

CONTRIBUȚII LA CUNOAȘTEREA GENEZEI ȘI EVOLUȚIEI SOLURILOR PRIN PROCESE DE DEGRADARE

de Ing. Dr. **CONST. D. CHIRIȚĂ**

Nouile cunoștințe asupra alterării silicaților, formării și desfacerii argilei și asupra migrațiunii și precipitării coloidelor, aduc o lumină nouă în toată știința genezei solului și în genetica tipurilor de soluri. Degradarea cernoziomurilor și a solurilor crude din regiuni umede, ca și în genere înaintarea degradării în solurile degradate pot fi astăzi mai complect cunoscute și mai just interpretate decât acum 10—15 ani, când stadiul cunoștințelor noastre asupra proceselor de solificare era mai puțin înaintat.

Termenul de degradare, întrebuințat la început pentru a defini evoluția cernoziomurilor invadate de pădure, este astăzi extins și trebuie să definească un anumit tip general de *g e n e z ă* a solurilor prin procese de aceeași natură ca în cernoziomurile degradate.

Degradarea cernoziomurilor

Prin degradarea cernoziomurilor s'a înțeles dela început — în literatura rusă (K o r j i n s k y (9), în 1886, apoi K o s t i c e v (10) ș. a.) — complexul de procese ce suferă aceste soluri când sunt invadate de pădure. Solurile astfel transformate au primit numele de *cernoziomuri degradate* și au fost considerate ca fiind un tip de sol de tranziție între cernoziomurile de stepă și solurile cenușii de pădure.

Cercetările asupra cernoziomurilor degradate din antestepele Rusiei au stabilit că prin degradare, ca urmare a umidității mai mari decât în stepă și a prezenței pădurii, conținutul de humus scade, culoarea orizontului A devine mai deschisă, solul este mai puternic levigat, complexul adsorptiv insuficient saturat, reacțiunea ușor acidă.

După Sibirțev (14), cernoziomul degradat din Rusia conține 5—8% humus, față de 8—12% în cernoziomurile nedegradate.

În România, condițiile climatice în care are loc degradarea cernoziomurilor fiind în parte diferite de acelea din Rusia, caracterele înseși ale acestor soluri sunt în parte diferite. După Enculescu (3) temperatura antestepei noastre suficient de ridicată și umiditatea mai mare decât în stepă, permit o creștere sensibilă a conținutului de humus în orizontul A și formarea orizontului intermediar B. Numai în cernoziomurile cu degradare mai înaintată conținutul de humus este mai scăzut decât în stepă, iar culoarea devine accentuat mai deschisă.

Un studiu întins asupra cernoziomurilor degradate din regiunea Kiewului îl datorăm lui N. Florov (5). Asupra concluziilor acestui studiu vom insista aci în mod deosebit, stabilind stadiul cunoștințelor asupra degradării cu 15 ani în urmă.

Florov distinge mai multe stadii de degradare a cernoziomurilor, după intensitatea proceselor și gradul de pregnanță al caracterelor morfologice. Aceste stadii sunt următoarele:

1. Cernoziomuri tipice, în diferite variante, după conținutul de humus și după textură.

2. Cernoziomul degradat, care prezintă o structură glomerulară degradată — glomerulele sunt puțin turtite, alungite și colțuroase — și cu pulbere de SiO_2 pe suprafața glomerulelor; orizontul B „de acumulare iluvială a R_2O_3 ” și orizontul C, de acumulare a CO_3Ca , lipsesc sau sunt slab reprezentate.

3. Solul gri-închis slab podzolit, la care orizontul brun-roșcat de acumulare iluvială de R_2O_3 și orizontul galben-deschis de carbonați sunt clar pronunțate; grosimea (puterea) orizontului brun-roșcat este neînsemnată; suborizontul superior B_1 este colorat prin humus.

4. Solul gri-închis podzolit, la care, însușirile dela varianta precedentă sunt mai accentuat pronunțate. Puterea orizontului brun-roșcat este însemnată.

5. Solul gri-podzolit, cu aspectele morfologice ale orizonturilor eluvionate și iluvionate foarte pronunțate; culoarea închisă de humus lipsește în orizontul brun-roșcat.

6. Solul gri-deschis podzolit, care prezintă un orizont superior cu pete abundente de acumulare de SiO_2 și peste tot cu o culoare albicioasă. Orizonturile eluvionate și cele iluvionate sunt și mai puternic pronunțate decât la varianta Nr. 5.

Din enumerația de mai sus rezultă că degradarea cernoziomurilor este dirijată pe linia podzolirii, trecând prin stadii intermediare, dela cernoziomul slab degradat la ceea ce numim noi astăzi soluri cenușii-deschise de podzolire secundară.

În privința chimiei procesului degradării, Florov constată prin analize globale că prin degradare au loc acumulări eluviale (reziduale) de SiO_2 în orizontul superior al profilului și acumulări iluviale de Al_2O_3 și Fe_2O_3 în orizonturile inferioare ale profilului. Aceste acumulări sunt cu atât mai accentuate, cu cât stadiul de degradare este mai înaintat. Este interesant de subliniat că la solurile „gri-închise podzolite“ Florov găsește cea mai mare acumulare de R_2O_3 în orizontul C, pe când în B este slabă. La solurile „gri și gri-deschise podzolite“ această acumulare este maximă în orizontul B, constatându-se însă și în orizontul C.

După Florov aceasta s'ar explica prin influența CO_3Ca , care provoacă coagularea totală a soalelor de R_2O_3 . Aceasta nu explică însă de ce fenomenul nu are loc și la solurile cu degradare maximă („gri-deschise podzolite“), unde este mai firesc ca hidroxizii sesquioxizilor să fie mai puternic levigați către orizontul cu CO_3Ca . Foarte probabil, constatarea nu se poate generaliza. La profilele studiate de Florov este posibil că există fie o levigare mai puternică a R_2O_3 din cauza unei texturi mai puțin argiloase a solului, fie o ridicare a CO_3Ca în partea inferioară a orizontului B.

Conținutul de humus scade treptat cu degradarea, orizontul cu carbonați se adâncește, iar efervescenta se face după o linie tot mai tranșantă.

Sprijinit pe cunoștințele stabilite până la acel timp în literatura rusă (Gedroiz (6), Glinka (7), ș. a.) asupra migrațiunii și depunerii coloidelor solului, Florov a încercat să explice modul în care se acumulează silicea și sesquioxizii în solurile degradate. El arată că soluția (sola) de SiO_2 se coagulează chiar în orizonturile superficiale — din cauza reacțiunii acide a soluției și a electroliților aflați în această soluție, — pe când solele de R_2O_3 „sunt mai rezistente și reușesc a se scurge în jos, unde numai la oarecare adâncime coagulează“. Depunerea soluțiilor de R_2O_3 o explică Florov, în parte după autorii citați, prin: 1) ajungerea soluției la orizontul de carbonați; 2) întâlnirea unui orizont impermeabil sau greu permeabil pentru coloide. Insuși humusul, coloid protector, este precipitat de CO_3Ca din orizontul C și astfel, acțiunea lui în migrațiunea hidroxizilor de Al și Fe este împiedecată.

După Florov, formarea orizontului B ruginiu ar merge în solurile de degradare a cernoziomurilor, de jos în sus, adică dela limita superioară a orizontului C în sus; aceasta, fiindcă la această limită are loc precipitarea și acumularea sesquioxizilor, cari pot înfunda și cimentă așa de tare acea zonă a solului, că coloidele nu mai pot trece și astfel, încep a se depune în sensul arătat mai sus.

Această explicație a lui Florov, interesantă și poate cea mai logică pentru epoca la care a fost dată, trebuie verificată, căci dacă precipitarea hidroxizilor de Al și Fe este legată de prezența orizontului cu CO_3Ca și a unei păтури greu permeabile, nu ne explicăm puternica acumulare a acestor hidroxizi și a humusului acid în orizontul B (B_1 și B_2) al podzolurilor primare, puternic acide, fără orizont C cu carbonat de Ca și foarte premeabil, având textura nisipo-lehmoasă sau chiar nisipoasă (exceptăm cazul formării de Orstein).

Altă caracteristică principală a cernoziomurilor degradate o formează cantitatea și natura humusului. După Florov, în solurile formate prin degradarea cernoziomurilor, cantitatea de humus scade sistematic; această scădere este cu atât mai mare cu cât stadiul de degradare este mai înaintat (la probele cercetate de Florov, conținutul de humus scade dela cca 5,5% în cernoziom, la cca 2% în solurile din stadiul V de degradare). Această scădere este datorită după Florov, pe de o parte des-

compunerii mai active a humusului sub pădure și, pe de altă parte, micșorării cantității de humus nou format.

Sub pădure umiditatea fiind mai mare decât în stepă și uscăciunea de peste vară fiind mai puțin accentuată, descompunerile sunt mai active; apoi, sub pădure „humusul se preface în forme ușor solubile“, care pot migra puternic în adâncime până la apa freatică chiar. La această migrațiune puternică a humusului contribuie și faptul că solurile fiind mai levigate de baze decât cernoziomurile de stepă, precipitarea humusului este mai slabă decât în cernoziomuri. În sfârșit, faptul că în pădure humusul provine în cea mai mare parte din litieră — care, expusă la aer, se descompune mai repede decât rădăcinile moarte ale ierburilor de stepă — explică de asemenea micșorarea cantității de humus sub pădure.

O altă caracteristică a solurilor provenite prin degradarea cernoziomurilor cercetate de Florov, este structura. După acest autor, prin degradare solul pierde structura glomerulară (granulară în terminologia lui Florov) a orizontului cu humus și capătă o structură șistoasă, ca urmare a: micșorării cantității de humus, acumulării pulberii de SiO_2 , migrațiunii coloidelor de R_2O_3 din acest orizont și a producerii de crăpături vizibile în sol, ca urmare a uscării lui dela suprafață în jos. După Florov, structura șistoasă ar fi un caracter tipic pentru procesul degradării și în acelaș timp foarte statornic, căci chiar după distrugerea lamelelor prin arături, acestea se formează din nou, dacă solul este lăsat în liniște un timp oarecare.

În partea inferioară a orizontului podzolit, unde pe lângă acumulări de SiO_2 au loc și acumulări de R_2O_3 , se formează o structură n u c i f o r m ă — care s'ar explica atât prin compoziția materialului pământos, cât și prin formarea de crăpături verticale și orizontale în acea parte a solului.

În orizontul B, cu cât înaintăm în adâncime, crăpăturile orizontului se depărtează și iau naștere fragmente mai mari, cu fețe aproape plane, de forma unor prisme; de aceea numele de structură prismatică dată acestei grupări a materialului solului.

În 1930 — adică la 4 ani după publicarea lucrării lui Florov — apare cartea lui Stebutt (14), care, în cadrul mare al genezei și al geneticei solurilor, aduce contribuții noi la cunoașterea procesului degradării.

Stebutt privește degradarea ca un fenomen secundar, conducând la formarea unui sol pe socoteala altui sol deja format. După acest autor, degradarea constă esențial în desfacerea „zeoliților“ (silicaților secundari) în baze, silice și sesquioxizi; fenomenul este deci analog distrucțiunii silicaților primari, dar se exercită nu asupra silicaților rocilor mame, ci asupra silicaților argilei formate prin solificare.

Stebutt împarte degradarea în: degradare alcalină, când se exercită în soluri cu săruri solubile sub acțiunea ionilor de Na, și degradare acidă sau podzolică, când este produsă sub acțiunea ionilor de H.

