

ГЕОРГИ АНТОНОВ

*Институт за гората – БАН, София*

## Генезис и почвообразуване при Подзолите и Кафявите планинско-горски почви в Евразия

### *Genesis and Soil Formation in Podzols and Brown Mountain Forest Soils in Eurasia*

**G. Antonov**

*Forest Research Institute – BAS, Bulgaria*

#### **Abstract**

Brown Mountain Forest Soils are degraded Mountain Meadow Soils as a result of established bush and forest vegetation after glacial. Podzols were formed under influence of acid products forest litter (bedspread) over the mineral layer, supported or not by reduction-oxidation processes.

The study aims to establish the difference in the genesis of Brown Mountain Forest Soils and Podzols, which is controversial due to the involvement of the gleying in the podzol forming as transient even as a form of manifestation

**Key words:** Podzols, Brown Mountain Forest Soils, genesis, soil formation

Различието в генезиса на Кафявите планинско-горски почви (КПГП) и Подзолите (П) е дискуссионно поради участието на глеевия процес в подзолообразуването, считано за преходно (Ярков, 1961) дори като негова форма на проявление (Зайделман, 2010). По тази причина ние си поставихме за цел да се установи различието в генезиса на Кафявите планинско-горски почви (КПГП) и Подзолите (П).

#### **Материал и методи**

За целта на настоящето изследване е използван сравнителният метод в разпространението на двата типа почви, генетичните им особености, биологичният кръговрат, балансът на въглерода и други.

Механичният състав е определян по Качински с предварително изгаряне на хумуса, сорбционният капацитет ( $T_{8,2}$ ) – по Ганев (1990), балансът на въглерода – по Антонов (1988).

За обект на КПГП избрахме резервата „Царичина” – Средна Стара планина склон с еднакво изложение, еднаква скала – гранитодиорит и наклон, включващ поясите на Планинско-ливадните (ПЛП), Тъмноцветните планинско-горски (ТПГП) и Кафявите планинско-горски почви (КПГП) – фиг. 1. За Подзолите се спряхме на обекта „Умбозеро” – Колски полуостров от изучаванията на Манаков и Никонов (1972), представляващ катен от Подзолисто-илувиални хумусни почви (ПИХП) в северната подзона на тайгата и прехода ѝ към лесотундрата, под слабопродуктивна смърчова гора с лишеи, мъхове и боровинки (фиг. 1). Използвахме данните за биологичния кръговрат на веществата и генетичните свойства на Подзолите, развити върху валунно-пясъчен елувий от кисели масивни скали, дълбоко промит от глината чрез ледниковите води.

Климатът е атлантико-арктически (табл. 1). Средните януарски температури (СЯТ) са трикратно по-ниски, а юлските – около 2/3 от същите за КПГТ), с максимум през месец август.

КПГП са разпространени от 600 до 1600 m н. в., преминаващи в горната си част към ТППП, а в долната си част граничат с Псевдоподзолистите почви (ППП). Те са характерни за буковите и елово-буковите гори. СЯТ са значително по-високи както и валежите с максимум през май и юни в сравнение с тези при ПИХП (табл. 2). Сумата на активните (над 10 °С) температури (САТ) са твърде по-високи от същите за Подзолите. Мощността на снежната покривка (МСП) е от 20 до 60 cm и се задържа 4-5 месеца, а за ПИХП е по-маломощна и се задържа от 6 до 7 месеца. Замръзването е незначително при ПКГП или липсва, а при Подзолите е дълбоко и дълготрайно.

Подзолите са разпространени на юг от Северния полярен кръг (66° с. ш.), съвпадащ в Европейския Сибир с бреговете на Баренцово и Карско море, на юг от които е тайгата с трите си подзони. В азиатската част на изток

от р. Енисей се формира един от най-суровите континентални климати. СЯТ падат от -32 до -48 °С (Верхоянск), запазвайки се до подножията на Байкалските планини до -32, -35 °С, в които ниските температури, вечно замръзваният грунд, валежите под 300 до 150 mm определят господството на лесотундрата и северната подзона на тайгата с тундрова растителност и редколесие от даударска лиственица, бреза на Мидендорф, стелещ се кедър и разпространение на Мерзлотни почви.

Под влияние на Североизточен Сибир и Тихи океан в южната половина на Далечния изток се формира особен фация на прериевиден мусоно-континентален климат със сурова зима и топло лято при нарастване на валежите от 500 mm в равнините до 700 – 1000 mm в планините. В равнините господстват прериевидните черноземи, в низините – подбели. По склоновете на Сихоте Алине към Охотско море до 600 m н. в. под широколистни гори е поясът на КП. Над тях под тъмнохвойнови гори (ТХГ) от смърч, ела и кедър е поясът на Подзолисто-планински почви (ППлП). При същия състав при влажни склонове почвите са Кафяво-илувиално

Таблица 1. Температури и валежи в обект Умброзеро  
Table 1. Temperature and rainfall in "Umbozero"-object

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Average annual T, °C	Sum of T > 10 °C <b>972</b>
Average month T, °C	-10.8	-11.8	-8.3	-2.3	3.4	9.7	13.8	12.2	7.1	0.9	-4.1	-8.1	0.2	
Average month rainfall, mm	25	19	18	23	29	45	56	59	51	42	33	28		Rainfall sum <b>429</b>

Таблица 2. Климатични показатели в обект Царичина  
Table 2. Climatic indices in "Tsarichina"-object

