezni, hogy a 16 sz. szelvény B-szintjében nem lehet megfigyelni sem az agyag, sem az Al_2O_3 felhalmozódását (Poduskinói erdőgazdaság gypes-podzolos talaja, Sz. V. Zonn, P N^o 1), amely talaj tanulmányozásának alapján éppen KUNDLER [24]

erősítette, hogy ez a talaj lessivage útján keletkezett. Itt kell megemlíteni, hogy a Poduskinó-i erdőgazdaságból származó mindhárom talajszelvény (16, 17, 18) agyagfrakciójában az $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ és $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ arány jelentősen változik, amit jól megfigyelhetünk az 1. ábrán is, amely a 16. szelvény adataiból készült. Sz. V. Zonn professzornak ezúttal is kifejezem hálámat, amiért hozzájárult a három talajszelvény — általa még nem publikált — adatainak felhasználásához. Az arányok legnagyobb értéket az A_1 -szintben mutatnak, legkisebb ez az érték a B-szint felső részében, melytől mélység felé haladva valamelyest emelkedik. Következésképpen ennek az ismertetőjelnek az alapján ítélve, nem felelnek meg a „lessivé” fogalmának. Másrészt a Komi Sz. Sz. K. területéről származó glejes, erősen podzolos talaj 3 sz. szelvényében (ZABOEVA [51], amely talaj semmiképp sem tartozhat a „lessivé” talajok csoportjához, — ezek az arányok csak nagyon csekély mértékben változnak.

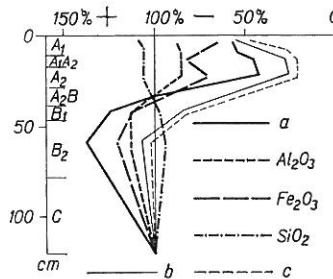
	$\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$
A-szint	4,3	3,2
B-szint	4,0	2,8
C-szint.....	3,9	2,9

Következésképpen ez a jellemvonás — melyet több szerző a podzolosodás és lessivage alapvető megkülönböztető jelének tart — a valóságban erre a célra biztonsággal nem alkalmazható.



1. ábra

Az agyag-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -tartalom, kationcserélő képesség- és a kicserélhető kationok összegének változása a takaróvályog alapkőzetén, fenyveserdő alatt képződött gyeves-podzolos talaj szelvényében. (Moszkvai terület, Poduskinó, Zonn, P · N^o—1). a) agyag.



2. ábra

Az agyag, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -tartalom, kationcserélő képesség- és a kicserélhető kationok összegének változása a takaróvályogon képződött gyeves, közepesen-podzolos talaj szelvényében. (Jaroslavi terület, Abramova, P · N^o—8.) a) agyag; b) kationcserélő képesség; c) kicserélhető kationok összege

1. ábra a podzolos és gyeves-podzolos talajoknál leggyakoribb esetet mutatja be, amikor a B-szintben nincs sem agyag-, sem Al_2O_3 felhalmozódás. Az A-szint ebben az esetben csak abban különbözik a B-szinttől, hogy belőle az agyag és a szeszkvioxidok erősebben kilúgozódtak.

Hasonló esetekben a primér és szekunder ásványok mállástermékei teljesen kimosódnak a talajszelvényből.

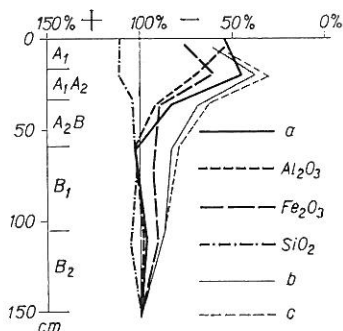
A 2. ábrán felrajzoltunk egyet abból az 5 szelvényből, melyek B-szintjében az agyag és a másfélszeres oxidok egyidejű felhalmozódását állapítottuk meg.

Ez a 9. sz. talajszelvény a Jaroslavi területről ABRAMOVA [1]) vizsgálataiból ismert. A szelvény megfelel az általunk javasolt kritériumnak, de ez még nem jelenti azt, hogy a lessivage útján keletkezett, mivel a mi kritériumunk csak feltétlenül szükséges, de nem elégséges ismertetőjele ennek a folyamatnak.

Az 1. táblázatban bemutatott talajszelvények közül kettő (19—20) fakó-sárga podzolos talaj a Belorussz Sz. Sz. K.-ból, amelyek vizsgálatával NOGINA [35] foglalkozott. Ezekről a talajokról azt állították, hogy képződésükben a lessivage jelentős szerepet játszott. Amint azonban az 1. táblázatból láthatjuk, a 19 és 20 szelvények nem felelnek meg az általunk felállított feltételeknek.

A táblázat B) rovatában összefoglaltuk 5 szürke erdőtalaj szelvényének adatait. E közül az 5 szelvény közül is csak egy, a 29 sz. felel meg az általunk megszabott követelményeknek. A 3. ábrán azonban látható, hogy habár a B-szintben az agyag és Al_2O_3 felhalmozódása nagyon csekély, az A-szintből ezek az összetevők számottevő mennyiségben hiányoznak.

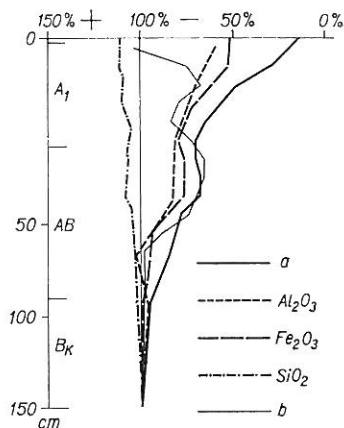
A sötétszürke talajok szelvényéből, 31. sz. szelvény, amelyet a 4. ábrán láthatunk, az agyag és a másfélszeres oxidok kilúgozódása egészen nagy mélységig végbement és az illuviális szint hiányzik. Ilymódon a lessivage észrevehető ismertetőjelét egyetlen vizsgált szürke erdőtalajnál sem lehet kimutatni.



3. ábra

Az agyag-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -tartalom, a kationcserélő képesség- és a kicserélhető kationok összegének változása a takaróvályogon képződött szürke erdőtalaj szelvényében. (Tulai terület, Troickij, P. N°—572).

Jelzéseket lásd 2. ábra



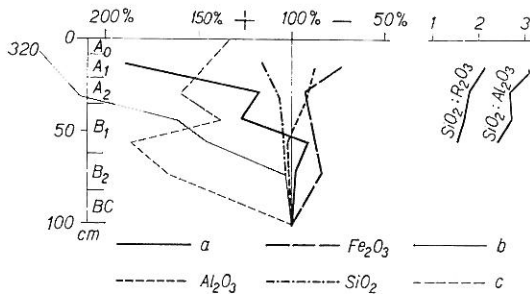
4. ábra

Az agyag-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -tartalom, a kationcserélő képesség- és a kicserélhető kationok összegének változása löszszürke vályogon képződött sötétszürke talaj szelvényében. (Poltavai terület Vorszklai erdő, (A fanasz'eva, P. N 16.)

Rátérünk a barna erdőtalajok ismertetésére, melyek adatait a táblázat C) rovatában gyűjtöttük össze. A táblázatban 13 szelvényt mutatunk be. A barna erdőtalajokra jellemző az agyag számottevő felhalmozódása már az A-szintben, amit szemléltetően mutat be az 5. ábra, amely a 44. szelvényre vonatkozik. Ez megerősíti azt az általánosan ismert tételt, hogy a barna erdőtalajok képződésének legfontosabb elemei közé tartozik az egész talajszelvény elagyagosodása. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy egyidejűleg megfigyelhető a másfélszeres oxidok kilúgozódása a felső szintekből és az agyag kovasavban való gazdagodása is. Ez arra enged következtetni, hogy már ebben a talajban is megindult egy

bizonyos mértékű degradáció folyamata. Az agyag összetételének állandósága az egész szelvényben — itt sem kizárólagos ismertetőjel, amiről az ábra jobb oldalán látható görbék tanúskodnak.