Ne vom ocupa aci numai de degradarea acidă, singura care are loc în cernoziomuri.

Degradarea are loc în soluri în cari, din cauza gradului de umiditate mai mare decât în stepă, carbonatul de calciu este levigat atât de adânc, încât nu mai poate alimenta cu ioni de Ca soluția solului și complexul adsorptiv din stratele superioare și mijlocii ale solului.

Ca urmare a sărăcirii soluției solului în ioni de Ca, complexul adsorptiv — argila și humusul — pierde tot mai mulți ioni de Ca, cari se schimbă cu ioni de H din soluție. În acest mod, argila solului, care în cernoziomuri este de forma Acid-Ca, devine tot mai mult de forma Acid-H. În această stare însă complexul argilos nu mai este stabil, și este expus disocierii, ceea ce se și întâmplă, prin separarea mai întâi a ferului cu sesquioxid hidratat. În cernoziomurile cu stadiu puțin înaintat de degradare, separarea hidroxidului de fer începe într'un strat mijlociu, în genere sub 30 cm adâncime, unde umiditatea este ceva mai ridicată decât în stratul superficial. Dela această adâncime, separarea ferului se poate întinde în jos sau în sus sau în ambele direcțiuni, după condițiile locale în care are loc degradarea. Consecința formării de hidroxid de fer liber în sol este colorarea în brun-ruginiu a orizontului mijlociu B sau și a orizontului A, la cernoziomurile degradate slab brune-roșcate.

Stebutt crede că și humusul participă la fenomenul degradării, dar nu poate accepta transformarea humusului „bazic“ al cernoziomului în humus acid și nici formarea de humus de pădure acid în aceste soluri. El crede că descompunerea mai energică a humusului mărește cantitatea de CO_2 în sol și astfel,

puterea de alterare a apei. Lipsa humusului acid în cernoziomul degradat și prezența încă în cantități suficiente a ionilor de Ca în stratele mijlocii permit depunerea pe locul formării a hidroxidului de fer.

Variantele slab degradate iau o culoare brună în întreg stratul superior (cu humus) al solului. Variantele puternic degradate sunt cenușii în stratul superior, din cauza migrațiunii puternice a ferului și a acumulării abundente de silice, iar culoarea brună se menține numai în orizontul B, mai puternic dezvoltat în adâncime. Acestea din urmă sunt așa numitele soluri cenușii de pădure — adică ceea ce Florov numește soluri „gri” și „gri-deschise podzolite”, soluri în care procesul de podzolire este atât de înaintat, că se formează chiar orizontul eluvionat A₂, caracteristic solurilor de podzolire.

Rezumând sistematic concepția lui Stebutt despre degradare, aceasta se poate enunța scurt astfel:

Degradarea este un fenomen secundar, având loc în soluri formate deja prin procese de argilizare. Argilizarea precede deci degradarea. Degradarea constă în desfacerea parțială sau foarte înaintată a silicaților argilei în grupe componente. Degradarea slabă conduce numai la separarea ferului ca hidroxid. Cauze: sărăcirea soluției solului și a complexului în ioni de Ca, acidificarea complexului, acțiunea distructivă a apei — intensificată prin descompunerea mai rapidă a humusului. Natura humusului nu se schimbă. Consecințe: Degradarea structurii glomerulare sau distrugerea totală în A₁, formarea unui orizont B brun-negricios mai îndesat și mai compact decât A, și schimbarea culorii în orizontul cu humus, care devine brun sau cenușiu de nuanță adesea tot mai deschisă, cu intensificarea degradării.

Termenul de degradare se justifică după Stebutt prin faptul trecerii solurilor dela o stare superioară — cernoziomul —, cu stabilitate ideală a argilei și a structurii glomerulare, la o formă inferioară din punct de vedere al gradului de organizare structurală și stabilitate, cernoziomul degradat.

Cunoștințe mai noi asupra alterării silicaților primari și formării silicaților secundari ai argilei și asupra naturii humusului în stepă și în pădure, permit astăzi cunoașterea mai exactă și mai completă a procesului degradării. Aceste cercetări au

făcut posibile apariția unor lucrări moderne asupra degradării solului [Popovăț (13), Laatsch (11)].

Cercetările lui Mattson (12) au stabilit că argila se formează în sol în două moduri caracteristice: 1) In solurile bogate în cationi coagulatori de Ca și Mg, silicea și hidroxizii de Al și Fe rezultați din silicații primari se precipită sub acțiunea coaguloare a acestor cationi; rezultă complexe silico-alumino-feruginoase hidratate (argilă) cu raporturi $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ ridicate. 2) In solurile sărace în cationi coagulatori, cu reacțiune acidă, argila se formează prin precipitarea reciprocă izoelectrică a silicei și hidroxizilor de Al și Fe. Dat fiind caracterul amfoter al acestor hidroxizi și poziția punctului lor izoelectric (hidroxidul de Al la $\text{pH}=8,1$, hidroxidul de Fe la $\text{pH}=7,1$), rezultă că puterea acestor hidroxizi de a lega și precipita izoelectric silicea în gele silico-aluminice și silico-feruginoase crește dela punctul lor izoelectric treptat cu creșterea acidității soluției (până la o anumită limită) și este mică în soluții cu reacțiunea mai alcalină decât cea corespunzătoare punctului lor izoelectric.

In solurile de stepă, cu reacțiuni alcaline sau slab alcaline, formarea de argilă prin precipitare izoelectrică este așa dar împiedecată sau are loc cu mică intensitate, formându-se în timp îndelungat mici cantități de argilă silico-aluminică. Slaba formare de argilă în solurile de stepă are loc aproape numai prin precipitarea silicei și a hidroxizilor de Al și Fe sub acțiunea coaguloare a ionilor de Ca și Mg.

In cernoziomurile degradate, cu reacțiune neutră sau slab acidă, soluția mai abundentă a solului și reacțiunea acestuia, fac posibilă formarea de argilă, atât prin precipitare reciprocă izoelectrică, cât și sub acțiunea coaguloare a ionilor de Ca și Mg, prezenți încă din abundență în sol. In adevăr, analizele arată că abia în cernoziomurile degradate formarea de argilă începe a fi activă.

Deci: un proces caracteristic al degradării cernoziomurilor este formarea de argilă prin alterarea silicaților primari, mai înaintată decât în cernoziomuri și alte soluri de stepă (aceeași concluzie în Laatsch (11) și Popovăț (13)).

Dar formarea de silicați secundari hidratați este precedată — în alterarea silicaților primari — de procese de eliminare a silicei în exces și a unei părți a ferului, sub formă de sesquioxid hidratat.

În adevăr, în silicații primari silicea se află într'o porție mult mai mare față de alumină decât în silicații secundari (ex.: în feldspatul ortoză raportul e 6 : 1, iar în cei mai mulți silicați secundari 3 : 1); acest exces este eliminat, iar în cernoziomurile degradate apare ca o pulbere albă pe suprafețele glomerulelor sau formând puncte de acumulări silicioase.

Hidroxidul de fer rezultat prin alterarea silicaților primari are o mai slabă putere de a lega silicea decât hidroxidul de aluminiu (Mattson, 12); apoi, sola de hidroxid de Fe este mult mai mobilă decât cea de alumină. De aceea, o parte din hidroxidul de fer rămâne în stare separată și se depune pe loc sau după o migrațiune slabă. În cernoziomurile slab degradate, hidroxidul de Fe nu migrează, depunându-se chiar pe locul formării (separării lui), în strate subțiri ce îmbracă particulele solului.

Considerațiunile de mai sus ne duc la o importantă concluzie: prezența silicei pulverulente și a hidroxidului de Fe liber în cernoziomurile degradate (manifestat prin nuanța ruginie ce dă solului) nu este un semn al distrucțiunii silicaților secundari ai argilei — cum arată Stebutt (17), ci este semnul formării active de argilă.

În cernoziomuri, unde procesul de formare a silicaților argilei este slab, hidroxidul de Fe liber nu apare în mod vizibil în nici un orizont al profilului.

În degradare, deci, are loc o argilizare activă și semnul ei este apariția vizibilă a silicei și hidroxidului de Fe liber, deci a nuanțelor cenușii și ruginii pe profilul solului.

Astfel, loessul, care în cernoziomuri se menține aproape intact, acum suferă o lehmificare (Laatsch, 11), cu atât mai accentuată, cu cât degradarea cernoziomului este mai înaintată.

Cunoștințele mai noi asupra humusului, permit de asemenea vederi noi în degradarea cernoziomurilor.

Humusul suferă de asemenea schimbări, atât în intensitatea descompunerii (mai slabă în cernoziomurile slab degradate, mai puternică în cernoziomurile puternic degradate), cât și în compoziția sa însăși. Astfel, pe când în cernoziomuri (Laatsch, 11), substanțele humice constau predominant din acizi humici negri-cenușii, rezistenți la descompunere (Springer, 16, Simon, 15), în parte legați de silicații argilei — formând

complexe argilo-humice, sub pădure sau, în genere, în climate mai umede, humusul este mai bogat în substanțe humice intermediare, de culoare brună-roșcată (la suprafață mai ales) și în acizi humici de culoare mai deschisă, brună-gălbuie, mai puțin stabili, care în mare parte migrează puternic, ajungând până în orizontul C sau trecând chiar în apele freatice.

Structura glomerulară a solului, bine realizată și foarte stabilă în cernoziomuri, se degradează treptat, glomerulele devenind mai cimentate, cu fețe plane, muchii și colțuri și alungindu-se; la cernoziomurile puternic degradate această structură poate fi total distrusă și înlocuită cu o structură șistoasă în orizontul A; în partea inferioară a orizontului A₂ și în orizontul B, structura devine nuciformă și, la cernoziomurile puternic degradate, prismatică în B.

Această stricare a structurii ideale a cernoziomurilor în orizontul cu humus se datorește în primul rând fenomenului de formare a argilei și a coloidelor SiO₂ și Fe₂O₃ — și acidificării treptate a complexului adsorptiv argilo-humic.

Stabilitatea complexului argilos (a silicaților argilei) este asigurată în cele mai multe cernoziomuri degradate; numai când începe fenomenul evident de podzolire — când orizontul A formează un suborizont A₂ albicios, acest complex se desface parțial în silice și hidroxid de Al și Fe, care cimentează mai puternic orizontul B.

Reținem deci, că numai în solurile de puternică degradare, este valabilă accepțiunea lui Stebutt că degradare însemnează desfacerea silicaților secundari; pentru cernoziomurile slab și moderat degradate concepția lui Stebutt nu este valabilă, existența vizibilă a pulberii de silice în A și a hidroxidului de Fe liber în B dovedind nu distrugerea, ci abia formarea activă a argilei.

Cu aceste constatări, putem caracteriza geneza solurilor de degradare astfel:

A. Degradarea cernoziomurilor

Din cauza acțiunii mai puternice a apei — sub pădure sau în terenuri descoperite din regiuni suficient de umede pentru aceasta — cernoziomurile suferă o levigare mai profundă a carbonatului de Ca; suborizonturile A(c) și Ac sunt

total levigate de CO_2Ca , nivelul orizontului C se adâncește, iar soluția solului devine mai săracă în ioni de Ca, mai bogată în ioni de H.

Cantitatea mai mare de apă în sol, reacțiunea ei mai acidă și natura humusului format (sub pădure) fac posibilă alterarea mai puternică a silicaților primari, depășind faza inițială a descalcalizării și a ușoarei desilicări — caracteristică alterării în regiuni semi-aride de stepă uscată.