Altitude, m	Average T, °C	Tav., °C	Tav., °C	Sum of T > 10 °C	Ky Factor of humidity (by Ivanov)	Snow amount		N Climatic index	Rainfall, mm
		Month I	Month VII			cm	days		
650	9.1	-2.3	18.8	2856	1.33	20	103	2.8	726
1650	4.4	-5.5	12.4	1389	3.00	43	153	4.0	1042
1850	3.3	-5.9	11.3	1068	3.30	43	163	3.0	1108
2400	0.7	-7.9	8.3	500	3.74	61	190	2.0	1294

хумусни. В западната част на средната подзона на планинската тайга почвите са Планинско-подзолисти, а на юг от тях – Кафяви тайгови. На запад към Байкалските планини, под разредени бял-борово лиственични гори почвите са Планинско-чимести, Планинско-подзолисти и Мерзлотни, които господстват в планинската система на Байкал под влияние на Североизточен Сибир, като преминават във високите си части в тундрови.

На запад в Сяно-Алтайската планинска система нараства СЯТ до минус 18 – минус 26 °С, валежите от 300 до 1200 mm, появяват се и нараства разпространението на ПЛП за сметка на Мерзлотните, под които при отсъствие на алкалоземни карбонати под тъмнохвойнови гори се появяват КПГП и наличие на Планински Сиви горски почви. Разпространението на КПГП се засилва в Алтай поради нарастващото влияние на Атлантически океан, проникващо приблизително на 9000 km по северозападните склонове на Южносибирските планини. На сухите склонове господства ковилово-типчаквата степ с Планински Черноземи и Кестеняви почви.

На запад и твърде на юг (40° с. ш.) се издигат Памир и Тянь Шен над 7000 m н. в., започвайки с пустинния климат и завършвайки с ледниковата зона. СЯТ е от 0 до -20 °С, САТ – от 0 до 5200 °С, и валежи от 200 до 800 mm. Според Глазовская (1973) под ледниците над 3400, 3800 m н. в. до 2700 m е поясът на ПЛП и на степните почви, от 2700 до 1700 m е поясът на смърчовите гори и степните ливади върху оподзолени и неоподзолени ТППП. От 1700 до 1400, 1200 m н. в. е поясът на широколистни гори върху Сиви горски почви, под които – степи с Черноземи и Кестеняви почви.

СЯТ в Карпатите е от -5 до -10 °С, валежите 800 – 1200 mm, САТ от 2200 до 700 °С. От 600 до 1200 m н. в. под буково-елови гори е поясът на КПГП, от 1200 до 1500 m н. в. – смърчови гори с Подзолисти с вмит хумусен хоризонт почви, над които до 1800 m н. в. субалпийски пояс от стелящ се бял бор. Над 1800 m н. в. е поясът на алпийските ливади и ПЛП.

Кримско-Кавказката система е начало на европейската планинска поясност. Субалпийският пояс в нея е формиран от високи

треви и планински храсти без стелящ се кедър и клек. Планинските Черноземи и Канелените почви са разпространени по южните и валежно-сенчести склонове, а КПГП – под буковите гори особено в Северозападен Кавказ. В Крим от 300 до 900 m н. в. под букови гори е поясът на КПГП, над който до 1800 m н. в. – ПЛП (черноземовидни).

От анализа на разпространението и климата на двата типа почви констатираме, че Подзолите са разпространени при СЯТ от -10.8 °С до юлска +13.8 °С при валежи 430 mm с максимум месец август, САТ от 400 до 1600 °С (972°), а КПГП при СЯТ от 0° до -26 °С, над 700 до 1200 mm валежи, и САТ от 2300 до 1600°С. По-високите температури и валежи обуславят трикратно по-голяма промивност, по-мулево разлагане до по-пълно минерализиране на горския опад, който макар и около 3-4 пъти по-малък, формира еднаква по мощност А<sub>0</sub>.

КПГП са разпространени почти в планински релеф, обуславящо промиване на разтворимите вещества, преразпределението им по дълбочина и окислителни условия. Подзолите са разпространени на равен или слабо наклонен релеф, често с подпочвени води, но с елувиални условия в горната част на профила, спомагащо за формиране на диференциран профил.

Подзолите са формирани върху водноледникови наслаги, като с утежняване на механичния им състав намалява мощността на А<sub>2</sub>, като нараства степента на оподзоляване. КПГП са формирани върху елувиално-делувиални изветрителни кори от скалите на място без алкалоземни карбонати.

Растителността при Подзолите е иглолистни гори, най-често със зелени мъхове, или тундрова в Крайния Север. Тя е от тъмнохвойнови гори при КПГП в азиатската част, а в Кавказ и на запад от него – от буково-елови гори.

Подзолите са по-млади от КПГП поради формирането си след оттеглянето на равнинните ледници в Сибир. КПГП са се образували под влияние на горския почвообразователен процес чрез деградация на ПЛП. Под долната граница на планинските ледници не е преставал почвообразователният процес през глациала (Филипович, 1976).

