

СЪДЪРЖАНИЕ НА ОРГАНИЧЕН ВЪГЛЕРОД В КАНЕЛЕНИ ГОРСКИ ПОЧВИ ПРИ РАЗЛИЧНИ ФОРМИ НА ЗЕМЕПОЛЗВАНЕ

Ваня Дойчинова¹, Миглена Жиянски¹, Пламен Иванов², Венера Цолова²

¹ Институт за гората, Българска академия на науките, София

² Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкарв“, София

Резюме

Изследвани са канелени горски почви, които са формирани при различни форми на земеползване в подножието на Лозен планина. Използвани са еднакви по размер пробни площи, заети от дървесна растителност (*Quercus cerris* L.) - ПГ и от тревна ливадна растителност – ПЛ. Обектите са разположени върху един склон при еднаква надморска височина, наклон и изложение. Доказва се по-високо съдържание на орг. С в почвите под ливадна растителност (ПЛ), в сравнение тези под горското насаждение (ПГ), като за 0-50 cm почвен слой средните стойности са съответно 1,45 % и 1,24%. Запасите на органичен въглерод за същата дълбочина са съответно 2,53 и 2,12 kg/m². За орницата 0-30 cm, тези стойности са: за ПЛ 1,95% и 3,13 kg/m², а за ПГ 1,5% и 2,20 kg/m². И за двете пробни площи, обаче съдържанието на въглерод се оценява, като ниско (С%<2%), което е характерно за по-голяма част от почвите в Югоизточна Европа. Почвите показват и различия в киселинния статус, като тези от ПЛ са силно до средно кисели (pH= 4,90-5,45), докато тези от ПГ са силно кисели до неутрални (pH=4,80-6,80). Доказва се значима корелационна зависимост между С% и N% (p<0,0001), но достоверна такава с pH не се установява.

Ключови думи: почвен органичен въглерод, канелени горски почви, земеползване, Лозен планина.

Key words: organic carbon, Luvisols, land use, Lozen Mountain.

JEL: Q15, Q23.

Увод

Във връзка с климатичните промени и нарастването на емисиите на парникови газове в атмосферата, особено остро се постави въпроса за оценка на запасите от въглерод в почвата и определяне на факторите, влияещи върху неговата динамика. Общо, запасите от почвен въглерод в глобален мащаб се оценяват на 1,500–1,550 Pg C [13, 15], което прави почвата един от най-големите резервоари на въглерод в биосферата, наред с растителността и океаните. Почвите под горски насаждения и планински ливади се явяват изключителен „склад“ за акумулация на въглерод. За година, в тях се акумулират количества в диапазона 0-100 mil tons [16]. Типът растителност е от много голямо значение за натрупването на въглерод в почвата заедно с другите фактори на почвообразуване – климат, релеф, време, материнска скала, човешка дейност [11]. Антропогенната дейност, изразяващ се в промяна на растителната покривка (например превръщането на гора в земеделска земя) или в промяна на управленските практики в земеползването (например при преминаване от екстензивно към интензивно земеделие), също може да доведе до изменение във въглеродния баланс на почвата. Залесяването на пустеещи или земеделски земи води до постепенно натрупване на органичен въглерод в почвата, а обезлесяването води до неговата много бърза загуба [20]. Промените в земеползването, изразяващи се в преминаване от горски към аграрни

земи, са свързани с емисии и намаление до 60% на почвения органичен въглерод [13]. При превръщането на пасища в гори е докладвано увеличение в общото съдържание на органичен въглерод в почвената система, основно за сметка на натрупания въглерод в горската постилка [12, 21]. Други изследователи [9, 19] също намират, че плътността на въглерода (Mg ha⁻¹) в пасищата е по-ниска от тази в горите. Това е пример за влиянието на промените в земеползването и началните нива на въглерода върху общото съдържание на органичен въглерод в почвата. Ето защо, определянето и сравнението на запасите на почвен въглерод при различни форми на земеползване, са от съществено значение за установяване на онези най-добри практики на управление, които ще доведат до увеличение на секвестрирането на въглерод в почвата и до намаление или избягване на бъдещи загуби.