Intensitatea acestei alterări, felul cum se produce la diferite nivele ale solului, consecințele acestei alterări și ale dinamicii produselor de alterare sunt diferite, după condițiunile climatice în care se produc.

În adevăr, după condițiunile de climat, degradarea cernoziomurilor are loc nu numai cu intensitate diferită, dar și în direcțiuni diferite. Școala rusă — și după ea cei mai mulți cercetători — a recunoscut un singur fel de degradare: degradarea orientată către podzolirea solului, trecând dela cernoziomurile slab degradate, prin solurile cenușii-închise de pădure, apoi prin solurile cenușii podzolate tot mai deschise, până la stadiul V Florov.

Degradarea cernoziomurilor trebuie privită însă în întregul ei, ținând seama de:

1. intensitatea proceselor de degradare,
2. orientarea lor spre un anumit tip de geneză,
3. succesiunea genetică a tipurilor de soluri în fiecare tip de geneză,
4. succesiunea geografică a zonelor de soluri formate prin procese de degradare.

Cercetând după aceste criterii solurile rezultate prin procese de degradare a cernoziomurilor și de înaintare treptată a degradării, suntem conduși la următoarea clasificare a acestor soluri:

1. În părțile cele mai uscate ale antestepei, acolo unde degradarea abia începe, se formează așa numitele cernoziomuri slab degradate, cu degradare abia incipientă. După cum vom arăta mai în urmă, procesele de degradare sunt slabe, iar efectele lor morfologice sunt de asemenea slab manifestate.

2. În antestepa propriu zisă, cu umiditate mai accentuată și — sub pădurea împoienită — cu influența mai accentuată a

vegetației lemnoase, se formează cernoziomuri cu degradare mai avansată, net manifestată. Sunt cernoziomurile degradate propriu zise, închise-slab cenușii, rezultate ale unor procese de degradare mai accentuate decât în antestepa uscată, cu efecte morfologice bine evidențiate. Degradarea acestor soluri este însă încă slabă, nefiind încă orientată spre formarea solurilor brune-roșcate (ruginizare) sau a solurilor cenușii de pădure (podzolire).

3. Zona cernoziomurilor degradate propriu zise, cu degradare neorientată, se învecinează în regiunile cu climat cu nuanță slab mediteraneană — în Muntenia, de ex. — cu zona solurilor brune-roșcate de pădure. Trecere între cele două tipuri de soluri se face printr'un tip intermediar de cernoziomuri degradate, la care procesele încep a se orienta spre ruginizare: sunt solurile pe care le-am numit cernoziomuri degradate slab brune-roșcate.

4. În regiuni cu climat de nuanță boreală, mai umede și mai reci decât cele cu nuanță mediteraneană — cum sunt antestepile Rusiei —, zona cernoziomurilor degradate propriu zise se învecinează cu cea a solurilor cenușii-deschise (podzoluri secundare).

Trecerea între cernoziomurile degradate și podzolurile secundare se face prin soluri a căror degradare este orientată spre podzolire și anume prin cernoziomuri degradate cenușii și soluri silvestre cenușii, de nuanță tot mai deschisă.

În anumite condițiuni climatice (ex. în America de Nord), dela cernoziomuri se trece la soluri brune de prerie, prin cernoziomuri degradate brune.

În rezumat deci, în degradarea cernoziomurilor trebuie să se distingă următoarele stadii și direcțiuni de degradare:

I) Degradare incipientă, slabă.

II) Degradare neorientată, mai accentuată, dar încă neorientată.

III) Degradare orientată, către:

1) ruginizare (degradare ruginizantă).

2) podzolire (degradare podzolică).

3) formarea de soluri brune (degradare cu colorare în brun).

Aceste deosebiri în direcțiunea după care este orientată degradarea solului, se datoresc — după cum am amintit mai sus — deosebirilor climatice.

În antestepele și zona forestieră apropiată din Rusia, temperatura este mai scăzută și umiditatea mai continuă decât în câmpiile noastre, unde — în zona solurilor brune-roșcate — vara este foarte călduroasă și mai uscată. Condițiile de temperatură și umiditate ale antestepei și partea apropiată a zonei forestiere, nu permit procesele de podzolire; alterarea este mai puțin violentă, iar hidroxizii de Fe și Al nu migrează deloc sau foarte puțin dela locul separării lor.

Pentru America de Nord J e n n y și L e o n a r d (8) constată că (din Colorado, peste Kansas până la Missouri) în lungul izotermei anuale de 11° , pe loess se formează următoarele tipuri de soluri:

soluri castanii de stepă sub 50,8 cm precipitațiuni anuale, cernoziomuri¹⁾ dela 50,8 cm până la 68,6 precipitații anuale,

soluri brune de prerie dela 68,6 cm până la 101,6 precipitații anuale.

Să cercetăm acum cum începe și cum înaintează degradarea în fiecare din aceste tipuri de degradare.

1. Cernoziomuri slab degradate (cu degradare incipientă), de culoare închisă, neagră sau ciocolatie, cu sau fără slabă nuanță cenușie.

Aceste soluri prezintă un început de orizont B, brun, caracterizat printr'o textură puțin mai argilooasă și o așezare mai îndesată decât în orizontul cu humus A; în orizontul A, conținutul de humus e mai mare decât în cernoziomurile de stepă, glomerulele apar foarte slab pudrate cu pulbere de silice sau apar ici colo puncte cu acumulări de silice. Structura orizontului A foarte slab degradată.

Acest aspect morfologic arată că în sol a început argilizarea, care este mai slabă în A și mai accentuată în slabul orizont B, unde umiditatea se păstrează mai accentuată decât în A; se mai poate accepta că mici cantități de argilă au migrat din A în B (Popovăț). Culoarea brună a acestui început de orizont B este datorită slabei separări a ferului ca hidroxid, pro-

1) Parte din ele, de sigur, cu slabă degradare cu colorare în brun.

ces care însoțește și precede argilizarea silicaților primari. De ce această culoare brună nu apare și în orizontul cu humus, care ia o nuanță închisă, foarte slab cenușie? De ce silicea liberă separată o vedem, iar prezența hidroxidului de fer nu este evidentă? Răspunsul este că în A argilizarea este mai puțin intensă, cantitatea de hidroxid de Fe mai mică, iar humusul în cantitate mare maschează prezența hidroxidului de Fe (Laatsch, 8).

2. Cernoziomuri degradate propriu zise, cu degradare neorientată, caracterizate prin culoarea închisă, neagră-ușor cenușie a orizontului cu humus A și prin scăderea conținutului de humus, prin îngroșarea și mai neta manifestare a orizontului B, brun-ruginiu, prin adâncirea mai mare a orizontului C; structura accentuat degradată, glomerulară colțuroasă în A, nuciformă și prismatică în B.

Explicația acestei morfologii este asemănătoare cu cea dată la 1.

În orizontul B argilizarea este puternică, de aceea argilozitatea lui mai mare și separarea puternică a hidroxidului de Fe, care ruginizează accentuat orizontul. De asemenea, migrațiunea din A în B poate să fie aci mai intensă.

Nuanța ușor cenușie a orizontului A dovedește desilierea puternică a silicaților primari, iar argilozitatea mai mare decât în cernoziomurile nedegradate, dovedește argilizare activă în acest orizont. Hidroxidul de Fe liber, separat în cantități mici în acest orizont, nu se manifestă vizibil, din cauza humusului, care acoperă slabul efect de culoare al acestui hidroxid.

Argilozitatea mai mare a orizontului B în cernoziomurile degradate a fost explicată (Popovăț, 13), prin migrațiunea unei părți a argilei din A. Această migrațiune este posibilă, mai ales în cernoziomurile puternic degradate, dar nu poate fi ea singura cauză a argilozității mai mari a orizontului B; credem că — în cernoziomurile slab degradate mai ales — explicația constă în intensitatea mai mare a argilizării în orizontul B, permanent mai umed decât A. Migrațiunea argilei din A în B nu poate fi cu certitudine stabilită analitic prin analize mecanice: un procent mai mare de argilă în B nu dovedește deloc că acel plus de argilă este venit de mai sus. Pierderea de argilă din A s'ar traduce prin scăderea procentului total de argilă din acest orizont și prin scăderea cantității de silice zeolitică; dar, pe de

altă parte, în A are loc și o creștere a argilei prin argilizarea silicaților primari, ceea ce maschează pierderea de argilă prin migrațiune, iar silicea zeolitică de asemenea, înregistrează creșteri prin argilizare.

Creșterea capacității totale de schimb în orizontul B, pentru partea minerală a complexului adsorptiv (Cernescu, 1) poate dovedi acumularea iluvială de argilă în B, la aceste soluri cu argilizare activă în A și B. Pentru cernoziomurile slab degradate însă, unde intensitatea argilizării nu este aceeași în A și B, creșterea capacității de schimb a complexului mineral în B nu se mai poate pune cert numai pe seama acumulării iluviale de argilă, migrată din A, ci poate mai mult pe seama argilizării mai active în acest orizont B.

3. Cernoziomuri degradate închise-cenușii.

Reprezintă primul stadiu de degradare podzolică a cernoziomurilor.

Cernoziomurile degradate propriu zise cu degradare neorientată, suferă — în climate cu slabă nuanță boreală — un început de podzolire: orizontul superior A, închis la culoare, capătă o netă nuanță cenușie, orizontul B devine mai gros, mai argilos, mai ruginiu și mai compact, orizontul C se adâncește mai mult.

Nuanța cenușie a orizontului A se datorește migrațiunii înaintate a hidroxidului de fer din A în B și separării active de silice coloidală din silicații primari în curs de argilizare.

4. Cernoziomuri degradate slab brune-roșcate,

foarte apropiate de solurile brune-roșcate de pădure, dar mai puțin brune-roșcate în orizontul A și chiar în B. Sunt primul stadiu al degradării ruginizante a cernoziomurilor.

Nuanța roșcată a acestor soluri în orizontul cu humus se datorește separării mai active a ferului și depunerii hidroxidului feric pe locul formării lui sau în apropiere de acest loc.

5. Soluri brune de prerie, corespunzătoare solurilor brune de pădure,

cu un ton brun, foarte slab ruginiu pe tot profilul, din cauza lehmificării substratului (separarea de hidroxid de fer și argilizarea silicaților primari). Se adaogă influența humusului, sărac aci în substanțe humice negre-cenușii, mai bogat în substanțe humice intermediare, brune-roșcate.

O dovadă a argilizării mai active în solurile brune de prerie, o aduc J e n n y și L e o n a r d (8), cari au stabilit următoarele conținuturi medii de argilă în solurile Americii de Nord, pe loess (dela Colorado la Missouri, peste Kansas):

la precipitațiuni de 370 mm se formează soluri castanii cu 15% argilă;

la precipitațiuni de 500 mm se formează cernoziomuri ciocolatii cu 19% argilă;

la precipitațiuni de 750 mm se formează soluri brune de prerie cu 29% argilă;

la precipitațiuni de 900 mm se formează soluri brune de prerie cu 34% argilă.

Se constată creșterea continuă a conținutului de argilă, paralel cu creșterea cifrei precipitațiilor.

B. Degradarea solurilor crude

4. Solurile brune de pădure.

Înțelegem prin soluri crude acelea care, fie din cauza vârstei prea tinere a substratului (aluviuni noi, grohotișuri recente, rocă recent descoperită), fie din cauza insuficienței agenților externi (lipsa apei în pustii), nu prezintă caractere suficient de pregnante ale unui anumit tip de sol.