A táblázat C) rovatában összegyűjtött 13 talajszelvény adatának vizsgálata azt mutatja, hogy csak 6 szelvényben tapasztalható az A-szintek agyaggal való gazdagodása. A többi szelvényben éppen ellenkezőleg, az alapkőzettel



5. ábra

Az agyag-, SiO₂-, Al₂O₃-, Fe₂O₃-tartalom, a kationkieserő képesség és a kieserélhető kationok összegének változása kristályos pala málladékán képződött barna erdőtalaj szelvényében. (Kárpáthegység, Gogolev, P. N° 100.) Jelzéseket lásd 2. ábra

összehasonlítva, agyagvesztés mutatkozik. Világos, hogy ezek már nem „tipikus” barna erdő-, hanem kismértékben degradált talajok.

Mivel a barna talajokra a degradáció nem jellemző folyamat és mivelhogy csak egy szelvény B-szintjében (a 39-es számúban) figyelhető meg agyag és Al₂O₃ egyidejű felhalmozódása, így feltételezhető, hogy ennek a talajszelvénynek képződésében a lessivage folyamata közrejátszott.

A táblázat D) rovatában értékeltük a degradáció különböző fokán levő barna erdőtalajok, így a kilúgozott barna, podzolosodott barna, szürkésbarna podzolos és pszeudoglej talajok adatait.

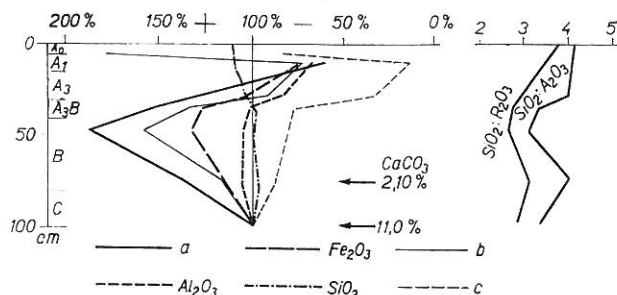
A 14 szelvényből 4-ben megfigyelhető még az A-szint megnövekedett agyagtartalma (a C-szinthez viszonyítva), de egyetlen szelvény A-szintjében sincs meg a másfélszeres oxidok felhalmozódása, ugyanakkor mindegyiknél a kovásv felszaporodása tapasztalható ugyanitt.

E talajcsoport B-szintjére vonatkozólag megállapítható az agyagfelhalmozódás, mégpedig igen jelentős mennyiségben (+ 2; + 3). Csak egy szelvény kivétel ez alól. Hét esetben az agyag felhalmozódását Al₂O₃ és rendszerint egyidejűleg a vastartalom megnövekedése is kíséri, azaz hét esetben a vizsgálati adatok megfelelnek az általunk javasolt kritériumnak (a 4. táblázat utolsó rovatában három ” jellel jelölve). A lessivage-folyamat, ha részt is vesz ezeknek a talajoknak a képződésében, azonban közel sem mindig számít fő-folyamatnak.

A 6. ábrán a Lengyel Népköztársaságból származó, a 47. sz. kilúgozott barna erdőtalaj (sol brun lessivé) szelvényét rajzoltuk fel. Láthatjuk, hogy a B-szintben levő nagymértékű agyagfelhalmozódás mellett csak nagyon jelentéktelen az Al₂O₃ felhalmozódása és — ami még fontosabb —, az A-szintből nem számottevő az agyagkimosódás. Ezekhez járul még az is, hogy a B-szintben sokkal szűkebb a SiO₂ : Al₂O₃ és SiO₂ : R₂O₃ arány, mint az A-szintben és valamivel kisebb, mint a C-szintben. Ezen ismertetőjelek összessége alapot szolgáltat annak állítására, hogy ebben az esetben a B-szintre vonatkozólag az agyagosodás

jelentkezik, mint uralkodó folyamat, amelyet lehetséges hogy kiegészít, de csak nagyon csekély mértékben az agyag eltávozása az A-szintből.

A többi, — megítélésünk szerint a lessivage kritériumának megfelelő talajszelvények — részletes elemzése, (melyek közül a Lengyel Népköztársaságból



6. ábra

Az agyag-, SiO₂-, Al₂O₃-, Fe₂O₃-tartalom, a kationkicsérő képesség és a kicsérélhető kationok összegének változása löszön kialakult kilúgozott barna erdőtalaj (Brun lessive) szelvényében. (Lengyel Népköztársaság, Musierowicz, P. N° 8.) Jelzéseket lásd 2. ábra

származó 50. számú barna podzolos talaj — sol lessivé typique — és az U. S. A.-ból származó 51. sz. szürkésbarna podzolos talaj szelvényeit a 7. és 8. ábrákon ábráztuk) arról tanúskodik, hogy a 47. szelvényről elmondottak a többi talajra is vonatkoznak. Alá kell húzni, hogy az 50. sz. barna podzolos erdőtalaj szelvényében az agyag összetétele jelentős változást mutat. A felső szintekben a SiO₂ : Al₂O₃ és SiO₂ : R₂O₃ arány sokkal tágabb, mint a B-szintben. Ez a tény megerősíti a lessivage fentebb már említett, napjainkig elfogadott kötelező ismertetőjelének elégtelenségét. Vannak más megfigyelések is, amelyek ugyanerről tanúskodnak. Megemlítjük, hogy GORBUNOV [20] megállapította, hogy a moszkvai terület görgeteges vályogon képződött, gyepes podzolos talajában a SiO₂ : Al₂O₃ és SiO₂ : R₂O₃ molekuláris viszonyszámok a talajszelvényben rendkívül csekély mértékben változnak.

Szint	Mintavétel mélysége cm	SiO : Al ₂ O ₃	SiO ₂ : R ₂ O ₃	Agyagtartalom %-ban	Összes Al ₂ O ₃ tartalom %-ban
A	0— 10	3,50	2,69	12,4	9,71
A ₂	29— 37	3,52	2,65	13,4	9,51
B ₁	39— 47	3,46	2,61	19,8	11,7
B ₂	48— 56	3,30	2,49	22,2	11,6
B _{3/c}	100—110	3,30	2,62	33,9	13,2

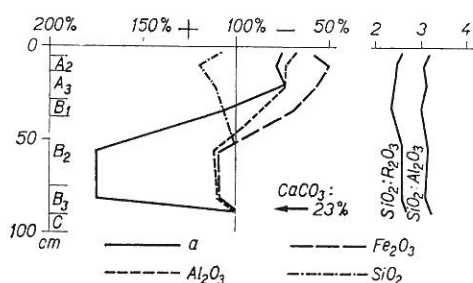
Megjegyezzük, hogy ebben a talajban nincs felhalmozódási szint, sem az agyag-, sem az Al₂O₃-tartalom alapján, következésképpen semmiképpen nem sorolható a lessivage útján keletkezett talajokhoz.

Illymódon még a nyilvánvalóan podzolos talajokban is az agyag összetétele állandó maradhat a szelvényen belül.

Másrészt MEYER, KALK és FÖLSTER [30] az olyan kilúgozott barna erdőtalajban (Parabraunerde), amelynek keletkezésében valószínűleg szerepe volt a lessivage-nak, az agyag összetételének számottevő változását fedezték fel.