Мощността на А<sub>0</sub> при ПИХП железиста (ж) е 4,0 см, при ТПГП – 3,5 см, при КПГП е 4,5 см. Предвид многократно по-малкият опад при ПИХП, стигаме до извода за много по-бавното му разлагане от това при ТПГП и КПГП. ПИХП са с ясно диференциран профил А<sub>0</sub>-А<sub>2</sub>-В<sub>h</sub>-ВС<sub>ортц.</sub>-С<sub>2</sub>. Маломощният А<sub>2</sub> рязко преминава в ръждиво-охровия В<sub>h</sub> хоризонт. КПГП са с кафяв цвят, просветляващ на дълбочина. Съдържанието на хумус в А<sub>2</sub> на ПИХП е едва 0,5%, рязко нарастващо в В<sub>h</sub>, докато в ТПГП и КПГП в обекта Царичина то е многократно по-голямо, като намалява от ПЛП към КПГП и на дълбочина (табл. 3). Стойността на С/Н за ПИХП е 17-28, а за ТПГП и КПГП е от 10 до 17, което показва по-благоприятните условия за разлагането.

Съдържанието на скелета при ПЛ, ТПГ и КПГП, или планински почви (ПП), е средно 35 тегловни %, при ПИХП(ж) – 67%. Основната фракция е предглинеста в двата типа – при ПП е средно 66%, при ПИХП(ж) – до 95%. Участието на глината при ПП е средно 34%, а при ПИХП(ж) – рядко над 2-3%. В последната почти отсъства иловата фракция 1-1,2% (табл. 4), докато при ПП тя е между 10 и 13%, рядко до 15%, запазваща се или незначително нарастваща от А към В<sub>m</sub> в резултат на изветряването и деградацията.

От данните за валовия анализ се потвърждава оподзоляването при ПИХП, площадка 3. Съдържанието на окисите на Si, Mg, Mn и Fe в ситнозема на двата типа почви е почти еднакво за разлика от по-високото съдържание на Na и Ca в ПИХП(3), невъзпрепятстващо оподзоляването (табл. 5). Съдържанието на Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> е по-малко при нея, но слабо се изменя молекулярното му отношение SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> по дълбочина за разлика от рязкото му намаление при SiO<sub>2</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от А<sub>2</sub> към В<sub>1</sub> – всъщност В<sub>h</sub>, докато запазването или незначителното му понижение при ПП показва екстензивно подзолюобразуване, придружено с обменен Al.

Сорбционният капацитет T<sub>8,2</sub> на ПП е многократно по-голям и намалява от ПЛП към КПГП и на дълбочина с намаляване на ила и хумуса, докато при ПИХП(3) T<sub>8,2</sub> рязко нараства от А<sub>2</sub> към В<sub>h</sub> в съответствие с рязкото нарастване на хумуса. Степента на наситеност – V нараства на дълбочина при двата типа почви. Почвената киселинност (рН) се обуславя не само от V, но и от съотношението на силния и слабия ацитоид в ППК (Ганев, 1990). Повишеното съдържание на хумуса в ППК води до нарастване на T<sub>a</sub>, поради което нашите ПП са по-кисели от ПИХП(3) макар и неоподзолени. Най-ниската стойност на T<sub>8,2</sub> е в В<sub>h</sub>, а не в А<sub>2</sub>, свързано с високата стойност на Сх/Сф в А<sub>2</sub> (табл. 5).

Таблица 3. Съдържание в % на хумус, азот и въглерод, С/Н и запас на хумус  
Table 3. Content in % of humus, nitrogen and carbon, C/N and supply of humus

Почва	Хоризонт, см	Хумус, %	Въглерод, %	Азот,%	С/Н	Хумус, t/ha
ПЛП	A 0 - 7	19,6	11,4	0,71	16,2	500
	A 30 - 50	16,2	9,7	0,58	16,7	
ТПГП	A 0 - 7	14,3	8,6	0,57	15,5	300
	A 25 - 35	11,0	6,4	0,45	14,2	
	AC 40 - 50	8,0	4,6	0,36	12,4	
КПГП под смърч	A 0 - 20	10,8	6,3	0,51	12,3	170
	B 20 - 35	5,5	3,2	0,24	11,3	
КПГП под бук	A 0 - 20	9,2	5,3	0,53	10,1	117
	B 20 - 35	6,6	3,2	0,24	11,3	
	C 50 - 60	0,9	0,5	0,03	20,1	
ПИХП (ж) железиста	A <sub>2</sub> 0 - 5	0,49	0,36	0,03	28,7	40
	B <sub>1</sub> 5 - 12	3,29	1,90	0,09	21,1	
	B <sub>2</sub> 12 - 28	1,51	0,87	0,06	17,4	
	BC 28 - 51	0,66	0,38	0,02	19,0	

Таблица 4. Механичен състав на Подзолисто-илувиална хумусна почва (ПИХП), площадка (3), обект Умбозеро

Table 4. Mechanical composition of Podzol-illuvial humus soil (PIHS), "Umbozero"-object

Хоризонт, cm		Скелет	Загуба	Фракции, mm [%]							
				1,00-0,50	0,50-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	под 0,001	под 0,01
A <sub>2</sub>	12 - 20	44.2	0.1	6,4	18,0	66,9	6,4	0,8	1,1	0,8	2,2
A <sub>2</sub> B	20 - 28	65.1	0.4	16,3	25,0	40,5	10,5	2,4	4,0	0,9	7,3
B	28 - 40	85.0	2.0	42,9	16,7	23,5	10,6	1,7	1,4	1,2	4,3
B	40 - 60	88.6	-	52,9	18,2	18,2	6,1	0,4	1,4	1,0	2,8
B	60 - 80	90.9	1.7	36,1	23,4	28,	7,4	0,9	0,8	1,6	3,3
B	85 - 107	Ортц.	1.9	36,9	23,4	27,6	6,5	0,3	0,5	0,9	1,7
C	123 - 130		1.3	25,3	20,1	34,6	13,1	2,6	2,2	0,8	5,6