Съгласно Рамковата конвенция на ООН по изменение на климата (РКОНИК) и протокола от Киото нашата страна се задължава да докладва промените в запаса на въглерод и на емисии на парникови газове в резултат на управлението на горите и на промените в земеползването [18]. В тази насока, проучванията на горски почви в България показват, че видовете гора и начините на стопанисване оказват влияние върху баланса на въглерода в почвите [1, 2, 17, 22]. В България запасите на органичен въглерод в почвите от категория земеползване „Гори“ се изчисляват на

174,51 Mt, като от тях 76,96 Mt се включват в клас Luvisols [6].

Целта на настоящото изследване е да установи съдържанието на органичен въглерод в Канелени горски почви с различен тип земеползване – горска и ливадна екосистема.

1. Обекти и методи

Пробните площи се намират в района на Германски манастир, в подножието на Лозен планина. Те попадат в припланинския климатичен район на Софийската област, с умереноконтинентален климат. Почвообразуващите скали са гранит, кристалинни шисти, сенонски варовици, сиенити, андезит и др. Най-разпространеният почвен тип са Канелените горски почви. Те се отличават с мощен профил (80-100 cm), с тежък механичен състав (45-55% физична глина) и изразена диференциация на механичния състав по дълбочина на профила [8].

Пробна площ ПГ е разположена при 650 м н.в., наклон 17°, под дъбова горска растителност, с доминиране на цера (*Quercus cerris* L.). Насаждението е издънково, на възраст 60 години, при склопеност 85% и плътност 1 120 брой дървета/ha.

Пробна площ ПЛ е разположена в съседство, при същата надморска височина и наклон, и е изцяло под тревна растителност, доминирана

главно от житни и многогодишни тревни видове (р. *Festuca*, р. *Poa* и др.).

Почвените проби са събрани от 5 места за всяка пробна площ, всяка с по три дълбочини: 0-10; 10-30; 30-50 cm, като общо са анализирани 30 броя проби. Анализите са извършени по стандартни методи [3]: обемна плътност (метод с режещ пръстен), механичен състав (по Качински), съдържание на хумус (по Тюрин), общ азот (по Келдал), рН (потенциометрично с апарат Pracitronic, MV 88), органичен С, преизчислен в хумус (Сх1,724).

Запасите на органичен въглерод в почвата са изчислени чрез следната формула:

$$\text{Запас С (kgC m}^{-2}\text{)} = \text{орг. С (g C/100 g)} \times \text{коригирана ВД (g cm}^{-3}\text{)} \times \text{дебелина на слоя (m)} \times \text{K/10,} \quad (1)$$

където:

ВД – обемна плътност,

К – коефициент за определянето на запаса на въглерод за почвените профили с измерена обемна плътност, коригирана при наличие на груби фракции.

За всяка от пробните площи е направено морфологично описание на представителните профили. Типът на почвите е определен според класификацията и диагностиката на почвите в България във връзка със земеразделянето [7] (приложение 1).

Табл. 1. Характеристика на почвите в пробните площи

№ на проба	Дълбоч. см	рН	Хумус %	С %	Н %	С/Н	Запас орг. С kg/m ²
1	2	3	4	5	6	7	8
ПГ – гора							
1 Представителен профил	0-10	6,20	2,34	1,36	0,10	14	1,40
	10-30	5,20	1,69	0,98	0,09	11	2,39
	30-50	4,80	1,27	0,74	0,08	9	2,04
2	0-10	6,60	2,27	1,32	0,10	13	1,36
	10-30	6,80	1,58	0,92	0,08	12	2,24
	30-50	5,00	1,14	0,66	0,05	13	1,82
3	0-10	4,40	3,64	2,11	0,10	21	2,17
	10-30	5,00	0,45	0,26	0,05	5	0,64
	30-50	5,35	0,22	0,13	0,01	13	0,36
4	0-10	6,60	6,33	3,67	0,19	19	3,79
	10-30	5,50	2,98	1,73	0,10	17	4,22
	30-50	6,35	2,74	1,59	0,09	17	4,39
5	0-10	6,40	3,50	2,03	0,12	17	2,09
	10-30	5,60	1,22	0,71	0,07	10	1,73
	30-50	5,00	0,72	0,42	0,06	7	1,16
Средно	0-50	5,65 ±0,77	2,14 ±1,56	1,24 ±0,90	0,09 ±0,03	13±4	2,12 ±1,20
ПЛ – ливада							
1 Представителен профил	0-10	5,00	5,44	3,15	0,18	18	3,91
	10-30	5,00	2,50	1,45	0,09	5 17	3,80
	30-50	4,90	1,13	0,66	0,05	4 13	1,98
2	0-10	5,45	4,32	2,50	0,17	15	3,10
	10-30	5,10	0,83	0,39	0,08	5	1,02
	30-50	5,10	0,45	0,26	0,06	4	0,78