În regiunea dealurilor înalte și a munților, din cauza înclinării prea mari și a eroziunilor datorite apei, în foarte numeroase locuri solul nu are nici timpul, nici liniștea necesară spre a se forma după un anumit tip climax; de aceea, în asemenea cazuri, întâlnim numai stadii diferite de solificare incipientă, cu un strat superior de acumulare a humusului și un strat, gălbui mai des, de sol mineral, deseori amestecat cu pietre, apoi roca mamă. În general aceste soluri crude, formate mai des pe roce cu CO_3Ca , conțin argilă rămasă din roca mamă și, atât timp cât reacțiunea soluției se păstrează alcalină, formarea nouă de argilă nu are loc în măsură însemnată. De îndată însă ce carbonatul de Ca este levigat, procesul de formare a argilei începe a fi activ și se trădează prin apariția de hidroxid de fer, care dă solurilor o nuanță brună-ușor ruginie pe tot profilul sau numai într'un orizont mijlociu B.

Astfel, pe seama solurilor crude, schelete sau nu, iau naștere soluri brune de pădure și, mai târziu, dacă condițiile podzolirii sunt prezente, soluri cenușii-deschise de podzolire secundară.

Evoluția solului este în asemenea cazuri analoagă degradării cernoziomurilor. În adevăr, și cernoziomurile sunt într'un fel soluri crude, căci în ele procesul tipic al solificării, disocierea hidrolitică a silicaților, urmată sau nu de formarea argilei, nu are loc în mod activ; ca și solurile crude de pe dealuri și munți joși (pe substraturi calcaroase), solurile de stepă uscată conțin aproape numai argila rămasă din roca mamă și acumulări de humus într'un orizont superior A. Ca și în solurile crude, carbonatul de Ca împiedecă procesul de argilizare, care nu începe activ decât după levigarea acestuia. Procesul degradării provoacă, la fel, formarea unui orizont B și apariția nuanței ruginii în acest orizont sau chiar și în orizontul cu humus.

În special, analogia este înaintată între formarea solurilor brune de prerie și aceea a solurilor brune de pădure.

Se mai observă că degradarea solurilor nu este în totdeauna legată de prezența pădurii (cazul degradării în prerie), ci este suficient să fie prezente condițiile necesare ale activării procesului de argilizare: levigarea suficient de adâncă a carbonatului de Ca, apă suficientă în sol și, ca o consecință a acestei condiții, formarea de humus sărac în substanțe humice negrecenușii, mai bogat în substanțe intermediare, brune-roșcate.

C. Înaintarea degradării în solurile de degradare

Prin continuarea și intensificarea proceselor de degradare, cernoziomurile degradate trec treptat în alte tipuri de soluri de degradare mai înaintată sau, dela început se formează tipuri de soluri cu degradare mai puternică. Astfel se formează:

a) Soluri cenușii-închise de pădure, care trec treptat în soluri cenușii și cenușii-deschise de podzolire secundară;

b) soluri brune-roșcate de pădure, care trec în anumite condiții climatice în soluri brune-roșcate podzolite, care prin grade tot mai accentuate de podzolire, sfârșesc la solurile cenușii-deschise de podzolire secundară.

Solurile brune trec în soluri brune podzolite, iar prin acestea se trece treptat la soluri cenușii-deschise de podzolire secundară.

Trebue subliniat că toate aceste soluri de degradare mijlocie și înaintată nu se formează neapărat prin evoluția unui cernoziom sau a unui sol crud prin toate stadiile intermediare, ci dela început geneza solului poate fi orientată către acel tip sau un tip anterior alăturat. Astfel, solurile brune-roșcate podzolite se formează pe soluri brune-roșcate, iar acestea dela început s'au putut forma ca atare, fără să pornească dela cernoziomuri sau cernoziomuri degradate.

De asemenea, solurile cenușii-deschise de podzolire secundară se pot forma (și se formează la noi) dela început ca atare sau dintr'un sol brun, fără ca formarea lor să înceapă dela cernoziomuri degradate.

Astfel, noțiunea de degradare își lărgeste cuprinsul, definind nu numai trecerea dela cernoziom la unul din tipurile alăturate de degradare, ci în general, formarea solurilor prin procese de argilizare urmate sau nu de descompunerea argilei și de migrațiunea acesteia și a produselor ei de distrucțiune. În general însă, aceste soluri se realizează într'un anumit tip care prin degradare poate trece într'un tip alăturat mai degradat sau poate evolua până la termenul final al degradării, tipul cenușiu-deschis de podzolire secundară.

Să urmărim caracteristicile degradării la aceste alte tipuri de soluri formate prin degradare.

5. Solurile brune-roșcate de pădure. Fără să provină neapărat prin degradarea unor cernoziomuri, trebuiesc considerate tot ca soluri de degradare, fiind formate tot prin procese de argilizare (lehmificare a loessului mai ales) a silicaților și de separare a ferului. Conținutul mare de fracțiune argiloasă a solului și capacitatea de schimb ridicată a complexului mineral dovedesc o argilizare activă în aceste soluri, iar culoarea brună-ruginie dovedește separarea ferului mai înaintată decât în cernoziomuri degradate.

Hidroxidul de fer rămâne pe locul formării lui sau suferă o foarte slabă migrațiune; din cauza abundenței de hidroxid feric silicea este mascată sau mai puțin aparentă decât în cernoziomurile degradate.

Humusul, bogat în substanțe intermediare roșcate, este mai sărac în acizi humici de culoare închisă. De aceea humusul contribuie la nuanța brună-roșcată a orizontului A, — în care se acumulează, și a părții superioare a orizontului B.

Ca și la cernoziomurile degradate, structura este glomerulară-colțuroasă în partea superioară a orizontului A, nuci-formă în partea inferioară a acestui orizont și prismatică în B.

6 și 7. Solurile brune-roșcate podzolite și solurile brune de pădure podzolite reprezintă stadii mai înaintate de degradare decât tipurile lor nepodzolite și sunt caracterizate prin migrațiunea accentuată a argilei și a hidroxidului de fer și prin apariția unui orizont albicios, de maximă sărăcire în argilă și hidroxid de fer.

8. Solurile cenușii-închise de pădure — formate pe mari întinderi în antestepele câmpiilor Rusiei, sunt soluri de degradare podzolică, care au orizontul superior cu humus cenușiu-închis, iar orizontul B bine definit, brun-ruginiu, compact.

9. Solurile cenușii-deschise de podzolire secundară, chiar fără să fie formate pe foste cernoziomuri, sunt considerate ca termen final al degradării orientate spre podzolire. Procesele arătate la cernoziomurile degradate închise-cenușii și solurile cenușii-închise de pădure sunt aici mai accentuate.

Argilizarea este activă în toate orizonturile, dar argila se desface ea însăși, în mare parte, în silice și hidroxizi de Al și Fe. Migrațiunea coloidelor este puternică; de aceea, apare sub-orizontul A₂ cenușiu-albicios, sărac în argilă și hidroxid de fer, cu silicea eliberată rămasă pudrând grăunții de nisip, pulberile și argila existentă, și orizontul B, mai bogat în argilă, cu acumulări (pete) evidente de silice și hidroxid feric, deseori, în deosebi pe roce moi, greu, compact.

Humusul, în mare parte format din substanțe intermediare și acizi humici de culoare deschisă (fulvici), foarte ușor dispersabili în apă, migrează puternic, accentuând mai mult migrațiunea coloidelor minerale.

In rezumat:

Degradarea este un complex de procese ce transformă solurile de stepă și solurile crude din zona pădurilor, în soluri cu argilizare activă sau mai activă și cu orizontul B mai argilos

și mai compact decât restul solului. Ruginizarea cel puțin a orizontului B este caracteristică tuturor solurilor degradate, ca și saturarea insuficientă a complexului adsorptiv și degradarea structurii glomerulare ideale a cernoziomurilor.

Degradarea se exercită în natură și asupra solurilor deja degradate, prin intensificarea proceselor caracteristice acestui tip de geneză (argilizare mai puternică, descompunerea mai puternică a argilei, migrațiunea mai puternică a coloidelor minerale).

În funcție de condițiile climatice și de substrat, degradarea este diferită, după soarta pe care o au: produsele de alterare a silicaților, silicea, hidroxizii de Fe și Al și argila. În primele stadii de degradare, caracterizate prin culoarea neagră sau brună-închisă, cu sau fără foarte slabă nuanță cenușie în orizontul A, degradarea este incipientă și neorientată după o anumită direcțiune de geneză. Iau naștere cernoziomurile slab degradate și cernoziomurile degradate tipice, din antestepele noastre. Condițiile degradării accentuându-se, degradarea înaintează, orientându-se după o anumită direcțiune de geneză și anume se orientează către:

1. podzolire, când o numim degradare podzolică și dă naștere la soluri închise, cu nuanță cenușie sau cenușii în stratul superior, cu migrațiune slabă a argilei — când podzolirea este slabă — sau la soluri deschise, cenușii-albicioase într'un strat superior A₂, cu migrațiune puternică a argilei, silicei și sesquioxizilor și cu procese de desfacere a argilei când podzolirea este puternică;

2. către ruginizare, când o numim degradare ruginizantă și dă naștere la soluri brune-ruginii în orizontul superior, cu migrațiunea slabă a coloidelor;

3. către colorarea în brun a solului, când o numim degradare cu colorare în brun și dă naștere la soluri brune de prerii și din solurile crude de pădure, la soluri brune de pădure, cu slabă migrație a argilei și a celorlalte coloide.

Este important să subliniem că termenul final al degradării sunt solurile cenușii-deschise de podzolire secundară. La acest termen final de degradare se ajunge în natură pe mai multe căi și anume:

- a) Dela cernoziomuri slab degradate, cernoziomuri degra-

date închise, cu nuanță cenușie, la soluri cenușii-închise de pădure și, mai departe, la soluri cenușii-deschise podzolite:

b) dela cernoziomuri degradate, la soluri brune-roșcate de pădure, apoi la soluri brune-roșcate podzolite și, în sfârșit, la soluri cenușii-deschise de podzolire secundară;

c) dela cernoziomuri ușor degradate, brune, la soluri brune de prerie; și prin soluri de podzolire treptată la soluri cenușii-deschise podzolite;

d) dela soluri crude din dealuri și munți (etaje inferioare până la mijlocii), la soluri brune de pădure tinere și apoi mature, și, prin stadii diferite de podzolire, la solurile cenușii-deschise de podzolire secundară.

Ajungându-se pe toate aceste căi la același tip de sol, caracterizat prin argilizarea activă, descompunerea argilei, migrațiunea puternică a argilei și a produselor de desfacere a ei, reiese cu evidență că toate solurile de pe aceste linii de geneză sunt soluri de degradare cu atât mai intensă, cu cât apropierea de tipul cenușiu-deschis de podzolire secundară este mai mare.

Schematic, această dezvoltare a degradării solurilor se poate prezenta ca în graficul de pe pag. următoare.