Таблица 5. Валов състав на ситнозема на ПИХП, пл. (3), обект Умбозеро

Table 5. A shaft composition of fine-grained of PIHS, "Umbozero"-object

Хоризонт, cm		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Молекулно съотношение		
		В % спрямо накалената част									$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$
A <sub>2</sub>	12 - 20	72,29	12,59	2,2	0,09	2,32	0,88	2,86	3,56	10,0	60,0	8,6
A <sub>2</sub> B	20 - 28	66,67	13,40	5,22	0,13	2,87	1,85	2,88	3,99	8,5	37,0	6,9
B	28 - 40	61,31	15,81	7,31	0,19	3,37	2,72	3,19	4,68	6,8	20,4	5,1
B	40 - 60	62,06	16,34	6,15	0,14	2,36	2,51	2,81	4,62	6,4	25,1	5,1
B	60 - 80	63,34	15,77	5,66	0,13	4,46	2,27	2,81	4,70	7,1	26,5	5,6
B	85 - 107	59,71	16,19	4,29	0,16	4,72	3,07	2,16	4,66	6,2	20,0	4,8
C	123 - 130	65,04	15,04	4,99	0,13	3,35	2,19	2,57	4,92	7,2	36,0	6,0

Таблица 6. Адсорбционен капацитет на ПИХП, пл. (3), обект Умбозеро

Table 6. Adsorption capacity of PIHS, "Umbozero"-object

Хоризонт, cm		pH	T <sub>8,2</sub> meq/100 g	H <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
				% от T		
A <sub>2</sub>	12 - 20	4,90	1,16	36	47	17
B	28 - 40	5,35	6,97	67	27	6
B	40 - 60	5,85	5,48	33	55	12
BC	107 - 123	6,20	4,20	10	88	2
C	123 - 130	6,20	2,66	10	76	14

Окриситализованите форми на желязото се оказаха недостатъчно диагностични, поради което приехме за такава органичната му форма.

Механизмът на подзолообразуването е свързан с груповия и фракционен състав на хумуса. Пономарева (1964) разработи нова теория за подзолообразователния процес.

Ниското съдържание на хумус в A<sub>2</sub> и рязкото му нарастване в B<sub>h</sub> е диагностично различие между ПИХП(3) и ПП, в които е многократно по-високо и намалява от високата към ниската част на геоморфоложкия профил и на дълбочина в обекта Царичина. Относително ниското съдържание на нехидролизуемия остатък, нарастващо от ПЛП към КПГП се дължи на по-продължителното влияние на горския почвообразователен процес. Отношението Сх/Сф е над типичното (от 0,6 до 0,2 на дълбочина) и се дължи на високото съдържание на хумуса в ситнозе-

Таблица 7. Групов и фракционен състав на хумуса в % на ПИХП, пл. (3), обект Умбозеро  
Table 7. Group and fractional composition of humus in % of PIHS, "Umbozero"-object

Хоризонт, см	Вълперод	Восъци	Хуминови киселини				Фулвокиселини					Нехидроли- зиран остатък	Сх/ Сф
			1	2	3	Σ	1a	1	2	3	Σ		
A 12 - 20	0,30	9,9	16,7	6,7	13,3	36,7	6,7	13,9	3,3	3,3	26,6	26,7	1,38
AB 20 - 28	0,54	7,0	12,3	1,8	7,0	21,1	23,8	15,8	7,0	5,3	51,9	21,0	0,41
B <sub>n</sub> 28 - 40	2,03	1,0	11,8	0,0	7,4	16,2	34,0	217	3,0	1,0	59,7	23,1	0,27
B 40 - 60	1,61	1,2	18,0	0,0	3,1	21,1	43,5	27,3	0,0	2,5	73,3	4,4	0,29
B <sub>орщ.</sub> 85 - 107	1,38	2,2	8,0	7,2	4,4	19,6	20,3	21,7	15,2	2,2	59,4	18,8	0,33
C 107 - 130	0,53	1,9	9,4	3,8	5,7	18,9	24,5	24,5	11,3	0,0	60,3	18,9	0,31

Таблица 8. Опад и съдържание на някои елементи в него  
Table 8. Residue and content of some elements in it

Почва	Растителност	Опад, kg/ha	%				
			Ca	Mg	K	Σ	N
<b>Обект Умбозеро</b>							
ПИХП	Смърч живи листа		1,480	0,170	0,602	2,243	0,910
	Опад	523	1,009	0,130	0,464	1,603	0,750
	Опад бреза	136	1,045	0,427	0,657	2,131	0,980
	Черни боровинки	63	0,677	0,225	0,745	1,647	1,150
	Боровинки други	9	0,632	0,535	0,437	1,601	0,560
	Вероника	16	0,557	0,162	0,197	0,916	1,120
	Дешампсия	70	0,230	0,081	1,709	2,020	1,050
	Общо опад	817	от който 19% боровинки и треви				
<b>Обект Царичина</b>							
ПЛП	Треви	8795	0,248	0,058	0,041	0,347	0,757
ТПГП	Смърч живи листа		0,704	0,184	0,207	1,096	1,010
	Смърч опад	3111	0,519	0,122	0,213	0,854	0,589
КПГП	Смърч живи листа		1,008	0,250	0,415	1,673	1,070
	Опад	4023	0,797	0,227	0,363	1,387	0,711
КПГП	Бук живи листа		1,237	0,298	1,028	2,563	1,370
	Бук опад	2618	1,307	0,234	0,833	2,374	1,180