(продължение)

1	2	3	4	5	6	7	8
3	0-10	5,30	5,51	3,20	0,20	16	3,97
	10-30	5,00	1,78	1,03	0,12	8	2,70
	30-50	5,00	0,72	0,42	0,08	5	1,26
4	0-10	5,40	4,51	2,62	0,21	12	3,25
	10-30	5,10	2,35	1,36	0,10	13	3,56
	30-50	5,10	1,01	0,58	0,07	9	1,74
5	0-10	5,20	5,10	2,96	0,16	18	3,66
	10-30	5,00	1,53	0,89	0,08	12	2,33
	30-50	5,00	0,51	0,29	0,06	5	0,87
Средно	0-50	5,11 ±0,16	2,51 ±1,90	1,45 ±1,12	0,11 ±0,05	11 ±5	2,53 ±1,18

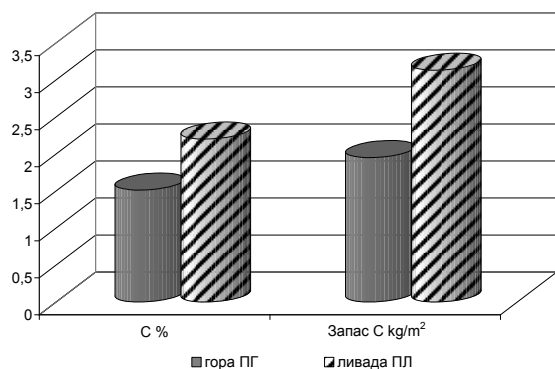
2. Резултати и обсъждане

Данните за съдържанието и характеристиките на органичното вещество в почвите под гора (ПГ) и под ливада (ПЛ) са представени в табл. 1.

Известно е, че въглеродът се акумулира в почвите в резултат на по-бавните темпове на минерализация на растителните и животински остатъци и последващия пренос на продуктите в сравнение с процеса на отлагане на органична материя. При равни други условия един и същи

тип почва е резервоар на въглерод и източник на въглеродни емисии, като динамиката на тези процеси зависи от вида на растителната покривка и начина на земеползване [10, 14].

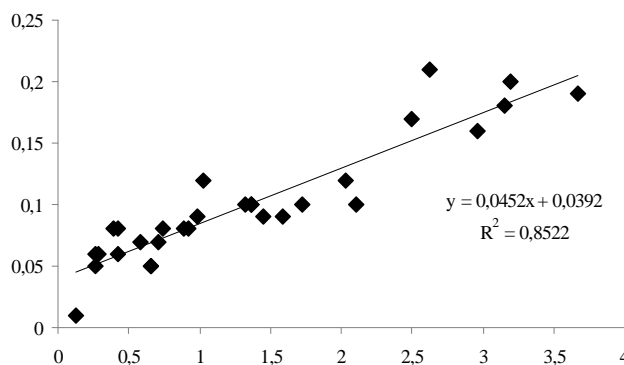
В изследвания район запасът на орг. С в пробната площ ПЛ (под ливада) – 2,53 ±1,18 kg/m² е по-висок в сравнение с пробна площ ПГ (под дъбова гора) – 2,12± kg/m² за 0-50 см слой на почвите.



Фиг. 1. Съдържание на C% и запас на C kg/m² в горните 0-30 см на почвите от ПГ и ПЛ

Съдържанието на въглерод (%) в повърхностните 0-10 см на почвата, където трансформацията на растителния опад (фини коренчета и листен опад) е най-интензивна, варира съответно за ПГ: 3,67±1,32%, а за ПЛ: 3,20±2,50%. Значителната степен на вариация на данните в ПГ отразява влиянието на релефа и водната ерозия в процеса на акумулация на органично вещество. Средно съдържанието на орг. С (%) е по-високо под ливада, в сравнение с това под гора, за 0-50 см почвен слой, съответно 1,45% и 1,24%. За орницата 0-30 см, тези стойности са: за ПЛ 1,95 % орг. С и запас на почвен въглерод 3,13 kg/m², а за ПГ 1,5 % орг. С и 2,20 kg/m², запас на почвен въглерод (фиг. 1.)