Szint:	SiO ₂ : R ₂ O ₃
A	4,9
B	2,9
B	3,4
(B)	3,7
C	4,3

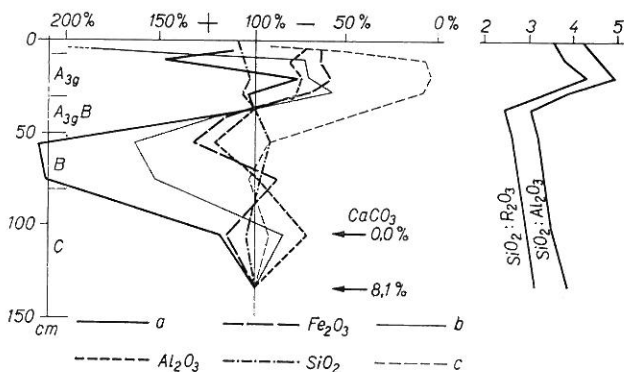
Összegezve a degradáció különböző fokán levő barna erdőtalajokról mondtak, láthatjuk, hogy ezeknél a talajoknál a B-szint képződése — legalább is sok esetben — nem magyarázható a lessivage folyamatának túlsúlyával. Legfontosabb tényező itt — nagyon gyakran — a B-szint agyagosodásának folyamata, amely vagy a helyi mállás (in situ), vagy az A-szintből ide vándorló mállás-termékekből keletkezett agyagásványok másodlagos szintézise eredményeként megy végbe.



7. ábra

Az agyag-, SiO₂-, Al₂O₃-, Fe₂O₃-tartalom, a kationkicsérelő képesség és a kicsérélhető kationok összegének változása szürkésbarna podzolos talaj szelvényében. (U. S. A. — Miami, Tavernier és Smith.) Jelzéseket lásd 2. ábra

A 4. táblázat D) rovatának utolsó helyén található 58 sz. talajszelvény Hollandiából való pszeudoglej (9. ábra). Sajnos több, analitikailag eléggé teljesen jellemzett pszeudoglej típusú talajt nem találtunk az irodalom-

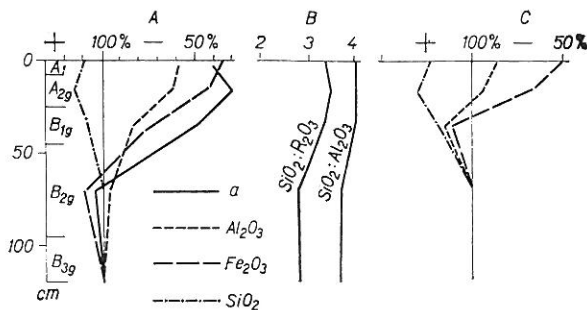


8. ábra

Az agyag-, SiO₂-, Al₂O₃-, Fe₂O₃-tartalom a kationkicsérelő képesség és a kicsérélhető kationok összegének változása lőszön kialakult pszeudopodzolos talaj (lessivé) szelvényében (Lengyel Népköztársaság, Musierowicz P. N^o 1). a) agyag; b) kationkicsérelő-képesség; c) kicsérélhető kationok összege

ban. Az agyag, kovasav és a szekszkvioxidok talajban való eloszlása tekintetében ezek a szelvények nem különböznek észrevehetően a szokásos gyepes-podzolos talajoktól. Mivel ezeknek a talajoknak az A-szintjében glejesedés figyelhető meg (amelyet sajnos analitikailag meghatározni és jellemezni még nem tudunk), így feltételezhetjük rokonságát a glejes-podzolos (felszínbeni elglejesedéssel) talajokkal.

Egy szelvény adataiból azonban tökéletesen jellemezni az adott típust és keletkezésének kérdésére valamennyire is elfogadható magyarázatot adni lehetetlen.



9. ábra

Az agyag-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -tartalom változása a pszeudoglej talajban. (Hollandia, Van Schulinborgh P. N° XI.) A. talaj; B. agyag; C. 0,002 mm > frakció; a) agyag

Most röviden kitérünk a lessivage néhány különleges kérdésére.

A valószínűleg első elképzelés a lessivage mechanizmusáról KRAUSS-tól [23] származik. Krauss megfigyelte, hogy a lombos fák gyökerei által erősen fellazított talaj felső szintjeiből lefelé meginduló agyagszecsék mechanikai vándorlása folytán képződik a barna erdőtalajok B-szintje. Továbbá Krauss azt írja, hogy „magától értetődő dolog, hogy a finom-részecskék eme mozgását finompórusos, löszös vályogban, általában nem nagyon nedves éghajlat alatt — nem foghatjuk fel úgy, mint a talajszelvényen keresztüli egyenletes átiszapolódást (Durchschlammung), mint ahogy a kavicsos és homokos, elektrolitokban szegény vályogokban lenni szokott, — hanem úgy képzelhető el, mint a nagyobb üregeken és gyökérjáratokon, valamint repedéseken át végbemenő átfolyás (Durchspülung)”. Később KRAUSS megmagyarázza, hogy mivel a zsugorodási jelenségek évente ismétlődnek, a talaj kiszáradásának következtében repedések keletkeznek, amelyek megtelnek talajrészecskékkel, miáltal a mélyebb rétegek tömörsége megnövekszik, vízáteresztőképessége pedig lecsökken. Ez elősegíti a barna erdőtalaj átalakulását glejes barna erdőtalaj altípusba („glejartige”). Hasonló véleményen vannak a lessivage természetéről McCaleb [29], Mückenhausen [34], Duchaufour még hozzát teszi ehhez, hogy a B-szint felfelé fokozatosan terjed.

A B-szint tömörségének növekedése (térfogatsúly) a lessivage-folyamatban nagyon fontos objektív diagnosztikai ismertetőjel. Nagy kár, hogy térfogatsúly-adatok a fenti munkákból rendszerint hiányoznak. Egyedül KUNDLER [25, 26] említi, hogy a B-szintben a térfogatsúly 1,8-nál nagyobb, ugyanakkor az alapkőzetben 1,7-nél kisebb.

KUNDLER ugyanezen munkáiban nagyon érdekes adatokat találunk a lessivé talajok szelvényében levő, különböző méretű részecskék szintenkénti arányáról.

A szemecscsoportok mennyisége g/m²-ben kifejezve az alábbi:

Szint	[25] közleményben leírt szelvény, részecskék mérete			[26] közleményben leírt szelvény, részecskék mérete		
	< 2 μ	> 2 μ	össz.	< 2 μ	> 2 μ	össz.
A	-28	-42	-70	-35	-54	-89
B	+45	-13	+32	+49	-19	+30
Összes:	+17	-56	-38	+14	-73	-59

Ezekből a számításokból látható, hogy az A-szint degradációja nagyobb-részt a nagyobb részecskék szétmállása, mint az agyag kilúgozódása (vagy megsemmisülése) következtében megy végbe. Ugyanakkor a B-szintben felhalmozódott agyag mennyisége felülmúlja azt a veszteséget, amely ennél a szintnél 2μ -nál nagyobb részecskékből előállott. Ez szintén arról tanúskodik, hogy a B-szint térfogatsúlyának a lessivage folyamata során emelkednie kell. Mindkét mérleg azt mutatja, hogy az agyag felhalmozódása a B-szintben felülmúlja az A-szintből való kilúgozódásnak mértékét, következésképpen a B-szintben az agyag újraképződése is végbemegy. Ezenkívül láthatjuk, hogy az A-szintben és a B-szintben együttvéve a kilúgzás dominál.