ма на ПП. Стойността му в A<sub>2</sub> на ПИХП(3) е свързана с неестествено високото съдържание на Сх-3, особено на Сх-2, чиято фракция е диагностична за черноземите (Пономарева, 1964). Тя е със силно повишено съдържание в КПГП под буково насаждение в обекта

Царичина, свързано с голямото участие Са в биологичния кръговрат на веществата на бука при еднакви почвообразуващи фактори с почвата под смърчовото насаждение в най-ниската част на пояса му. Основната част на хумуса на двата типа почви заемат фракции-

те Сх-1, Сф1а+1. Участието на Сх-3 и Сф-3 в ПИХП(3) са свързани със сесквиоксидите поради отсъствието на илова фракция. Съдържанието на 1а нараства от ПЛП към КПГП и на дълбочина постепенно и рязко намалява от  $A_2$  към  $B_n$  при ПИХП(3).

Вермикулитът с по-малко участие на илита, хлорита, финодисперсния кварц съставят глинестите минерали на ПЛП. При ТПГП освен същите вторични минерали участват повече хидрослюдите за сметка на хлорита, а при КПГП се появява каолинит – признак на напреднало изветряване.

Биологичният кръговрат на веществата е определящ процес в генезиса на почвите. В горските екосистеми се натрупват огромни количества (над  $50 \text{ kg/m}^2$ ) биомаса, 82% от която е над почвената повърхност, несъответстващо на запаса на хумуса (фиг. 1). Биомасата при ПЛП ежегодно отмира, като 75% от нея остава в почвата, благоприятстващо хумусонатрупването. Преобладаването на гъбното разлагане и микоризното хранене на горскодървесните видове при ниски температури спомагат за по-кисел тип на разлагане и формиране на по-мощна горска постилка.

Съдържанието на Са и Mg в опада на смърчовото насаждение в обекта Умбозеро е значително по-голямо от същото при ТПГП и КПГП (табл. 8), потвърждаващо се и от данните на Чипурск (1971) за Хибинските планини. Очевидно по-богатият на базични елементи опад под слабопродуктивните смърчови гори с жива почвена покривка от тундрова растителност не възпрепятства подзолообразуването, нито по-малкото им съдържание в опада на мъртвопокровните смърчови гори в Средна Стара планина за образуването на ТПГП и КПГП. По-голямото съдържание на базични елементи в опад при ПИХП в Крайния Север опровергава досегашното твърдение, че при КПГП отсъства оподзоляване поради по-базичния им опад. Стигаме до извода, че подзолообразуването се обуславя от условията на разлагането и взаимодействието на киселите продукти с минералния слой под горската постилка (табл. 7).

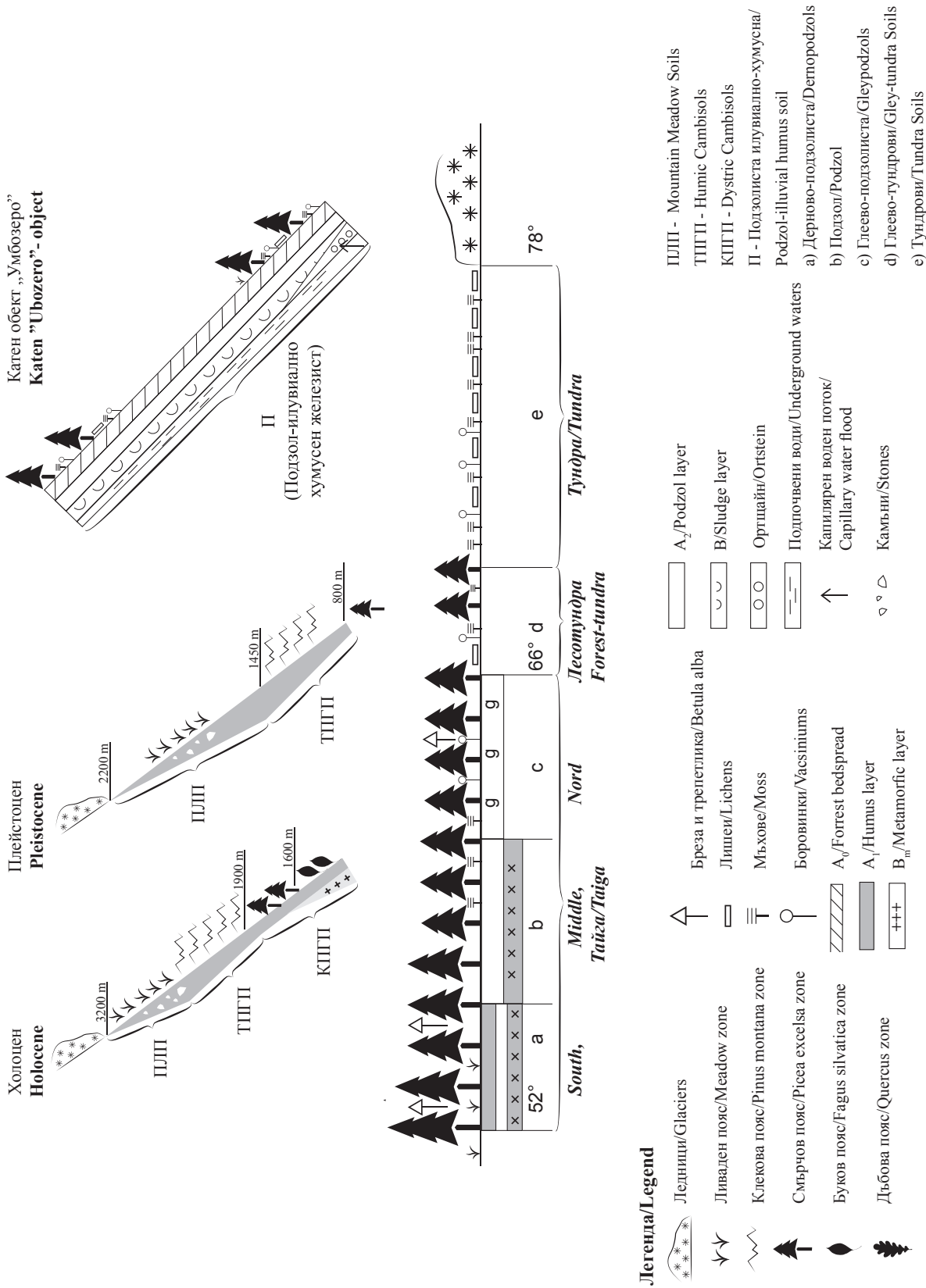
Лизиметричните ни изучвания показват, че промиването на целия почвен профил става след снеготопенето, когато биологичната дейност не е започнала. Установи се, че само