Азотът в почвите за 0-10 см слой варира съответно: за ПГ 0,19±0,10%, а за ПЛ 0,21±0,16%, което отнася почвата от ПГ към средно до слабо запасена с азот, докато почвата под ПЛ се оценява като средно до добре запасена. Предпола-



Фиг. 2. Корелационна зависимост C% и N% в 0-50 см почвен слой

га се, че процесите на азотфиксация протичат в по-голяма степен в почвата под ливадна растителност и обуславят установените по-високи стойности.

По наши данни (табл. 1), съотношението на C/N за 0-50 см почвен слой, по което се съди за процесите на трансформация на органичното вещество в почвата, варира съответно: за ПГ – 21±5, а за ПЛ – 18±5. Средно съотношението на C/N за ПГ е 13 ±4, а за ПЛ е 11 ±5, което се оценява като много ниско (<16). Колкото е по-тясно това отношение (по-ниски са стойностите), толкова по-бързо се извършват процесите на минерализация в почвата, а по-високото съотношение показва, че се извършва акумулация и обогатяване на почвата с органично вещество при ниска степен на минерализация [4]. От значение тук е качеството на органичното вещество. Данните предполагат, че процесите на разлагане на органично вещество, с освобождаване на въг-

лероден диоксид, протичат с по-голяма интензивност в ливадата, но и в двата разглеждани варианта на тип земеползване, процесите на акумулация на органично вещество са много слаби ($C/N < 24$).

Очаквано се потвърждава значима корелационна зависимост между $C\%$ и $N\%$ ($p < 0,0001$) (фиг. 2). Достоверни корелативни зависимости обаче, между съдържанието на орг. C с рН не се установяват.

Почвите показват и различия в киселинния статус, като тези от ПЛ са силно до средно кисели ($pH = 4,90-5,45$), според класификацията на почвите в зависимост от рН на средата [5], докато тези от ПГ са силно кисели до неутрални ($pH = 4,80-6,80$). Потвърждава се разнопосочното влияние на растителността върху рН и характеристиките на почвообразователния процес в изследваните почви. Влиянието на биогенния фактор се подсилва от горската постеля, която може да променя почвеното рН, в зависимост от характера на органичните субстанции и протичащите в нея процеси.

Изводи и препоръки

Типът земеползване оказва влияние върху процесите на акумулация и трансформация на органичното вещество в канелените горски почви от подножието на Лозен планина.

В нашето изследване се доказва по-високо съдържание на орг. C в почвите под ливадна растителност (ПЛ), в сравнение с тези под гора (ПГ), за повърхностния 0-50 cm почвен слой. Изчислено като запас на орг. C съдържанието е $2,53 \pm 1,18 \text{ kg/m}^2$, в тревните площи и $2,12 \pm 1,20 \text{ kg/m}^2$, в горските.

Съотношението C/N в изследваните екосистеми е ниско ($C/N < 24$) и отразява слабата акумулация на органично вещество. Процесите на минерализация на органично вещество се извършват с по-голяма скорост в почвите под ливадна растителност.

Типът земеползване, респ., видът на растителността променя киселинния статус в хумусно-аккумулятивния слой на почвите до средно кисел в ливадната екосистема ($pH \text{ макс.} = 5,45$) и до неутрален в горската ($pH \text{ макс.} = 6,80$).

Количеството на органичния въглерод в изследваните геосистеми не се влияе доказано от рН и потвърждава водещата роля на микробналните съобщества в процеса на хумусообразване.

Благодарност

Изследването е проведено в рамките на проект „Натрупване на почвен въглерод и поток на елемента в системата почва-растение в урбанизирани лесопаркове“ по Дог. ДМУ 02-15/18.12.2009 г. с НФНИ, МОМН на Р. България.

Приложение 1

Профил ПГ Германски манастир. Почвообразователна скала: кристалинни шисти и конгломерати. Релеф: наклонен. Растителност: дървесна растителност ~ 30% представена от цер (*Quercus cerris* L.) и тревен подлес до 70%.

МГП: AoL - плътна покривка, AoF - развит подхоризонт, AoH - развит подхоризонт, с неясен преход към минералните хоризонти.