A podzosodás folyamatában a por és homok részecskék elmállását mi is megállapítottuk még 1937-ben (RODE [38]). A 2μ -nál nagyobb frakció viselkedésével kapcsolatos Kundler munkáiból fentebb idézett számítások, de ugyanúgy VAN SCHUYLENBORGH [42, 43] adatai is rámutatnak arra, hogy ez a jelenség a barna erdőtalajok degradációjánál is megvan.

A lessivage-nál végbemenő agyagmozgásról beszélve, szükséges megjegyezni, hogy a barna erdőtalajok gyakran képződnek olyan kőzeteken, amelyek számottevő mennyiségű karbonátot tartalmaznak. ALTEMÜLLER [2] aláhúzza, hogy az utóbbiak kilúgozásánál nagyon könnyen mozgó agyagos anyag keletkezik. Ez az agyagos anyag lehet egy nem jelenkori mállás terméke is. PALLMANN, FREY és HAMDI [36] azt állítják, hogy a barna erdőtalajok szelvényében főként az amorf agyag mozog. Altemüller és Pallmann ezen megfigyelései tanúskodnak ilymódon az agyag bizonyos szempontból különleges jellegéről, ami elősegíti mozgékonyosságát.

Az agyagképződésre nézve más nézetten van MEYER, KALK és FÖLSTER [30]. Ők elvégezték a würm löszön képződött, kilúgozott barna erdőtalajok (Parabraunerde) két szelvényének nagyon gondos mennyiségi ásványtani, kémiai és mikromorfológiai vizsgálatát. Ezek azt mutatták, hogy az agyagosodás ezekben a talajokban majdnem kizárólag a csillámok és különösen a biotit átalakulásának következtében megy végbe. Az agyagtartalom mennyiségének növekedése (2μ -nál kisebb részecskék) az A- és B-szintekben együttvéve, majdnem pontosan egyenlő a csillám mennyiségének — ezekben a szintekben fel-lepő — eszkkenésével.

A csillámból ebben az esetben főként illit képződik. A csillám mállási folyamata a porfrakcióhoz tartozó csillám törmelékek felaprózódásával és oldódásával kezdődik és befejeződik a csillámrészecskék teljes szétesésével, miközben a képződött parányi pelyheskék átmennek a finom por- és agyagfrakcióba.

	Einbeck-szelvény	Frellstedt-szelvény
A csiffám mennyiségének csökkenése az A- és B-szintekben: kg/m ²	114	87
Az agyagtartalom mennyiségének növekedése az A- és B-szintekben kg/m ²	117	88

A biotit mállásánál felszabaduló vas okozza a B-szintek barna színeződését. A vas felerészben az illíthez kapcsolódik, felerészben hidroxid formában szabadon marad.

Főként a 0,1 μ keresztmetszetű agyagrészecskék vándorolnak. Minden kutató, aki csak tanulmányozta a barna erdőtalajokat és ezek fejlődését, aláhúzza az Al₂O₃ és az Fe₂O₃ viselkedésében levő jelentős különbségeket. Az utóbbi — többek véleménye szerint — kovasav-vas komplexek formájában vándorol. Valószínűnek látszik, hogy a vas mobilizációja kapcsolatos a redukciós viszonyok — bár csak igen rövididejű — fellépésével, miközben a vas redukált formába megy át, amikor növekszik mozgékonyága. MEYER, KALK és FÖLSTER [30] szintén lehetségesnek tartják a redukciós viszonyok rövididejű, lokális keletkezését, ami hozzájárul a vas lokális mikrodifúziójához. A vas viselkedését tárgyalva a barna erdőtalajok fejlődési folyamatában, alá kell húzni mobilizációjának és kilúgzásának kétféle jelentőségét.

Először: ezek a jelenségek, lévén az A-sziint elszíntelenedésének okai, a degradáció folyamatának elemeit képviselik.

Másodszor: a vas a barna talajokban valószínűleg a legfontosabb ragasztóanyag, amely elősegíti a tartós szerkezet képződését és fenntartását, következésképpen a jó lég- és vízjárhatóságot is. Az utóbbiak gátolják a redukciós viszonyok létrejöttét is. A vas vándorlása — amelynek oka lehet valamilyen külső behatás pl. a növényzet megváltozása, erdőirtás, vagy erdőtüz következtében —, a talaj szerkezeti állapotának romlását, a talaj peptizációját, a víz- és légjárhatóság csökkenését, a vízgazdálkodás rosszabbodását vonja maga után, ami kedvez a redukciós jelenségeknek. Ily módon a barna erdőtalajok degradációs folyamata, miután egyszer megkezdődött, önálló folyamattá válhat, amelyben a vas viselkedése különösen fontos szerepet játszik.

Voltak próbálkozások a lessivage-folyamat tanulmányozására laboratóriumi kísérletek segítségével. Ilyen munkákat végeztek STORZ [44], BODMAN és HARRADINE [4], THORP, STRONG, GAMBLE [47], HALLSWORTH [21]. Ezeknek a kísérleteknek eredményei azonban nem adnak világos feleletet az agyag mechanikai vándorlási folyamata lehetséges méretének kérdésére. STORZ és HALLSWORTH [44] kísérleteiket elég durva vázталaj oszlopon (a homokszemcsék átmérője 0,2—0,5 mm volt) végezték. Megfigyelhető volt azonban — még az ilyen durva rendszerben is — az 1—2 μ és kisebb részecskék számottevő visszamaradása. Összegezve, ezek a kísérletek nem támasztják alá azt a feltevést, hogy az agyag vándorlása nagy pórusok és repedések nélkül is könnyen végbemehet.

Tisztázatlan marad az a kérdés, hogy milyennek kell lennie a talajpórusok mérete és a részecskék átmérője közötti kölcsönös viszonyoknak ahhoz, hogy az ilyen részecskék szuszpenziója akadálytalanul — a molekuláris és ionos oldatokhoz hasonlóan — vándorolhasson a talajban.

Befejezve ezzel cikkünket, az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

A Szovjetunió podzolos, gyepes-podzolos, világos-szürke, szürke és sötét-szürke erdőtalajai 31 szelvényének értékelése — az általunk javasolt kritérium segítségével — megmutatta, hogy a fenti talajszelvények túlnyomó többségének képződésében a lessivage lényeges szerepet nem játszott. A többi — kevés-számú — szelvényben a lessivage-t kategorikusan tagadni nem lehet, de részvételének csekély a valószínűsége.

A Sz. U.-ból, Nyugat-Európából és az U. S. A.-ból származó, a degradáció különböző fokán levő barna erdőtalajok 14 szelvényének hasonló vizsgálata arról tanúskodik, hogy ezeknek a talajoknak a képződésében lehet, hogy közre játszott a lessivage, de szerepe korlátozott, alárendelt volt, ugyanakkor sokkal nagyobb volt a jelentősége az agyagosodás folyamatának.

Tisztán fizikai szempontból vizsgálva az agyag A-szintből a B-szintbe való mechanikai vándorlásának kérdését, nincs alapunk tagadni annak lehetőségét, hogy ez a vándorlás a repedéseken, a rovar- és gyökérjáratokon, stb. keresztül valósul meg, miközben végbemegy az agyag rendeződése, osztályozódása. A fent elmondottak azonban lehetővé teszik annak megerősítését, hogy ennek a jelenségnek mennyiségi szerepe a podzolos, gyepes-podzolos, és szürke talajokban elenyésző, a degradálódó barna erdőtalajokban pedig — korlátozott. A degradálódó barna erdőtalajok viszonylatában azonban nem lehet a kérdést véglegesen megoldottnak tekinteni, mivel nagyon kevés az ezzel kapcsolatos adatunk; nagyon sajnálatos az a tény, hogy Kundler, Duchaufour és más nyugateurópai kutatók igen elmélyült kutatásaiban nincsenek adatok a talajok teljes kémiai analíziséről, melyek nélkül véleményünk szerint a lessivage kérdést megoldani nem lehet.