CERCETĂRI PERSONALE DE LABORATOR

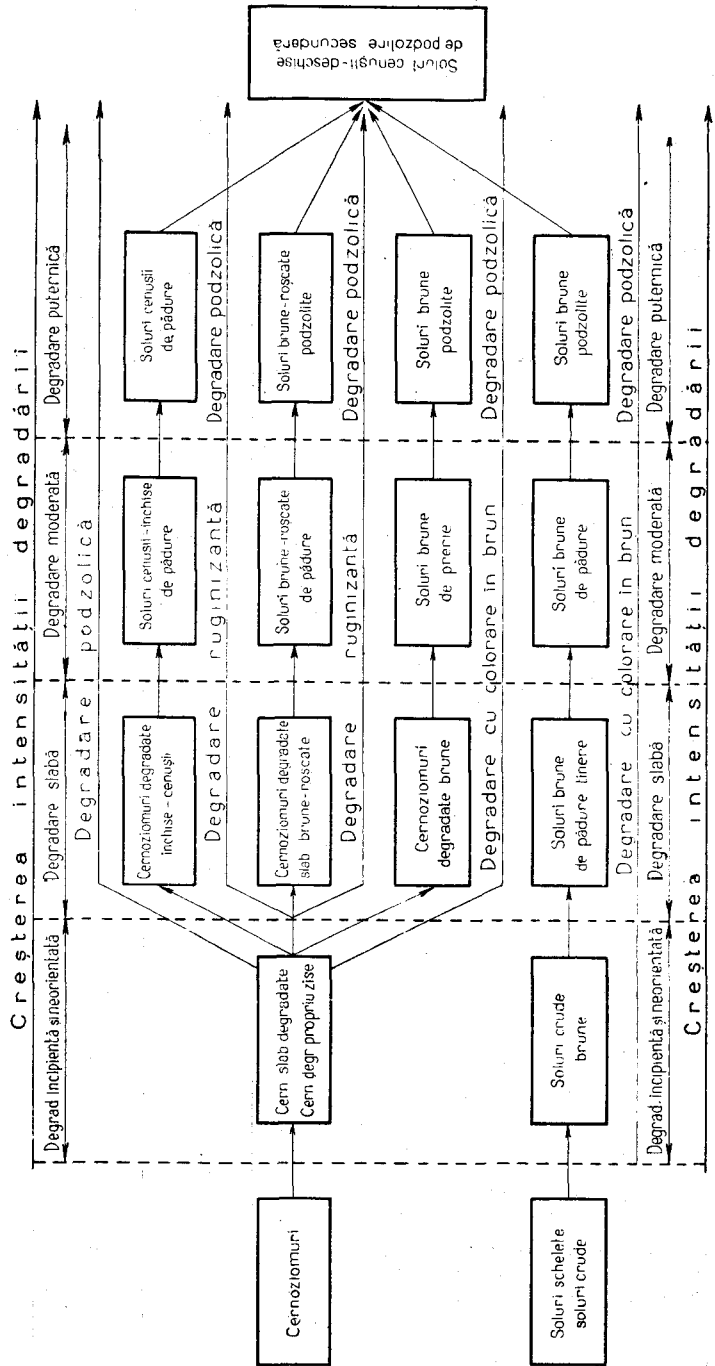
Conținutul de argilă, migrațiunea și acumularea argilei în solurile degradate

Analizele mecanice arată în solurile de degradare formate pe loess un conținut de argilă mai mare decât la solurile de stepă formate pe loess de aceeași textură, ceea ce dovedește intensitatea mai accentuată a procesului de argilizare. Astfel, în orizontul A:

Mărculești	— cern. cast.,	0—25 cm: 27,70%	particule < 0,002 mm
Lehliu	— „ degr.,	1—15 cm: 28,62 „	„ „
„	— „ „	25—40 cm: 31,18 „	„ „
Brănești	— „ „	0—25 cm: 31,68 „	„ „
„	— „ „	25—40 cm: 36,28 „	„ „

Distribuția pe profil a fracțiunii argiloase arată în solurile de degradare o curbă diferită de aceea corespunzătoare solurilor de stepă. Astfel, pe când în cernoziomuri conținutul de argilă scade treptat cu adâncimea, în solurile cu degradare evi-

SCHEMA GENEZEI ȘI GENETICEI SOLURILOR FORMATE PRIN PROCESE DE DEGRADARE



dentă, curba conținutului de argilă arată o creștere în orizontul B, față de orizontul A și C. Astfel:

TABELA I

Solul	Nivelul în cm	Argilă (<0,002) %	Carbo- nați %	Humus %
Mărculești, cernoziom castaniu, pe loess	0—25	27,70	0,00	4,11
	50—70	27,60	7,14	2,59
	90—100	25,81	12,00	1,72
	180—190	16,96	14,69	0,81
Lehliu, cernoziom degradat, pe loess	1—15	28,62	0,00	6,34
	25—40	31,18	0,00	3,57
	60—85	30,29	0,00	2,22
	130—150	27,57	11,88	1,25
Brănești, cernoziom degradat pe loess	0—25	31,68	0,00	3,67
	25—40	36,28	0,00	3,60
	80—100	45,15	0,00	1,07
	190—200	34,64	16,56	0,77
Stațiunea Valul lui Traian, cernoziom degradat de depresiune, pe loess, lângă Conacul Blebea	0—25	30,50	0,00	4,06
	65—95	36,39	0,00	3,68
	95—120	32,00	0,00	1,46
	150—175	31,03	0,00	0,85
La sud de Valul lui Traian, cernoziom degradat de depresiune, pe loess	0—25	38,00	0,00	4,12
	70—90	41,72	0,00	2,61
	125—150	36,37	0,00	1,10
	200—225	29,93	0,00	0,59
Rebegi, cernoziom degradat, pe lehm	0—25	28,89	0,05	4,06
	50—70	29,24	0,00	2,17
	90—100	26,68	17,27	1,48
	180—190	25,86	12,17	0,79
Segarcea, cernoziom degradat pe lehm	0—25	32,80	0,00	4,46
	50—70	43,09	0,00	1,65
	90—100	42,06	0,00	1,29
	185—195	35,67	5,14	1,10
Brădeanu, păd. de stejar, cernoziom slab degradat pe lehm nisipos	0—15	28,31	0,00	6,18
	25—40	27,28	0,00	4,16
	80—100	26,26	11,50	2,30
	185—195	15,60	12,39	0,66

Acestui plus de argilă în orizontul B față de celelalte orizonturi i-am dat mai înainte explicația, arătând că el poate proveni atât printr'o argilizare mai intensă în orizontul B — permanent mai umed decât A —, cât și prin migrarea unei părți a argilei din orizontul superior A. Este foarte probabil că în solurile slab degradate, din partea dinspre stepă a antestepei, să fie valabilă prima explicație, iar pentru solurile mai puternic degradate, din regiuni mai umede, a doua explicație, argilizarea fiind în aceste soluri destul de activă și în orizontul A.

Acumularea argilei în orizontul B crește treptat cu înaintarea degradării, fiind slabă în cernoziomuri degradate și solurile brune-roșcate, mare în solurile brune-roșcate podzolite și foarte mare în solurile cenușii-deschise (podzolari secundare).

În podzolarile secundare pierderea de argilă din suborizonturile superioare A_1 și A_2 este atât de însemnată, că aceste strate devin uneori aproape nisipoase.

2. Humusul în solurile de degradare. Tabela Nr. 1 cuprinde și datele asupra conținutului de humus al cernoziomurilor degradate cercetate. Spre deosebire de solurile de stepă, al căror humus este în mare parte foarte greu și incomplet oxidabil prin apa oxigenată 6% folosită la operațiunea distrugerii humusului pentru analiză mecanică, solurile de degradare conțin humus mai ușor și complect oxidabil prin acest mijloc. Deosebirea între cernoziomuri și cernoziomuri degradate apare și astfel în mod evident și caracteristic — oxidabilitatea humusului prin apă oxigenată putând constitui încă un mijloc de a recunoaște degradarea cernoziomului.

În privința conținutului de humus al cernoziomurilor degradate, se constată în partea superioară a orizontului A un procent puțin mai mare de 4% aproape la toate solurile; excepție face solul dela Brănești — fiindcă nu este situat azi sub pădure — și solul dela Lehliu, cu 6,34% humus în stratul 0—15 cm, care confirmă afirmația lui Enculescu (1) că degradarea cernoziomurilor este însoțită la început de îmbogățirea solului în humus.

Interesant este de remarcat că cernoziomurile degradate de depresiune (dela Stațiunea Valul lui Traian) arată o înain-

tată analogie cu cele zonale, atât în ceea ce privește distribuția argilei, cât și cantitatea și distribuția humusului pe profil.

3. Capacitatea de schimb și condițiile de saturație și aciditate în solurile de degradare

Rezultatele cercetărilor noastre, trecute în tabela II arată următoarele.

1. Capacitatea totală de schimb a solurilor de degradare formate pe loess nu arată creșteri importante sau sistematice față de solurile de stepă; din contră, uneori această capacitate este mai mică la solurile de degradare, față de aceea a solurilor de stepă. Aceasta se explică ușor prin prezența diferită a humusului — care în cernoziomuri este mai abundent decât în cele mai multe soluri de degradare — și prin natura diferită a roci mame.

Dacă se calculează capacitatea de schimb corespunzătoare numai părții minerale a solului — excluzând astfel influența diferită a humusului —, se constată că pentru această capacitate de schimb, cifrele corespunzătoare solurilor de degradare formate pe loess sunt sistematic superioare celor corespunzătoare solurilor de stepă — ceea ce confirmă și pe această cale argilierea mai accentuată în solurile de degradare.

Curba capacității totale de schimb în solurile de degradare are un mers caracteristic, deosebit de cel corespunzător cernoziomurilor nedegradate, din stepă. Astfel, pe când în cernoziomuri și alte soluri de stepă această curbă merge scăzând sistematic cu adâncimea — ca urmare a scăderii conținutului de humus și de argilă — în solurile de degradare această regulă nu se mai menține. Sunt cernoziomuri degradate care arată o scădere treptată cu adâncimea, a capacității totale de schimb, dar mai puțin accentuată decât la cernoziomuri [ex. solurile dela Lehliu, Brănești, după cercetările noastre, solul dela Fundulea după cercetările lui N. Cernescu (1)]. Alte soluri de degradare arată însă altă variație pe profil a curbei capacității de schimb și anume, aproape în totalitatea cazurilor, curba arată două feluri de variații caracteristice și anume:

a) pornește dela o anumită valoare la suprafață și merge scăzând repede în stratul imediat următor (10—20—30 cm) sau

ceva mai jos, până la un minimum, spre a crește apoi cu adâncimea, în orizontul B, scăzând apoi în orizontul C;

b) chiar dela suprafață curba arată un minimum, care se poate continua puțin în adâncime, spre a începe apoi să crească treptat cu apropierea de orizontul B, unde arată un maximum. Pentru a se putea urmări acest mers al curbei, trebuie ca determinările să se facă asupra probelor de soluri luate pe strate subțiri și apropiate, alăturate chiar, în orizontul A.

Cercetările noastre, ca și acelea ale lui N. Cernescu (1, 2) arată că în solurile de degradare slabă (cernoziomuri degradate, soluri brune-roșcate) aceste variații cu adâncimea ale curbei capacității de schimb sunt mult mai puțin însemnate decât în solurile de degradare puternică, podzolurile secundare, la care deosebirile dintre valorile corespunzătoare stratelor superioare (până la 30 cm adâncime) și orizontul B sunt foarte puternice; astfel, valoarea minimă dintr'un asemenea strat superficial sau puțin profund (ex. 10—20 cm sau 15—25 cm) poate fi de 4 și chiar de 5 ori mai mică decât cea maximă din orizontul B.