около 3% от постъпващите валежни води под Ао преминава под В хоризонт. Те изнасят около 6,4%  $\text{SiO}_2$ , 2,8% N, 1,1% Mg, 0,76% Са + К от постъпващите под горската постилка. Почти цялата вода, постъпваща в почвата се използва за транспирация особено през активния вегетационен период. Промивните води намаляват киселинността си на дълбочина и се вкисляват към есента заедно с почвата. Количеството на постъпващите под Ао води при ПЛП са около 480 mm, при ТПГП и КПГП под смърчовите насаждения – 260 mm, а под буковите – 360 mm, като останалите валежи се задържат от короните и горската постилка. Промивността следователно при ПИХП(3) е неколkokратно по-малка.

Почвеното дишане нараства с интензивността на биохимичните процеси, ограничени най-вече от топлината. Отделеният  $\text{CO}_2$  при ПЛП нараства от 80 до  $320 \text{ mg.m}^2/\text{h}$  – от 7 до 15 h с нарастване на температурата в горните 15 cm на почвата. Отделеният за вегетационния период С при ПЛП е  $967 \text{ kg/ha}$ , при ТПГП е  $1528 \text{ kg/ha}$  и при КПГП (под смърча) е  $1835 \text{ kg/ha}$ .

Балансът на химичните елементи в екосистемите е разликата между синтезираните им количества през годината и върнатите чрез опада, която при смърчовите насаждения е около 30%, задържаща се най-вече за изграждане на листната система в началото на следващия вегетационен период. При ПЛП 75% от биомасата, представляваща корени, се отлага в почвата, образувайки естествен компост, благоприятстващо натрупването на хумус и адсорбирането му от ситнозема. Мощността на Ао нараства с влошаване на хигротермичните, аерационни и промивни условия. Предвид 4-6-кратно по-малко количество на опада при ПИХП в Крайния Север следва изводът за 4-5-кратното по-бавното му разлагане. Разлагането на опада при планинско-горските почви е по-близко до мулевото и минерализацията. В почвата постъпват разтворените и частично неутрализираните кисели хумусни киселини и комплексни органо-минерални съединения, чиито химични особености и тези на повърхностния почвен слой обуславят подзолообразуването.

От изменението на условията и профилите на ПИХП по катена в обекта Умбозеро,



Фиг. 1. Схема на растително-почвените пояси през Плейстоцена и Холоцена  
 Fig. 1. Scheme of plant-soil zones in the Pleistocene and Holocene



стигнахме до извода за механизма на образуването на ортщайна.