Összefoglalás

1. A podzolosodás lényege abban rejlik, hogy a talajszelvény felső részében végbemegy a primér és szekundér ásványok — a kvarc kivételével — teljes elmállása, majd a mállás termékei kilúgozódnak belőle. A talajnak e folyamat által érintett rétegéből eluviális A-szint lesz.

2. Az A-szint, a felső részében végbemenő felhalmozódás hatására, mely a humusz, a kicserélhető kationok — néha kis mennyiségben — az agyag és másfélszeres oxidok biológiai akkumulációjának alakjában jelentkezik, alszintekre tagozódik: a biológiai akkumulációs A_1 - és a podzolos A_2 szintekre.

3. Az A-szintből kimosódó mállástermékek visszamaradhatnak és felhalmozódhatnak a talajszelvény alsóbb részében, az A-szint alatt, és ebben az esetben valódi illuviális szint képződik, amely megfelel a morfológiai B-szintnek. Az illuviális szintben felhalmozódnak (az alapkőzettel „C” összehasonlítva) a másfélszeres oxidok, néha az agyag, K_2O , MgO és a humusz.

4. A homokon végbemenő podzolképződésnél majdnem minden esetben illuviális szint képződik. Vályogos és agyagos mechanikai összetételű kőzeteken lefolyó podzolképződésnél nem mindig keletkezik illuviális szint. Ezekben az esetekben a morfológiai B-szintet az eluviális szint alsó része képviseli, amelyben az eluviális jelenségek nagyon gyengén nyilvánulnak meg és a mélység felé teljesen eltűnnek.

5. A lessivage alapvető folyamata a talajszelvény felső részéből az alsó-rész felé végbemenő agyagvándorlás, amelynek credményeként a felső rész eluviális A-szintté, az alsó rész illuviális B-szintté alakul. Az A-szint felső részé-

ben ebben az esetben is elkülönül a biológiai akkumuláció alszintje, amely rendszerint erősebben kifejezett, mint a podzolosodásnál.

6. A lessivagenak az előbbieken megfogalmazott lényegéből fakad, hogy az ilyen úton keletkezett talajok B-szintjének különböznie kell az alapkőzettől (C-szint), megnövekedett agyagtartalma által. Mivel azonban az agyagfrakcióban a másfélszeres oxidok mennyisége (különösen pedig az Al_2O_3 tartalom, mint az agyagásványok feltétlen alkotó része) mindig nagyobb, mint a durvább frakciókban és egészében a talajban, ezért a B-szint egyidejűleg a nagyobb Al_2O_3 tartalmával is különbözik a C-szinttől.

7. A fent mondottakból kifolyólag megfogalmazhatjuk azt az egyszerű és objektív kritériumot, amelynek alapján a lessivage útján keletkezett talajok könnyen felismerhetők. Az ilyen talajok B-szintjében az agyagtartalom és a másfélszeres oxidok összemennyisége mindig nagyobb, mint a C-szintjében. Ez a kritérium, habár feltétlenül szükséges, azonban nem elégséges, mert az agyag és a másfélszeres oxidok megnövekedett mennyisége a B-szintben (a C-szinttel összehasonlítva) lehet úgyszintén a helyben való agyagosodásnak (in situ) és az A-szint ásványainak mállásakor képződött termékek bemosódásának következménye is. Ezért az említett kritérium csak azt teszi lehetővé, hogy az olyan talajokat, amelyeknek a képződésében a lessivage közismerten nem vett részt, elkülönítsük az olyan talajoktól, amelyek keletkezésében esetleg az közrejátszott.

8. Az előző pontban ismertetett kritériumot 58 olyan talajszelvény elemzésénél alkalmaztuk, amelyekről rendelkezésre állottak az agyagtartalom és az összes másfélszeres oxid-tartalom vizsgálati adatai.

9. A podzolos és gypes-podzolos erdőtalajok csoportjából (26 szelvény) mindössze 5 szelvény felelt meg a fent ismertetett kritériumnak.

10. A szürke erdőtalajok csoportjából (5 szelvény) mindössze egyetlen egy szelvény felelt meg a fenti kritériumnak, miközben mind az agyagtartalom, mind az Al_2O_3 mennyisége a B-szintben rendkívül kevés és jelentősen kevesebb, mint ezeknek az alkotórészeknek az A-szintből való kilúgozása.

11. A barna erdőtalajok csoportjába tartozó talajszelvények között (13 szelvény) egy szelvény sem volt, amely ennek a követelménynek megfelelt volna.

12. A degradáció különböző fokán levő barna erdőtalajok csoportjából (14 szelvény) 7 szelvény megfelelt az általunk javasolt kritériumnak. E talajcsoport adatainak elmélyültebb elemzése rámutatott arra, hogy azok közül a szelvények közül, amelyek megfeleltek a fenti követelményeknek, néhány szelvényben a B-szint helyben történő (in situ) elagyagosodása mennyiségileg az első helyen szerepel és az agyagnak az A-szintből való elvándorlása csak másodlagos jelenség.

13. Ilymódon a fentebb megfogalmazott kritérium alkalmazása nem támasztja alá a lessivage folyamatnak a gypes-podzolos-, szürke erdő- és más talajok képződésében az utóbbi időben rendkívül széleskörűen felvételezett elterjedését.

14. A lessivage jelenlétének meghatározására eddig alkalmazott kritérium: a sajátságos mikromorfológia és a kémiai és ásványtani összetétel állandósága a szelvényben, nem feltétlen szükséges ismertetőjel és nem mutatkozik elégségesnek. Okvetlenül szükséges viszont a teljes kémiai analízis ismerete. A lessivage folyamatának, de ugyancsak más talaj-típusok képződési folyamatainak elmélyültebb megismerése is a komplex mennyiségi, kémiai, ásványtani módszereknek a mikromorfológiai módszerrel való összehangolt alkalmazását követeli meg.

Érkezett: 1964 március 20.