Variația curbei capacității de schimb pe profilul solului se explică prin variația în același sens a conținutului de argilă și prin influența diferită a humusului, diferit acumulat pe profil și nu cu aceleași însușiri în toate stratele solului.

Curba capacității de schimb numai a fracțiunii minerale a complexului adsorptiv arată variațiuni în același sens cu aceea a capacității de schimb a întregului complex, atenuate sau mărite însă, prin înlăturarea influenței humusului. Asupra mărimii și variației capacității totale de schimb a solului, a aceleia a complexului mineral și a aceleia a humusului, posedăm azi cercetările întinse ale lui N. Cernescu, executate pe strate subțiri și succesive ale profilului fiecărui tip de sol (1).

2. Bazele de schimb și hidrogenul deplasabil.

În solurile nedegradate de stepă, complexul adsorptiv este saturat în întregime cu cationi bazici în orizontul cu carbonați și aproape în întregime în orizontul cu humus.

Astfel, după N. Cernescu (2), în orizonturile A și C al cernoziomurilor formate pe loess, compoziția capacității totale de schimb este următoarea:

Solul	Nivelul în cm	totală de schimb % din capacitatea					S (Baze de schimb) în mili- echiv.	T (Cap. tot. de schimb) în mili- echiv.
		Ca	Mg	K	Na	H		
Cernoziom castaniu (Mărculești) pe loess	0—20	73,9	16,7	2,7	1,3	5,5	27,70	29,30
	75—90	35,0	10,0	2,3	2,7	0,0	19,30	19,30
Cernoziom ciocola- tiu, pe loess	15—30	76,9	15,7	2,7	2,5	2,2	36,93	37,76
	100—110	79,0	13,8	2,2	5,1	0,0	23,92	23,92

Treptat cu trecerea în regiuni mai umede, în care geneza solului este de tipul degradării, ionii de H deplasează din complex cationii bazici, în special pe cei de Ca și Mg, luându-le locul și acidificând astfel progresiv solul.

Acest proces se evidențiază prin:

- a) scăderea cifrei totale a bazelor de schimb (S).
- b) creșterea deficitului de saturație (ionii H sau valoarea T—S),

c) scăderea gradului de saturație ($V = \frac{S}{T} \times 100$),

d) creșterea gradului de acidificare (raportul $\frac{H}{T} \times 100$).

Studiul cuantumului bazelor de schimb S, al gradului de saturație V, al deficitului de saturație T—S și al gradului de acidificare al complexului adsorptiv este de însemnătate excepțională pentru urmărirea procesului degradării progresive a solului. De aceea, am studiat aceste caracteristici la o serie de soluri de degradare, dela cernoziomurile degradate până la podzolurile secundare.

TABELA II

Condițiile de saturație în baze și capacitatea totală de schimb
a solurilor de degradare

Locul de proveniență, tipul de sol, ocazională.	Nivelul în cm.	Baze de schimb S miliechiv. %	Deficitul de sat. I - S miliechiv. %	Cap. tot. de schimb I miliechiv. %	Gradul de sat. $V = \frac{S}{I} \times 100$	Gradul de acidificare $\frac{II}{I} \times 100$
Lehlu cernoziom degradat pe loess.	0—10	29,88	3,07	32,95	90,68	9,32
	10—20	29,12	3,26	38,38	89,93	10,07
	20—30	28,04	2,98	31,02	90,39	9,61
	30—40	27,99	2,77	30,76	90,99	9,01
	40—50	27,84	2,65	30,49	91,31	8,69
	70—80	27,59	1,82	29,41	93,81	6,19
Brănești (în peninieră), cernoziom degradat pe loess.	1—15	28,55	2,23	30,78	92,75	7,25
	25—40	28,10	2,50	30,60	91,83	8,17
	50—60	24,20	2,44	26,66	90,85	9,15
	80—100	23,25	2,34	25,59	90,86	9,14
	150—160	22,35	1,27	23,62	94,62	5,38
Stațiunea de Experimentație Valul lui Traian lângă Conacul Blebea; cernoziom degradat de depresiune.	0—25	28,47	3,34	31,81	89,50	10,50
	40—60	25,40	2,50	27,90	91,04	8,96
	65—90	25,47	2,14	27,61	92,25	7,75
	95—120	23,25	1,95	25,10	92,26	7,74
	150—175	22,85	1,90	24,78	92,32	7,68
	200—225	22,40	1,75	24,15	92,75	7,25
Stațiunea de Experimentație Valul lui Traian, la sud de val; cernoziom degradat de depresiune.	0—25	29,20	1,70	30,90	94,50	5,50
	70—90	25,40	2,81	28,21	90,04	9,96
	125—150	24,20	2,45	26,65	90,81	9,19
	200—225	22,40	2,09	24,49	91,46	8,54
Păd. Rebești (Dolj) cernoziom slab degradat pe lehm.	0—25	27,75	0,60	28,35	97,80	2,20
	50—70	22,85	1,20	24,05	95,01	4,99
	90—100	20,30	0,00	20,30	100,00	0,00
Păd. Brădeni (Dolj), cernoziom slab degradat pe lehm nispos.	0—15	29,35	1,89	31,24	93,95	6,05
	80—100	22,85	0,00	22,85	100,00	0,00
	185—190	12,90	0,00	12,90	100,00	0,00

TABELA II (continuare).

Local de proveniență, tipul de sol, roca mamă	Nivelul în cm.	Baze de schimb S miliechiv %	Deficitul de sat. T - S miliechiv. %	Cap tot de schimb T miliechiv. %	Gradul de sat. $V = \frac{S}{T} \times 100$	Gradul de acidificare $\frac{H}{T} \times 1.0$
Păd. Segarcea (Do.), cerno- z om degradat, pe lehm nisli os	0—25	22,80	2,75	25,55	89,24	10,76
	50—70	23,00	2,83	25,83	89,04	10,96
	90—100	22,35	2,83	25,18	88,76	11,24
	185—195	23,40	0,00	23,40	100,00	0,00
Păd. C rchezia Popeasca (Dâmbov ța), arboret de șleau, sol brun roșcat de pădure pe l.h.u.	0—10	27,68	3,26	30,94	89,46	10,54
	10—20	23,79	3,48	27,27	87,24	12,76
	20—30	23,08	3,34	26,42	87,36	12,64
	40—50	22,68	3,36	26,04	87,10	12,90
	100—110	27,63	3,36	30,99	89,16	10,84
	140—150	29,19	3,48	32,67	89,35	10,65
Păd. Jugureni — Văcăreasca, arboret de stejar cu alte fotoase (șleau), sol brun roșcat slab podzolit pe l.h.u.	0—17	18,12	8,70	26,82	67,56	32,44
	17—27	16,50	4,55	21,05	78,38	21,62
	27—40	15,64	4,30	19,94	78,43	21,57
	40—50	14,87	4,22	19,09	77,89	22,11
	100—110	16,93	3,94	20,87	81,12	18,88
	140—150	16,83	3,10	19,93	84,44	15,56
190—200	14,37	2,42	16,79	85,59	14,41	
Păd. Jugureni — Văcăreasca, arboret de stejar + cer sol brun roșcat puteratic podzol- lit, pe lehm.	0—10	13,01	7,62	20,63	63,06	36,94
	10—20	15,87	5,93	21,80	72,80	27,20
	20—30	18,03	5,40	23,43	76,95	23,05
	40—50	20,75	5,09	25,84	80,30	19,70
	100—110	27,98	4,15	32,13	87,08	12,92
	140—150	29,49	2,48	31,97	92,24	7,76
	190—200	31,05	1,61	32,66	95,07	4,93
Păd. Jugureni Văcăreasca, arboret de cer, podzol secundar pe lehm.	0—5	19,33	8,05	27,38	70,60	29,40
	20—30	10,79	5,93	16,72	64,53	35,47
	45—55	21,35	6,75	28,10	75,98	24,02
	100—110	25,39	5,23	30,62	82,92	17,08
	140—150	29,02	2,30	31,32	92,66	8,34
	180—190	31,55	0,64	32,19	98,01	1,99
Păd. Speriatul, arboret de cer, podzol secundar pe lehm.	0—10	11,60	7,34	18,94	61,56	38,44
	10—20	7,81	7,66	15,47	50,55	49,52
	20—30	7,71	8,82	16,53	46,64	53,36
	30—40	8,19	8,00	16,19	50,59	49,41
	60—70	14,49	13,15	27,64	52,42	47,58
	100—110	15,44	11,75	27,19	56,78	43,22
	190—200	27,31	2,79	30,10	99,73	9,27

Datele de mai sus și graficul din fig. 2 arată că gradul de saturație V scade cu intensificarea degradării, iar gradul de acidificare $\frac{H}{T} \times 100$, care variază în sens invers, crește treptat cu accentuarea degradării.

Astfel, pe când cernoziomurile nedegradate au un grad de saturație variind între 94,5 și 99% în orizontul A și de 100% în orizontul C, la cernoziomurile degradate dela Lehliu și Brănești formate pe loess și la cel dela Segarcea, format pe lehm ni-

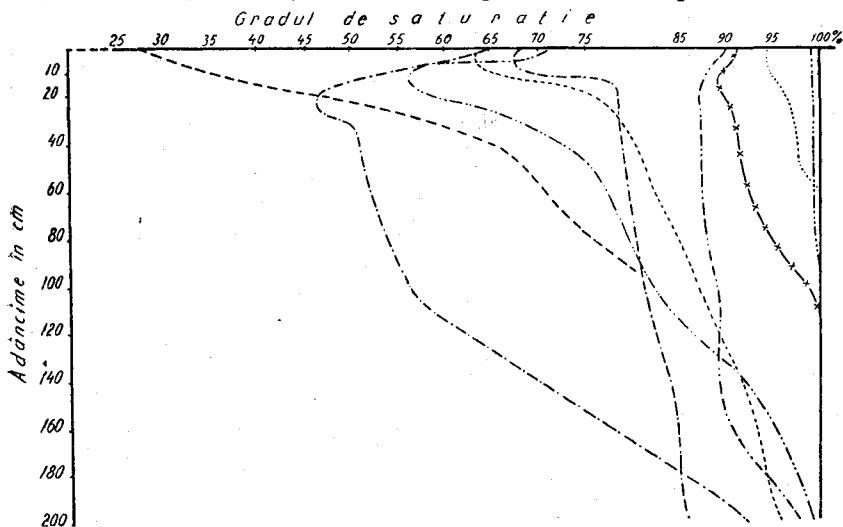


Fig. 2. — Diagrama variației gradului de saturație în baze V la diferitele tipuri de soluri, dela solul loessoid de stepă uscată până la podzolul secundar.

- Sol loessoid — Palas, Valul lui Traian
- Sol brun-deschis de stepă uscată — Halta Constanța între vii
- Cernoziom castaniu — Mărculești-Ialomița
- Cernoziom degradat — Lehliu-Ialomița
- Sol brun roșcat de pădure — Păd. Cerchezia-Popeasca-Dâmbovița, arb. șleau
- Sol brun roșcat slab podzolit — Păd. Jugureni-Văcăreasca, arb. de stejar
- Sol brun roșcat podzolit — Păd. Jugureni-Văcăreasca, arb. de stejar + cer
- Sol cenușiu-deschis de podzolire secundară — Păd. Jugureni-Văcăreasca, arb. de cer.
- Sol cenușiu-deschis de podzolire secundară — Păd. Speariu-Dâmbovița, arb. de cer.
- Sol cenușiu-deschis foarte puternică podzolire secundară — Codrii Cosminului

sipos, gradul de saturație, comparat pe cele 2 orizonturi fără carbonați (A și B), are valori mai scăzute: între 89,9 și 94,6%;

cernoziomurile degradate dela Rebegi și Brădeanu, formate pe lehm și pe lehm nisipos, sunt mai slab degradate și arată valori mai ridicate pentru V. Solul brun-roșcat din pădurea de stejar dela Cerchezia-Popeasca, format pe lehm, arată un grad de saturație puțin variat pe profil, de cca 89,5% în stratul superficial 0—10 cm, cca 87% în stratele următoare până la 100 cm, nivel sub care crește din nou la cca 89%.