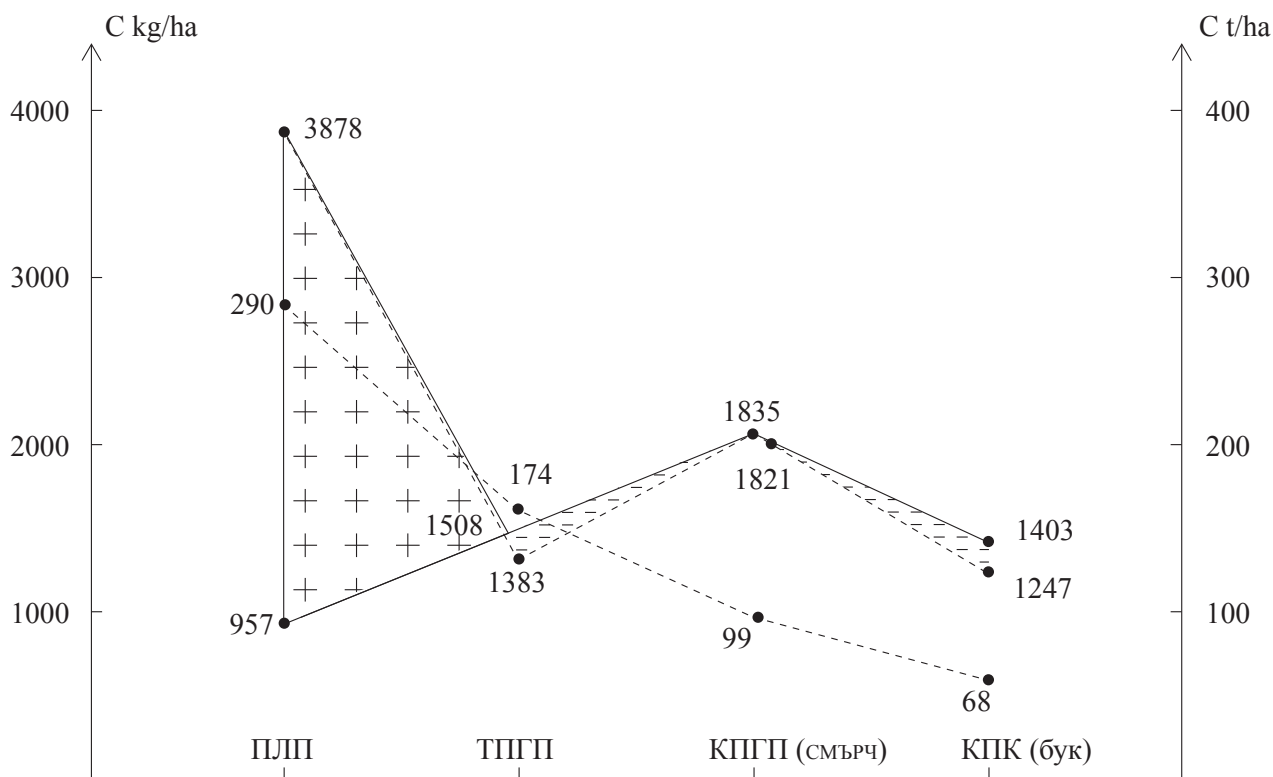
Изтичащата вода по повърхността на неизветрялата скала е обогатена на органично вещество, чието значително съдържание е характерно за подпочвените води в лесотундрата. Развитието на анаеробните процеси в тях води до изчерпване на разтворения кислород, съпроводено често с измиране на рибата в речните води.

Промивайки скалните рухляци, подпочвените води редуцират триокисите на Fe и Mn до редуцираните им форми, чиито концентрации нарастват по наклона. В долната част на склона, където механичният състав на C хоризонта има достатъчна капилярност, последният поема подпочвените води, обогатени на редуцираните форми на Fe и Mn, които се окисляват в неразтворими форми – окиси, циментиращи пясъчните зърна до ортщайн.

За това свидетелства рязката долна граница – интензивно ръждивоохрова окраска

(съответстваща на концентрацията на  $Fe_2O_3$ ) в ниската част на ортщайна, разсветляваща към горната му част.

Отделеният въглерод при почвеното дишане е много по-малко от синтезирания в екосистемата на ПЛП, поради което продължава хумусонатрупването. При ТПГП приходът на въглерода с опада е около 1400 kg/ha за годината, а отделеният от почвата чрез дишането е 1525 kg/ha. Ежегодната му загуба от 125 kg/ha противоречи на огромния му запас в почвата, който се е акумулирал при ежегодното натрупване, каквито са условията при ПЛП, върху която се е настанила смърчовата гора след глациала. Под влияние на горския почвообразователен процес е започнала деградация, изразена в намаление на хумусното съдържание и мощността на А хоризонт на ПЛП. С нарастване продължителността на влиянието на горския почвообразователен процес и затоплянето е нараствала дълбочината на почвения профил, формирал се А и



Фиг. 2. Приход на въглерода (kg/ha) [- - - -], разход на въглерода (kg/ha) [—], натрупване на въглерода (kg/ha) [++++], намаление на въглерода (kg/ha) [= = =], запас на въглерода в почвата (t/ha) [.....] в ПЛП, ТПГП, КПГП(смърч) и КПГП (бук)

Fig. 2. Income of carbon (kg/ha) [- - - -], consumption of carbon (kg/ha) [—], accumulation of carbon (kg/ha) [++++], drain of carbon (kg/ha) [= = =], store of carbon in soil (t/ha) [.....] for Mountain Meadow Soils, Humic Cambisols, Dystric Cambisols (*Picea excels*) and Dystric Cambisols (*Fagus silvatica*)

Вм хоризонт, ТПГП постепенно са преминали в КПГП. При намаляване загубата на въглерода и изравняването ѝ с прихода настъпва динамично равновесие между двата процеса (фиг. 2).

При оттеглянето на равнинните ледници в Северозападна Европа, освободената територия е била заета от ливадна растителност, под чието влияние са се образували ливадни поч-

ви. При отсъствие на алкалоземни бази – кисели почви, а при наличие – черноземовидни ливадни почви.

Ливадната растителност по-късно е била сменена с горска и е настъпила деградация на ливадната почва, като киселата е преминала в „Браун нерде“, а черноземовидната – в излужен чернозем или в сива горска почва.

### Изводи

КПГП са изключително планински почви. Те са се образували чрез деградация на ПЛП в средната и южна част на Евразия. От тях трябва да се изключат недиференцираните кисели горски почви, несвързани с ПЛП.