Irodalom

- [1] ABRAMOVA, M. M.: Materialü karakterisztike podzolisztüh i dernovo-podzolisztüh pocsv. Szb. Mikroorganizmü i organicseszkoec vescesesztvo pocsv. Tr. Pocsv. Inszt. im. Dokucsaeva. 209—259. 1961.
- [2] ALTEMÜLLER, H. J.: Beitrag zur mikromorphologischen Differenzierung von durchschlammten Parabraunerden, Podzol-Braunerde und Humus-Podzol. Z. PflErnähr. Düng. **98**. 247—258. 1962.
- [3] BALDWIN, M.: The grey-brown podzolic soils of the Eastern United States. Proc. I. Int. Cong. Soil Sci. **4**. 276—282. 1928.
- [4] BODMAN, G. B. & HARRADINE, E. F.: Mean effective pore size and clay migration during water percolation in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **3**. 44—51. 1939.
- [5] CERNESCU, N. C.: Facteurs de climat et zones de sol en Roumanie. Inst. Geol. Romaniei. Stad. techn. si econ. Ser. C. No. 2. 1934.
- [6] DUCHAUFOUR, PH.: Recherches ecologiques sur la Chênaie atlantique française. Ann. Econ. Nat. des Eaux et Forêts. **11**. 1. 1948.
- [7] DUCHAUFOUR, PH.: Lessivage et podzolisation. Rev. forest. française (10) 647—652. 1951.
- [8] DUCHAUFOUR, PH.: La dégradation de la structure des sols forestiers. Rev. forest. française (9) 657—665. 1953.
- [9] DUCHAUFOUR, PH.: Pédologie. Tableaux descriptifs et analytiques de sol. C. D. V. Ed. Paris. 1957.
- [10] DUCHAUFOUR, PH.: Précis de pédologie. Masson. Paris. 1960.
- [11] FAT'JANOV, A. Sz.: Opüt analiza isztorii razvitiija pocsvennogo pokrova Gor'kovskoj oblasti. Szb. Pocsvennogeograf. isszled. i iszpol'z. aerofotoszjomki v kartirovanii pocsv. 3—71. 1959.
- [12] FRIDLAND, V. M.: O podzolisztvo-zseltozemnüh pocsvah predgorij Karpat. Pocsvovedenie. (8) 681—698. 1952.
- [13] FRIDLAND, V. M.: O podzolisvanie i illimerizacija. Dokl. AN SSSR. **115**. 1006—1009. 1957.
- [14] FRIDLAND, V. M.: Ob opodzolisvanii i illimerizacii (obezilivanii). Pocsvovedenie. (1) 27—38. 1958.
- [15] GEERING, J.: Beitrag zur Kenntnis der Braunerdebildung auf Molasse im schweizerischen Mittelland. Landw. Jb. Schweiz 136—204. 1936.
- [16] GERASZIMOV, I. P.: Gleevüe pszevdopodzoli Central'noj Evropü i obrazovanie dvucslenñüh pokrovñüh nanoszov. Izv. AN SSSR Ser. geograf. (3) 20—30. 1959.
- [17] GERASZIMOV, I. P.: Szvoeobrazie pocsv Szibiri. Szibirskij Geograficseszki szb. (2) 1963.
- [18] GLINKA, K. D.: Degradacija i podzolisztüh processz. Pocsvovedenie. (3—4) 29—40. 1924.
- [19] GOGOLEV, I. N.: Putevoditel' ekskurszii veszeszojuzn. szoveses. po gen. klassifik. i sz/h tipol. pocsv Szovetszkij Karpat i pril. territorij. L'vov. 1963.
- [20] GORBUNOV, N. I.: O peredvizsenii kolloidnüh i ilisztüh csasztic v pocsvah. Pocsvovedenie. (7) 13—28. 1961.
- [21] HALLSWORTH, E. G.: An examination of some factors affecting the movement of clay in an artificial soil. J. Soil Sci. **13**. 360—372. 1962.
- [22] IVANOV, G. I.: Pocsvenñüe uszlovija rajonov proizrasztanija dikorasztuscsego zsen'senja v Juzsnom Primorje. Szb. Pocsvenno-geograf. isszled. i iszpol'z. aerofotoszjomki v kartirovanii pocsv. 172—216. 1959.
- [23] KRAUSS, G.: Bodenart und Bodentyp, insbesondere Wasser- und Lufthaushalt der gleiartigen Bodenbildungen. Tharandt. Forstl. Jb. 481—716. 1939.
- [24] KUNDLER, P.: Zur Kenntnis der Rasenpodsole und grauen Waldböden Mittel-Russlands in Vergleich mit den sols lessivés des westlichen Europa. Z. PflErnähr. Düng. **86**. 16—36. 1959.
- [25] KUNDLER, P.: Zur Methodik der Bilanzierung der Ergebnisse von Bodenbildungsprozessen dargestellt am Beispiel eines Texturprofils aus Geschiebemergel in Norddeutschland. Z. PflErnähr. Düng. **86**. 215—222. 1959.
- [26] KUNDLER, P.: Lessivés (Parabraunerden, Fahlerden) auf Geschiebemergel der Würm Eiszeit im norddeutschen Tiefland. Z. PflErnähr. Düng. **95**. 97—110. 1961.
- [27] MANIL, G.: Aspects pédologiques du problème de la classification des sols forestiers. Pédologie. **9**. 214—226. 1959.
- [28] MANIL, G.: Discussion über den Ausdruck „Lessivé” auf Grund mikromorphologischer Beobachtung. Z. PflErnähr. Düng. **98**. 214—217. 1962.
- [29] Mc CALEB, S. B.: Profile studies of normal soils of New-York: Mineralogical properties of the grey-brown, podzolic-brown, podzolic soils sequence. Soil Sci. **77**. 319—334. 1954.
- [30] MEYER, R., KALK, F. & FÖLSTER, H.: Parabraunerden aus primär carbonathaltigen Würm-Löss in Niedersachsen. I. Z. PflErnähr. Düng. **99**. 37—53. 1962. — II. Ibid. **100**. 1—12. 1963.

- [31] MUSIEROWICZ, A., KONECKA-BETLEY, K. & KUZNICKI, F.: Zagadnienie typologii gleb wytworzonych z lessów. Roczniki Nauk Roln. **104D**. 5—79. 1963.
- [32] MÜCKENHAUSEN, E.: Über gleyartige Böden im Rheinland. Z. Pflernähr. Düng. **50**. 113—133. 1950.
- [33] MÜCKENHAUSEN, E.: Typologische Bodenentwicklung und Bodenfruchtbarkeit. Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen. (60) 37—81. 1956.
- [34] MÜCKENHAUSEN, E.: Die wichtigsten Böden der Bundesrepublik Deutschland. Wiss. Schrift AID. Bad Godesberg. 1959.
- [35] NOGINA, N. A.: O palevo-podzolisztüh pocsvah Belorusszii. Pocsvovedenie. (2) 132—144, 1952.
- [36] PALLMANN, H., FREY, E. & HAMDI, H.: Die Filtrationsverlagerungen hochdispenser Verwitterungs- und Humifizierungsprodukte im Profil der mässig entwickelten Braunerde. Kolloid Z. **103**. 111—119. 1943.
- [37] PAVLENKO, I. A.: Lessosztepnüe pocsvü nagornüh dubrav pravoberezjsja p. Vorzsklü i ih proiszhozdenie. Tr. Inszt. Pocsv. AN SSSR. **46**. 191—288. 1955.
- [38] RODE, A. A.: Podzoloobrazovatel'nyj processz. Moskva—Leningrad. 1937.
- [39] ROGOVOJ, P. P. & SZAMODUROV, P. Sz.: Mineralü i himiceszkie elementü v profile szil' novopodzolenüh dernovopodzolisztüh pocsv Belorusszii, obrazovavsihszja na lesszovüh porodah. Szb. Pocsvoobrazujuscie porodü i ih rol' v formirovanii pocsv BSSR 55—148. Minszk. 1962.
- [40] ROMASKEVICZ, A. I.: Geneticszskaja karakterisztika burüh gornolesznüh pocsv jugo-voztocnoj esazti Krasnodarszkiego kraja. Szb. Pocsv. geogr. issled. iszpol'z. aerofotoszjojmki v kartirovanii pocsv. 217—282. 1959.
- [41] RUDNEVA, E. N.: Pocsvennüh pokrov Zakarpatszkoj oblaszti. AN SSSR. Moskva. 1960.
- [42] SCHUYLENBORGH, J. VAN: On soil genesis in temperate humid climate. I. Some soil groups in the Netherlands. Neth. J. Agric. Sci. **10**. 127—144. 1962.
- [43] SCHUYLENBORGH, J. VAN: On soil genesis in temperate humid climate. II. The behavior of the non-clay fraction in some soil groups. Neth. J. Agric. Sci. **11**. 10—12. 1963.
- [44] STORZ, M.: Einfluss von verdünnter Elektrolytlösung auf die Beweglichkeit suspendierten Quarzes. Colloid. Chem. **25**. 319—353. 1921.
- [45] SZKRÜNNIKOVA, I. N.: Pocsvennüh pokrov Poduskinszkiego lessniceszstva. Putev. I. deleg. sz'ezda pocsvoved. Moskva. 1958.
- [46] TAVERNIER, R. & SMITH, G. D.: The concept of Braunerde (brown forest soil) in Europe and the United States. Advances in Agronomy. **9**. 217—290. 1957.
- [47] THORP, J., STRONG, L. E. & GAMBLE, E.: Experiments in soil genesis. The role of leaching. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **21**. 99—102. 1957.
- [48] TROICKIJ, A. I.: Szerfie lessnüe pocsvü szevernoj esazti Szrednerusszkoj vozvüsenoszti. 2. delegat. szez. VOP. Putevoditel'ekszped. 1958.
- [49] UFMICEVA, K. A.: Materialü k rajonirovaniju szevernoj esazti dernovopodzolisztøj podzonü Evropejszkoj territorii SSSR. Tr. Inszt. Pocsv. AN SSSR. **46**. 5—77. 1955.
- [50] VADKOVSKAJA, O. A.: Pocsvü Glavnogo Botaniceszszkiego Szada Akademii Nauk SSSR. Tr. Pocsv. Inszt. im. Dokucsaeva. **46**. 1955.
- [51] ZABOEVA, I. V.: Pocsvü basszejna verhovjev r. Vücsesda. Disszertacija. 1952.
- [52] ZAVALISIN, A. A. & FIRSZOVA, V. P.: K izucseniju genezisza pocsv podzolisztogo tipa na szoloncovüh szuglinkah Centraln. esazti Russzkoj ravninü. Szb. Centraln. Muzeja Pocsvoved. **3**. 7—95. 1960.
- [53] ZAVALISIN, A. A. & NADEZSDIN, B. V.: Pocsvennüh pokrov Kaliningszkoj oblaszti. Szb. Pocsvü Kaliningszkoj oblaszti. 5—130. 1961.