Solurile brune-roșcate slab podzolite, ca cel din arboretul de stejar din pădurea Jugureni-Văcăreasca, au gradul de saturație în orizontul cu humus sensibil mai coborât, variind între cca 67—78%, iar solurile brune-roșcate mai accentuat podzolite, ca cele din arboretul de stejar + cer din pădurea Jugureni-Văcăreasca, arată valori și mai scăzute pentru gradul de saturație (coborînd până sub 63%).

În sfârșit, solurile cu degradarea cea mai înaintată, ca cele din arboretele de cer din pădurile Jugureni-Văcăreasca și Speariatul (soluri cenușii-deschise de podzolire secundară), arată o saturație foarte scăzută, cu valori V coborînd până sub 50% în orizonturile A₁ și A₂.

Această scădere a gradului de saturație treptat cu înaintarea degradării, evidențiază și ea paralelismul dintre intensitatea degradării și aceea a levigării bazelor de schimb din orizonturile superioare ale solului.

Gradul de acidificare $\frac{H}{T} \times 100$ variind invers față de cel de saturație — este diferența acestuia până la 100 —, constatăm că această caracteristică crește treptat cu intensificarea degradării, urmând deci treptele: cernoziom, cernoziom degradat, sol brun-roșcat, sol brun-roșcat cu variate grade de podzolire și podzoluri secundare de levigare și podzolire tot mai accentuate. Valorile atinse de această caracteristică în diferitele tipuri de soluri studiate sunt: 1—2,6% în orizontul A din cernoziomuri și 0,00% în orizontul C al acestor soluri, cca 7—12% în cernoziomurile degradate (oriz. A), cca 10—13% în solurile brune-roșcate slab podzolite, trece de 30% în solurile brune-roșcate net podzolite și este de 40—60% în podzolurile secundare ceretate ¹⁾.

1) Cercetări în curs de executare arată pentru alte podzoluri secundare o acidificare mult mai înaintată a complexului adsorptiv.

Variația pe profil a gradului de saturație și a gradului de acidificare.

O altă caracteristică importantă a solurilor de degradare este variația pe profil a valorilor V și $\frac{H}{T} \times 100$, care este sistematic și sensibil sau chiar foarte accentuat deosebită de aceea a solurilor nedegradate din stepă (cernoziomuri).

Urmărind datele obținute asupra acestor caracteristici și curbele corespunzătoare din fig. 2, constatăm următoarele:

1. În solurile de stepă, gradul de saturație V este de 100% în solurile loessoide și brune-deschise, cu efervescentă activă dela suprafață și de cca 95—100% în cernoziomuri, crescând dela suprafață, unde este cca 90%, către orizontul cu carbonaț de calciu, unde atinge valoarea de 100%. Gradul de acidificare este de 0,00% în soluri loessoide și brune-deschise bogate în carbonați, iar în cernoziomuri scade treptat dela suprafață, unde atinge valori de 2—5 (6)%, către orizontul C, unde devine nul. Cu alte cuvinte, curbele de variație ale acestei mărimi au un mers regulat, nediferind prea mult de acela al unei verticale.

2. În solurile de degradare aceste mărimi au un mers caracteristic diferit, determinat atât de condițiile de levigare a bazelor, cât și de acela de migrațiune și acumulare a coloidelor minerale, natura și cantitatea humusului ș. a.

În general curba valorii V arată un minimum superficial — chiar la suprafață sau, mai des, la o mică adâncime (5—20 cm, rareori mai jos), dela care apoi crește către orizontul B — spre a atinge în acest orizont un maximum, dacă orizontul C, unde $V=100$, lipsește. Pentru a sesiza bine locul minimumului gradului de saturație, trebuie ca în stratul superior al solului (0—30—40 cm) determinările să se execute asupra probelor luate din strate subțiri, nedistanțate între ele.

În cernoziomuri degradate deosebirea între minimumul din A și maximumul din B al valorii V este redusă — cca 8—10%, în solurile brune-roșcate mai accentuate: cca 15%, în solurile brune-roșcate podzolite destul de mare, de până la cca 50—55%, iar în podzolurile secundare este maximă, de peste 50 până la 65%. Aceeași variație, de intensitate crescândă, dar în sens invers, arată valoarea $\frac{H}{T} \times 100$ (gradul de acidificare), care atinge

maximul într'unul din stratele superioare — unde este minimul valorii V — și minimul în C sau în B (dacă orizontul — C lipsește).

Curba variației valorilor V și $\frac{H}{T} \times 100$ sau $100 - V$, este de excepțională valoare indicatoare a stării chimice a solului, arătându-ne clar starea de saturație a fiecărui strat al solului, deficitul de saturație sau gradul de acidificare, locul unde aceste caracteristici sunt mai puternice, etc. Minimul valorii V arată stratul cel mai sărăcit al solului, în care, continuându-se cu levi-garea mai intensă a cationilor bazici, se va ivi stratul de podzol A_2 . Astfel, deși podzolirea nu a început încă, curba gradului de saturație ne arată — ca un premergător — nivelul la care va începe mai intens podzolirea, și în care aceasta se va manifesta morfologic mai întâiu. Curbele valorilor V și $100 - V$ sunt indicatorii cei mai sensibili ai intensității degradării, arătând minime resp. maxime cu atât mai accentuate, cu cât degradarea este mai puternică și mai apropiată de podzolire și — la solurile podzolite — cu câte podzolirea este mai înaintată.

Este interesant de cercetat, de ce minimul gradului de saturație și maximul gradului de acidificare se realizează când într'un strat foarte subțire dela suprafață, când, mai ales, sub acest strat, la adâncimea de 10—25 cm (rareori mai adânc). Această poziție a stratului cel mai acidificat este determinat de influențele litierii și ale humusului de pădure format prin descompunerea acesteia.

Litiera, prin descompunere, pierde destul de repede — chiar înainte de humificarea complectă — o mare parte din bazele conținute; aceste baze sunt reținute în cea mai mare parte de humus, pătrunzând împreună cu acesta, în suborizontul superficial A_1 , cel mai bogat în humus. Mai jos, bazele pătrund în cantitate mult mai mică, neînsemnată uneori; în schimb, sub suborizontul superficial A_1 pătrund din abundență acizi humici de culoare gălbuie, ușor dispersabili în apă, de felul acizilor fulvici, cari dau solului o aciditate înaintată.

Când în suborizontul superficial A_1 sau în partea lui superioară predomină influența bazelor față de aceea a acizilor humici, în acest strat se realizează un grad de saturație sensibil mai mare decât în suborizontul A_2 de mai jos, în care sistematic predomină influența acizilor humici. Când însă litiera

pădurii și humusului format sunt sărace în baze, influența lor saturantă este slabă, și mult acoperită de aceea a acizilor din humus; atunci minimul de saturație și maximul de acidificare încep chiar din suborizontul superior A₁, continuându-se și în A₂ sau crescând puțin în acest suborizont.

Asupra compoziției lui S (totalul bazelor de schimb prezente) la diferitele nivele ale solului, noi nu am făcut cercetări speciale. Din analizele cunoscute în literatură însă rezultă că variația gradului de saturație și a valorii S pe profil este datorită predominant variației cantitative a calciului și apoi a magneziului de schimb și că potasiul, cel mai greu deplasabil din complex, nu influențează condițiile de saturație, aflându-se cam în aceleași cantități în diferite tipuri de soluri și la diferite nivele. Apoi, cantitatea potasiului, ca și a sodiului de schimb, fiind mică, rareori depășind 1 miliechiv., oricare ar fi variația acestora pe profil, influența lor asupra valorii S și a gradului de saturație nu poate fi însemnată.

LITERATURĂ

1. CERNESCU, N.: Capacitatea de schimb a solului în legătură cu conținutul de argilă și humus. Inst. Geologic al României. Studii tehnice și economice. București, 1939.
2. — Die austauschfähigen Kationen in den Profilen der zonalen Bodentypen Rumäniens und ihr Verhalten beim Verwitterungsprozess. Analele Facultății de Agronomie. București, 1940.
3. ENCULESCU, P.: Evoluția succesivă a solului și subsolului din depresiuni și paralel cu aceasta și a vegetației spontanee ce o suportă, din stepa uscată până în zona forestieră. — Viața Agricolă, 1920. XI, p. 379—309.
4. — Cercetări agrogeologice și geobotanice în Sudul și Sud-Vestul Basarabiei. Dărilor de seamă, Inst. Geolog Rom., 1921—1922. Buc., 1927, p. 115—134.
5. FLOROV, N.: Degradarea cernoziomului în antestepă. An. Inst. Geol. Rom., XI, 1925—1926, p. 1—65.
6. GEDROIZ, K. K.: Der adsorbierende Bodenkomplex und die adsorbierenden Bodenkationen als Grundlage der genetischen Bodenklassifikation. Kolloid. Bei., XXIX, 1929, p. 149—200.
7. GLINKA, K.: Die Typen der Bodenbildung—Berlin, 1914.
8. JENNY, H. și LEONARD: Soil Sci., 38, 363, 1934.

9. KORJINSKY: Lucrările Soc. Naturaliste din Kassan, 1887 și 1888.
10. KOSTICEV: Lucrările Soc. Naturaliste din Petersburg, 1903.
11. LAATSCH, W.: Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden. Dresden-Leipzig, 1938.
12. MATTSON, S.: a) The laws of soil colloidal behavior III. Isoelectric precipitates. *Soil Sci.*, 30, 1930, p. 459—495.
b) The laws of soil colloidal behavior IX. Amphoteric reactions and isoelectric weathering. *Soil Sci.*, 34, 1932, p. 209—240.
13. POPOVĂȚ, M.: Dégradation des sols de steppe. *An. Inst. Geol. Rom.*, XVIII. Buc., 1937.
14. SIBIRȚEV, N.: Etudes des sols de la Russie. Congrès Géol. Inst. VII-ème session, St. Petersburg, 1899, p. 73—125.
15. SIMON, K.: *Bodenk. u. Pflanzenernährung*, I, 267, 1936.
16. SPRINGER, U.: *Ztschr. Pflanzenernähr., Düng., Bodenk.*, A, 11, 331, 346 (1928); 22, 138 (1931); 23, 8 (1931).
17. STEBUTT, AL.: *Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde*. Berlin, 1930.

ÜBER DEGRADIERUNG IN DER BODENGENESE UND BODENEVOLUTION

In der modernen Bodenkunde wird die Degradierung nicht mehr als bloss die Veränderung des vom Walde besetztem Tschernosioms, sondern als ein sehr verbreiteter Typus der Bodengenesese angesehen.