В генезиса на почвите има две коренно различни направления:

- В лесотундрата господства лишеи-мъховата дребнохрастова растителност, неформираща А хоризонт. Глеево-подзолистият процес в нея и северната подзона на тайгата преминава в подзолист в средната подзона, формиращ  $A_0-A_2-B_n-B_{ортц}$  профил на Подзолите.

- Във високата част на южните планини в умерено топлия и субтропичен климат се е обособил ливадно-планинският пояс, който със затоплянето през Холоцена е бил зает от храстова и горска растителност. Започва деградация на ПЛП чрез понижение на хумусното съдържание и мощността на А хоризонт особено в долната му част, които под влияние на горския почвообразователен процес постепенно се превръщат в КПГП с  $A_0-A-Bm-C$  генетичен профил. Така в тайгата господства подзолообразователният процес, а в южните планини – кафявообразуването.

ПЛП от своя страна имат също две направления на развитие:

- При съдържание на алкалоземни карбонати в почвообразуващата скала се образуват в алпийския пояс Планинско-ливадни черноземовидни почви. При достатъчно влажност те се заемат от горската растителност и чрез деградация се превръщат в Планинско-сиви горски почви, а при сухи остепнени условия преминават в Планински Черноземи.

- При отсъствие на алкалоземни карбонати се образуват типични ПЛП, които при достатъчна влажност се заемат от горски фитоценози и чрез деградация се изменят в същински КПГП. При сухи условия и разреждени храстови гори могат да еволюират в Планински Канелени горски почви.

Подзолистите почви са възникнали след ледниковата епоха върху почти минерален субстрат.

При смяната на една растителност с друга се нарушава динамичното равновесие между прихода и разхода на въглерода и започва загуба или натрупване на хумус в почвата до ново динамично равновесие.

Според нас съществено значение за почвообразуването има обмяната на базичните елементи на органоминералните съединения, постъпващи от  $A_0$  с обменния водород на киселите глинести минерали, при което се възстановяват частично киселите продукти, оподзоляващи горната част на Вм хоризонт на КПГП и  $A_2$  хоризонт на „Дерново-подзолистите“ почви.

Опровергава се изводът, че поради богатия на различни базични елементи опад липсва оподзоляване на нашите КПГП. образуването на Подзоли или Планинско-горски почви се обуславя от условията на разлагане на горската постилка и свойствата на почвения слой под нея.

Средните януарски температури (от 0 до  $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) не са ограничаващ фактор за разпространението на КПГП при валежи над 600 – 700 mm.

При Подзолистите илувиално-хумусни почви в Крайния Север по-малкото количество валежи обуславят по-малка промивност, по-кисели продукти, постъпващи от  $A_0$ , по-продължи-

телното им съприкосновение с повърхностния почвен слой, ускоряващо оподзоляването.

По-високите температури и по-голямото количество валежи при КПГП благоприятстват по-мулев тип на разлагане и по-пълна минерализация на горския опад. Наличието на базични елементи и сесквиоксиди в ситнозема осигурява неутрализацията им, а глината в него – адсорбцията им.

Долната граница на планинските ледници през Плейстоцена в Далечния Изток е била от 550 до 750 m по-ниско от същата при нашите условия, поради което поясът на планинските почви е значително по-ниско.

Нарастващото количество на почвените води по катена, обогатени на органично вещество и редуцирано желязо, оглеяват С хоризонт и при достатъчна капилярност в него се подемат, FeO се окислява до Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, циментиращ пясъка в орщайнов хоризонт.

## Литература

**Антонов, Г.** 2014. Почвообразователен процес и генезис на Подзолите и Кафявите горски почви. Институт за гората, София, 3-111 (непубл. материали)

**Ганев, Ст.** 1960. Съвременна почвена химия. Наука, София, 40-76

**Хубенов, Г.** 1972. Глинести минерали при Кафявите горски почви под смърчови и бялборови гори в Северозападни Родопи. *Почвознание и агрохимия*, № 6, 21

**Глазовская, М.** 1960. Состав гумуса в северных склонах Тянь-Шаня. *Почвоведение*, № 12, 1-17 (по Ассинг, И. А., 1960). Особенности гумусообразования в горных почвах Северного Тянь-Шаня).

**Глазовская, М.** 1973. Почвы мира. Том 2. Москва.

**Зайделман, Ф. Р.** 2010. Формы кислотного гидролиза и глееобразование и их роль в возникновении осветленных, кислых, елувеяльных (подзолистых) горизонтов. *Почвоведение*, № 4, 387-397

**Ливеровски, Ю. А.** 1984. Проблемы генезиса и геогрофии почв. Наука, Москва, 123-136

**Манаков, К. Н., Никонов, В. В.** 1972. Круговорот биологический минеральных элементов и почвообразования ельниках Крайнего Севера. *Наука*, Ленинград, стр. 7-8, 27-28, 48-95, 141-157

**Пономарева, В. В.** 1964. Подзолообразователен процес. Теория. *Наука*, Ленинград, 119-127

**Тушинский, Т. К., М. М. Давидкова.** 1976. Физическая география. Москва, 119-127

**Филипович, Л.** 1981. Късно ледниково развитие на горската растителност в Средна Стара планина и Средна гора. *Фитология*, 18, 3-22

**Чипурск, Н. Д.** 1971. Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в Хибински гор. *Наука*, Москва, 217 с.

**Ярков, С. П.** 1961. Почвы луговой зоны СССР. *АН СССР*, 41-74