К вопросу об оподзоливании и лессиваже

А. А. РОДЭ

Почвенный институт им. Докучаева А. Н. СССР, Москва

Резюме

1. Сущность оподзоливания заключается в полном распаде в верхней части почвенного профиля всех первичных и вторичных минералов, кроме кварца и выносе продуктов этого распада. Слой почвы, охваченный этим процессом превращается в элювиальный горизонт А.

2. Горизонт А в результате биологической аккумуляции в его верхней части гумуса, обменных оснований, иногда — в небольших количествах — ила и полуторных окислов, расчленяется на подгоризонты: биологической аккумуляции A_1 и подзолистый гор. A_2 .

3. Продукты распада минералов, вымывающихся из гор. А, могут задерживаться и накапливаться в нижней части почвенного профиля, под гор. А, образуя в этом случае истинный иллювиальный горизонт, соответствующий морфологическому горизонту В. Иллювиальный горизонт является горизонтом накопления (по сравнению с материнской породой — гор. С) полуторных окислов, иногда ила, иногда K_2O или Mg, иногда гумуса.

4. Иллювиальные горизонты образуются почти всегда при подзолообразовании на песках. На породах суглинистого и глинистого механического состава иллювиальный горизонт при подзолообразовании образуется далеко не всегда. В этих случаях морфологический горизонт В представляет собой нижнюю часть элювиального горизонта, в которой элювиальные явления выражены очень слабо и к низу затухают.

5. Основным процессом в «лессиваже» является механическое перемещение ила из верхней части почвенного профиля, которая в результате этого превращается в элювиальный гор. А — в нижнюю, которая превращается в иллювиальный гор. В. В верхней части горизонта А и в этом случае обособляется подгоризонт биологической аккумуляции, выраженный обычно сильнее, чем при оподзоливании.

6. Из сформулированного только что представления о сущности лессиважа вытекает, что гор. В почв, образующихся этим путем должен отличаться от материнской породы (гор. С) повышенным содержанием ила. А так как содержание в иле полуторных окислов (в особенности Al_2O_3 , как обязательного компонента глинистых минералов) всегда выше, чем в более крупных фракциях и в почве в целом, то гор. В. должен отличаться от гор. С одновременно и более высоким содержанием Al_2O_3 .

7. Из только что сказанного можно сформулировать простой объективный критерий, которому должны удовлетворять почвы, образовавшиеся путем лессиважа: *в гор. В таких почв содержание ила и валовые содержания полуторных окислов должно быть выше чем в гор. С.* Этот критерий, будучи необходимым, не является достаточным, так как повышенное содержание ила или полуторных окислов в гор. В (по сравнению с гор. С) может быть также следствием оглинивания *in situ* и вымывания в него продуктов распада минералов из гор. А. Поэтому указанный критерий позволяет лишь отделить почвы, в образовании которых лессиваж заведомо не принимал участия, от почв, где его участие могло иметь место.

8. Сформулированный выше критерий был применен к анализу 58 профилей различных почв, для которых имелись данные по содержанию ила и валовому содержанию полуторных окислов.

9. В группе подзолистых и дерновоподзолистых почв (26 разрезов) было обнаружено только пять разрезов, удовлетворяющих указанному критерию.

10. В группе серых лесных почв (5 разрезов) указанному критерию удовлетворяет только один разрез, причем в нем накопление и ила, и Al_2O_3 в гор. В совершенно ничтожно и значительно меньше чем вынос этих компонентов из гор. А.

11. В группе бурых лесных почв (13 разрезов) этому критерию удовлетворяет только один разрез.

12. В группе бурых лесных почв различной степени деградации (14 разрезов) указанному критерию удовлетворяют 7 разрезов. Более глубокий анализ данных отношений к этой группе показывает, что в некоторых профилях из числа тех, которые удовлетворяют названному критерию, оглинивание гор. В *in situ* количественно явно занимает место, а перенос ила из гор. А — имеет второстепенное значение.

13. Таким образом приложение сформулированного выше критерия не дает основания для наметившегося за последнее время весьма широкого распространения пред-

ставления о лессиваже, как процессе образования дерновоподзолистых, серых лесных и иных почв.

14. Применявшиеся до сего времени критерии определения наличия лессиважа: микроморфологический и постоянства химического и минералогического состава ила по профилю не являются необходимыми и не являются достаточными. Необходимо знание валового состава. Углубленное же познание лессиважа, равно как и почвообразовательных процессов других типов, требует применение комплексного количественного химического и минералогического метода, в сочетании с микроморфологическим.

Табл. 1. Степень накопления и выноса в бальной оценке. А) Глеево-подзолистые, подзолистые, дерново-подзолистые и подзолисто-желтоземные почвы. В) Светлосерые, серые и темносерые лесные почвы. С) Бурые лесные почвы. Д) Бурые выщелоченные, бурые оподзоленные, серобурые, подзолистые, псевдоглей. (1) №№ по порядку. (2) Авторы, № по списку литературы и авторские №№. (3) Название почв. (4) Географическое происхождение. (5) Горизонт А. (6) Горизонт В. (7) Наличие лессиважа. (8) Ил. (9) Емкость поглощения. (10) Сумма обменных оснований.

Рис. 1. Дерново-подзолистая почва на покровном суглинке под ельником. Московская обл. Подушкино. Зонн Р № 1. а) ил.

Рис. 2. Дерново-средне-подзолистая почва на покровном суглинке. Ярославская обл. Абрамова. Р № 8. а) Ил. в) Емкость. с) Сумма обменных оснований.

Рис. 3. Серая лесная почва на покровном суглинке. Тульская область. Троицкий. Р № 572. а) Ил. в) Емкость, с) Сумма обменных оснований.

Рис. 4. Темносерая почва на лессовидном суглинке. Полтавская область. Лес на Ворскле. Афанасьева Р № 16. а) Ил. в) Емкость. с) Сумма обменных оснований.