Die Degradierung ist ein Komplex von Vorgängen im Boden, die Steppen- wie auch die unreifen Böden der Waldzone, in Böden mit tätiger oder tätigerer Tonbildung und mit einem typischen illuvialen B-Horizont verändern. Die Verrostung zum mindesten des B-Horizontes ist allgemein charakteristisch für alle genetisch degradierte Böden, wie auch die unvollständige Sättigung des Sorptionskomplexes und die Verschlechterung oder sogar die Vernichtung der idealen Krümelstruktur des Tschernosioms.

Die Degradierung findet auch bei schon früher degradierten Böden statt, in dem die für diesen Genesetypus charakteristischen Prozesse (Tonbildung, Tonzersetzung, Kolloiddurchschlammung) lebhafter werden.

Als Funktion der klimatischen Verhältnisse, wie auch des petrographischen Substrates, ist die Degradierung je nach dem Schicksal der Verwitterungsprodukte primärer Silikate (Kieselsäure, Eisen- und Aluminiumhydroxid, Ton) verschieden.

In den ersten Degradierungsstadien, die durch eine schwarze oder dunkelbraune Farbe, mit oder ohne eine sehr schwache graue Nuance im Humushorizont charakterisiert sind, steht die Degradierung erst *im ersten Anfang* oder ist zwar *deutlich*, aber *eine bestimmte Geneserichtung ist noch nicht eingeschlagen*. Es entstehen die schwach degradierten und die typisch degradierten Tschernosiome unserer Waldsteppen. Wird die Degradierung intensiver, dann schlägt sie eine bestimmte Geneserichtung ein und zwar wird sie zur:

1. *Podsolierung (podsolische Degradierung)*, wenn sie folgende Böden bildet:

a. *Dunkle Böden* mit schwachen grauem Stich oder dunkelgrauer Farbe im oberen Horizont und mit schwacher Tondurchschlammung -- wenn die Podsolierung schwach ist, oder;

b. *helle Böden*, grau oder hellgrau in einem oberen A₂-Horizont mit starker Ton-Kieselsäure- und Sesquioxiddurchschlammung und mit

schwachem oder intensivem Tonzerfall — wenn die Podsolierung deutlich oder stark ist.

2. *Verrostung* (verrostende Degradierung); es bilden sich rötliche Braunerden, im B-wie auch im A-Horizont, mit lebhafter Tonbildung und schwacher Kolloiddurchschlammung.

3. *Verbraunung* (verbraunende Degradierung); es bilden sich auf Tschernosiom braune Prärieböden und, auf unreifen Waldböden, braune Waldböden (Braunerden Ramann), mit lebhafter Tonbildung und schwacher Ton- und Sesquioxiddurchschlammung.

Die schwach podsolige, die verrostende und die verbraunende Degradierung sind als schwache bis mittelmässige Degradierung zu betrachten. Werden die Degradierungsprozesse intensiver, dann fängt am Ende aller dieser drei Degradierungsrichtungen die typische Podsolierung an. Es entstehen graue Waldböden, podzolierte rötliche Braunerden und podzolierte Braunerden. Bei noch intensiverer Degradierung gehen alle diese Bödentypen in hellgraue Böden sekundärer Podsolierung (sekundäre Podsole) über.

Es zeigt sich also dass, trotz der Verschiedenheit der Degradierungsrichtungen, das Ende der Bodenbildung und der Bodenevolution unter Einwirkung der Degradierungsprozesse immer der hellgraue Boden (der sogenannte sekundäre Podsol) ist.

Zum sekundären Podsol wird es in der Bodenbildung auf folgenden verschiedenen Wegen angekommen:

a) vom schwach degradierten Tschernosiom über typisch degradierten Tschernosiom, dunkelgrauen Waldböden, grauen und helgrauen Boden sekundärer Podsolierung;

b) vom schwach degradierten Tschernosiom, über typisch degradierten Tschernosiom, schwach rötlich-braunen degradierten Tschernosiom, rötliche Braunerde, immer stärker podsolierte rötliche Braunerden zum hellgrauen Boden sekundärer Podsolierung;

c) vom schwach degradierten Tschernosiom, über braunen Prärieböden und immer stärker podzolierte Prärieböden bis zum sekundären Podsol;

d) von unreifen Hügellaund- und Gebirgsböden — besonders auf kalkhaltigen Gesteinen — über braunen Waldböden und immer stärker podsolierte Braunerden bis zum sekundären Podsol.

Die Systematik der Degradierungsböden, nach Degradierungsrichtung und Degradierungsintensität ist in der Abb. 1 (Seite 199) dargestellt.

Die Laboratoriumsuntersuchungen über die wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften der genetisch degradierten Böden haben folgendes festgestellt:

1) Die auf Loess gebildeten degradierten Tschernosiole zeigen systematisch einen höheren *Tongehalt* als die auf demselben Loess liegenden Steppentschernosiole. So zeigt der kastanienfarbige Tschernosiom von Mărculești einen Gehalt von 27,70% Tonteilchen (<0,002 mm), während die degradierten Tschernosiole von Lehliu und Brănești 28,62% bzw. 36,28% Tongehalt im B-Horizont aufweisen.

Während beim Tschernosiom der Tongehalt mit der Tiefe allmäh-

lich abnimmt, zeigt bei degradierten Tschernosiome die Kurve des Tongehaltes einen deutlichen Zuwachs vom A-zum B-Horizont (s. Tabelle I, Spalte 3). Je intensiver die Degradierung, desto grösser der Unterschied nach Tongehalt zwischen A- und B-Horizont. Podsole sind oft lehmig-sandig in A₁- und A₂-Horizonte, während der B-Horizont lehmig bis tonig sein kann.

2) Der Humusgehalt des Tschernosiums nimmt bei schwacher Degradierung bedeutend zu (s. Tabelle II, Spalte 5, die Böden: Mărculești mit 4,11% und Lehliu, Brădeanu, mit cca 6% Humusgehalt); bei starker Degradierung nimmt der Humusgehalt bis cca 4% in der oberen Schicht des A-Horizontes ab.

Die Humuszersetzbarekeit ist bei degradierten Böden bedeutend grösser als beim Tschernosiom. Während bei diesem letzten die Humuszersetzung mittels 6% H₂O₂ nicht vollständig oder nur sehr langsam erreicht werden kann, ist der Humus von allen degradierten Böden leicht auf diesem Wege zersetzbar.

3) Die Austauschkapazität und die Sättigungs- und Aziditätsverhältnisse der degradierten Böden.

Die Gesamtaustauschkapazität der auf Loess gebildeten degradierten Tschernosiome ist nur dann grösser als die der Steppenböden, wenn der Humusgehalt der ersten grösser ist. Sonst, trotz der Zunahme des Tongehaltes, ist — wegen Abnahme des Humusgehaltes und Änderung der Humuseigenschaften — die Austauschkapazität der degradierten Tschernosiome kleiner als die der nicht degradierten.

In allgemeinen kann festgestellt werden, dass, beim gleichen petrographischen Substrat, die Grösse der Austauschkapazität im Humushorizont allmählich abnimmt während die Degradierung intensiver wird. Die kleinste Austauschkapazität zeigen die hellgrauen Böden (die sekundären Podsole).

Während beim Tschernosiom die Austauschkapazität mit der Tiefe allmählich abnimmt (wegen Abnahme des Humus- und Tongehaltes), zeigt die Variation dieser Grösse einen anderen Verlauf in den meisten degradierten Böden und zwar kann diese Variation zweierlei Art sein:

a) von einem bestimmten Wert an der Oberfläche nimmt die Austauschkapazität in den folgenden Schichten (10—20—20 cm Tiefe) bis zu einem Minimum schnell ab; weiter nimmt sie mit der Tiefe allmählich zu, bis zu einem Maximum im B-Horizont, um von dort nach C (Karbonat)-Horizont wieder abzunehmen;

b) schon an der Oberfläche (0—10 cm Tiefe) zeigt die Kurve ein Minimum, um weiter, nach dem B-Horizont zu, zuzunehmen.

Die Intensität der Degradierungsprozesse geht der Versauerung des Adsorptionskomplexes parallel. Deshalb haben die Untersuchungen über die Sättigungs- und Aziditätsverhältnisse der degradierten Böden auf allen Degradierungsrichtungen, vom Tschernosiom oder unreifen Boden bis zum hellgrauen Boden (sekundären Pozol), folgendes festgestellt:

a) Die Abnahme des S-Wertes (Menge der austauschbaren Basen — s. Tabelle II, Spalte 3);

b) Zunahme des T—S-Wertes (Sättigungsdefizit oder austauschbare H-Ionen — s. Tabelle II, Spalte 4);

c) Abnahme des Wertes $V = \frac{S}{T} \times 100$ (Sättigungsgrad des Bodens
— s. Tabelle II, Spalte 6);

d) Zunahme des Wertes $\frac{H}{T} \times 100$ (Versauerungsgrad des Bodens
— s. Tabelle II, Spalte 7).

Besonders charakteristisch sind die für den Sättigungsgrad festgestellten Zahlen.

Beim Tschernosiom schwankt der Sättigungsgrad zwischen 94,5 und 99% im A-Horizont und ist 100% im C (Karbonat)-Horizont.

Die degradierten Tschernosioime zeigen im A- und B-Horizont bedeutend kleinere V-Werte und zwar schwanken diese zwischen 88,9% und 94,6%. Der Sättigungsgrad wird immer kleiner, wenn die Degradierung dieser Böden intensiver wird. Die rötlichen Braunerden sind noch weniger basengesättigt, ihr V-Wert schwankt zwischen weiteren Grenzen, bei den meisten aber zwischen 85% und 91% im A- und B-Horizont. Die Podsolierung dieser Böden erniedrigt ihren Sättigungsgrad in weitem Masse und zwar bis auf cca 60%.

Die hellgrauen Waldböden (die sogenannten sekundären Podsole) sind immer die sauersten, die am wenigsten mit Basen gesättigt. Ihr Sättigungsgrad schwankt zwischen sehr weiten Grenzen und nimmt bis unter 50%, oft sogar bis auf 10% (auf saueren Gesteinen) ab.

Die Variation des Sättigungsgrades mit der Bodentiefe — die Profilkurve des V-Wertes — zeigt einen charakteristischen Verlauf, welcher z. T. dem der Austauschkapazität ähnlich ist. Während beim unreifen Loessboden die V-Kurve eine Vertikale ist ($V = 100\%$ bei allen Tiefen) und bei den anderen Steppenböden von der Oberfläche nach der Tiefe zu sich allmählich der Vertikale nähert, zeigen unter Wald die degradierten Bödentypen eine starke Abnahme des V-Wertes von der Oberfläche nach einer wenig tief gelegenen Schicht (10 bis 30 cm Tiefe), wo die Kurve ein Minimum zeigt. Von diesem die Minimum nimmt der V-Wert erst rasch, dann allmählich mit der Tiefe zu, um sich von 100% (C-Horizont) zu nähern.

Dieses charakteristische oberflächliche Minimum ist desto niedriger, je intensiver die Degradierung, also je versauerter der Adsorptionskomplex ist. Sehr oft, bei humussarmen, saueren Podsolen, liegt dieses Minimum in der obersten Bodenschicht (0—5—10 cm).

Die Variationskurve des V-Wertes zeigt uns die Bodenschicht, wo der Basenverlust und die Versauerung am stärksten sind und wo, wenn die Podsolierung noch nicht aufgetreten ist, die Tendenz zur Bildung eines A₂-Podsolhorizontes vorhanden ist. Bei Braunerden und rötlichen Braunerden zeigt uns schon früh die Minimumszone der V-Kurve das Niveau wo später die charakteristische A₂-Podsolischiicht erscheinen wird.