Рис. 5. Бурая почва на элювии кристаллических сланцев. Карпаты. Гоголев Р. № 100. а) Ил. в) Емкость. Сумма обменных оснований.

Рис. 6. Выщелоченная почва на лёссе (Brun lessivé). Польша. Мусерович. Р. № 8.

Рис. 7. Серобурая подзолистая почва. США. Майами. Тавернье—Смит.

Рис. 8. Псевдоподзолистая почва (lessive) на лёссе. Польша. Мусерович Р. № 1.

Рис. 9. Псевдоглей. Нидерланды. Ван—Шуйленберг. Р. № XI. 1: Почва. 2: Ил. 3: Фракция $> 0,002$ мм. а) ил.

The Problem of Podsolization and „Lessivage”

A. A. RODE

Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow

Summary

1. The essence of podsolization consists in that in the upper part of the soil profile total weathering of the primary and secondary minerals takes place — except for quartz — and subsequently the products of degradation are eluviated. The part of the soil involved in this process becomes eluvial A-horizon.

2. The A-horizon upon the action of accumulation taking place in its upper part which appears as biological accumulation of humus, exchangeable cations and — sometimes in small amounts — of clay and sesquioxides, gets divided into subhorizons: in the biological accumulation A_1 - and the podsollic A_2 -horizons.

3. The degradation products washed out of the A-horizon may remain and accumulate in the lower part of the soil profile, below the A-horizon and in this case a real alluvial horizon is formed which corresponds to the morphological B-horizon. In the illuvial horizon accumulate (as compared with the ground rock „C”) the sesquioxides, sometimes the clay, K_2O , MgO and the humus.

4. In podsol formation occurring in sand almost in every case an illuvial horizon develops while in podsol formation taking place in rocks of loamy and clayey mechanical composition this is not invariably the case. In these cases the morphological B-horizon is represented by the lower part of the eluvial horizon in which the eluvial phenomena very weakly manifest themselves and towards the depth completely disappear.

5. The basic process of lessivage is the migration of clay from the upper part of the soil profile towards the lower part as a result of which the upper part is transformed into eluvial A-horizon while the lower part into illuvial B-horizon. In the upper part of the A-horizon also

in this case the subhorizon of the biological accumulation separates which is as a rule more explicit than in podsolization.

6. From the essence of lessivage formulated in the foregoing it follows that the B-horizon of soils developed this way must differ from the ground rock (C-horizon) by its increased contents of clay. Since, however, in the clay fraction the amount of sesquioxides (and particularly the Al_2O_3 contents as an unconditional constituent of clay minerals) is always higher than in the coarser fractions and in the soil as a whole, consequently the B-horizon at the same time differs also with its higher Al_2O_3 contents from the C-horizon.

7. From what has been said above it can be concluded to the simple and objective criterion on the basis of which the soils originated by lessivage can be easily recognised: *In the B-horizon of these soils the amount of the clay content and the total amount of sesquioxides is always higher than in the C-horizon.* This criterion, however, although absolutely necessary, is not sufficient because the increased amount of clay and sesquioxides in the B-horizon (as compared with the C-horizon) can be a result of the in situ formation of clay as well as of lessivage of products developed at the degradation of the minerals of the A-horizon. Therefore the criterion referred to makes it only possible to separate those soils in the formation of which lessivage is known not to have been involved from those in the origin of which lessivage may have played a part.

8. The criterion referred to in the previous paragraph was made use of in the analysis of 58 such soil profiles on which the analytical data pertaining to clay content and total sesquioxide content were available.

9. From the group of the podsollic and grassy-podsolic forest soils (26 profiles) only 5 answered the above discussed criterion.

10. From the group of the grey forest soils (5 profiles) only one has met the above criterion, while both the clay content and the amount of Al_2O_3 in the B-horizon is exceedingly low and much less than the eluviation of these constituents from the A-horizon.

11. Among the soil profiles belonging to the group of brown forest soils (13 profiles) there was none to answer this criterion.

12. From the group of brown forest soils in various stages of degradation (14 profiles) 7 met the criterion suggested. A deeper analysis of the data pertaining to this group of soils pointed to the fact that from those profiles which have met the above requirements in some profiles the in situ argillification stands quantitatively in the first place while the migration of clay from the A-horizon is only a secondary phenomenon.

13. Thus the application of the above formulated criterion does not support the spreading widely assumed in recent times of the lessivage process in the formation of grassy-podsolic, grey forest and other soils.

14. The criterion used up to now to determine the presence of lessivage: the peculiar micro-morphology and the constancy of the chemical and mineralogical composition in the profile is no absolutely necessary characteristic and does not prove satisfactory. On the other hand the knowledge of the full chemical analysis is absolutely necessary. Also the deeper knowledge of the process of lessivage and of the developmental processes of other soil types requires the coordinated application of the complex quantitative, chemical and mineralogical methods with the micro-morphological method.

Table 1. The degree of accumulation and eluviation according to score. A) Gleyic-podsolic-, podsolic-, grassy-podsolic and podsolic yellow earth soils. B) Light grey-, grey and dark grey forest soils. C) Brown forest soils. D) Eluviated brown-, podsolized brown-, greyish brown podsolic soils and pseudogley. (1) Serial number. (2) Name and number of authors in the References and the designation of the soil used by them. (3) Denomination of the soil. (4) Geographical place. (5) „A” horizon. (6) „A” horizon. (7) Lessivage can be established. (8) Clay. (9) Cation exchange capacity. (10) Sum of exchangeable cations.

Fig. 1. The change of clay-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -content, cation exchange capacity and sum of exchangeable cations on cover loam ground rock, in the profile of grassy-podsolic soil developed under a pine-wood. (Territory of Moscow, Podushkino, Zonn. P-N° 1).

Fig. 2. The change of clay-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -content, cation exchange capacity and sum of exchangeable cations in the profile of a grassy, medium podsolic soil developed on the cover loam. (Territory of Yaroslav, Abramova, P N° 8.) a) clay, b) cation exchange capacity, c) sum of exchangeable cations.

Fig. 3. Change of clay-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -content, cation exchange capacity and sum of exchangeable cations in the profile of grey forest soil developed on cover loam. (Territory of Tula, Troitzky, P N° 572). For signs see Fig. 2.

Fig. 4. The change of clay-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -content, cation exchange capacity and sum of exchangeable cations in the profile of dark grey soil developed on loess-like loam. (Territory of Poltava, Vorakloy forest, Afanaseva, P N° 16.) For signs see Fig. 2.

Fig. 5. The change of clay-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -content, cation exchange capacity and sum of exchangeable cations in the profile of brown soil developed on the detritus of crystalline schist. (Carpathian mountains, Gogólev, P N° 100.) For signs see Fig. 2.

Fig. 6. The change of clay-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -content, cation exchange capacity and sum of exchangeable cations in the profile of a „brun lessivé” soil developed on loess (People's Republic of Poland, Musierowicz, P N° 8). For signs see Fig. 2.

Fig. 7. The change of clay-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -content, cation exchange capacity and sum of exchangeable cations in the profile of grayish-brown podsollic soil (USA Miami, Tavernier and Smith).

Fig. 8. The change of clay-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -content, cation exchange capacity and sum of exchangeable cations in the profile of pseudopodsolic soil (lessivé) developed on loess. (People's Republic of Poland, Musierowicz, P N° 1.)

Fig. 9. The change of the clay-, SiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -content in the pseudogleyic soil. (The Netherlands, Van Schuylenborgh P N° XI.)
1. soil; 2. clay; 3. 0,002 mm L. fraction; a) clay.