Ah: 0-4 cm. Тъмнокафяв 10YR3/3, свеж, дребно троховидна структура, средно рохкав, средно песьчливо-глинест. Включения от дребни корени. Преход - ясен по цвят и плътност. $V = 94,4$

AB: 4-23 cm. Тъмно червеникаво кафяв 5YR3/4, влажен, средно-зърнеста до буцеста структура, средно уплътнен, средно до тежко песьчливо-глинест. Включения от средни и дребни корени. Не шупва от 10% HCl. Преходът е неясен по цвят и ясен по плътност. $V = 88,1$

Bt: 23-43 cm. Червеникаво кафяв 5YR4/4, влажен, едрозърнеста структура, много плътен, тежко песьчливо-глинест, с включения от дървесни корени. Не шупва от 10% HCl. Прехода е плавен по цвят и структура. $V = 91,1$

BC: 43-80 cm. Много тъмнокафяв 10YR2/2, влажен, средно плътен, едро-буцеста структура, средно песьчливо-глинест. Включения от корени и от основна скала. Не шупва от 10% HCl.

BkC: 80-110↓(C) cm. Тъмнокафяв 10YR3/3, влажен до мокър, едро буцеста структура, средно плътен, средно до тежко песьчливо-глинест, включения от едри дървесни корени, червени камъни и шисти. Кипи от 10% HCl. $V = 94,4$

Профил ПЛ Германски манастир. Почвообразователна скала: кристалинни шисти и конгломерати. Релеф: наклонен. 100% тревна от житни и многогодишни видове (р. Festuca, р. Poa и др.).

A чим: 0-5 cm. Растителни остатъци в различна степен на трансформация и силно хумифицирана органична материя

(A)B: 5-15 cm. Тъмнокафяв 10YR3/3, влажен, слабо до средно уплътнен, средно песьчливо глинест, троховидна структура, много корени от тревната растителност, не шупва от 10% HCl, преход ясен.

Bt1: 15-35 cm. Червеникаво сив 5YR5/2, влажен, плътен, тежко песьчливо глинест, едрозърнеста структура, единични корени от тревната растителност, не шупва от 10% HCl, преход слабо забележим.

Bt2: 35-50 cm. Червеникаво кафяв 5YR5/4, влажен, плътен, тежко песьчливо глинест, едрозърнеста до дребнобуцеста структура, не шупва от 10% HCl.

Литература

1. Андреева, Н., Филчева, Е., Маркова, К. *Органично вещество в слабо развити почви от Витоша*. Почвознание, Агрохимия и Екология. 2011. 1-4. с. 68-71.
2. Грозева, М. *Повърхностният хумус в планински горски екосистеми повлияни от стопанска дейност*. Горско стопанство. 1986. 2. с. 13-15.

3. Донов, В., Генчева, С., Йорова, К. *Ръководство по почвени анализи*. Земиздат. София. 1974. с. 110.
4. Донов, В. *Горско почвознание*. София. 1993. с. 430.
5. Койнов, В., Гюров, Г., Колчева, Б. *Почвознание*. Земиздат. София. 1980. с. 300.
6. Малинова, Л., Дончева, М., Безлова, Д. *Определяне запасите на органичен въглерод в почви от категория земеползване „Гори“ за целите на инвентаризацията на емисии/поглъщане на парникови газове в България*. Почвознание, Агрехимия и Екология. 2011. 1. с. 32-39.
7. Пенков, М., Донов, В., Бояджиев, Т., Андонов, Т., Нинов, Н., Йолевски, М., Антонов, Г., Генчева, С. *Класификация и диагностика на почвите в България във връзка със земеразделянето*. 1992. Земиздат. София. с. 151.
8. *Почвено-географско райониране на България*. 1981. София. с. 225.
9. Bradley, R., Milne, R., Bell, J., Lilly, A., Jordan, C., Higgins, A. *A soil carbon and land use database for the United Kingdom*. Soil Use Manag. 2005. 21. p. 363–369.
10. Cienciala, E., Exnerova, Z., Macků, J., Henžlik, V. *Forest topsoil organic carbon content in Southern Bohemia region*. Journal of forest science. 2006. 9. p. 387–398.
11. Eaton, J., McGoff, N., Byrne, K., Leahy, P., Kiely, G. *Land cover change and soil organic carbon stocks in the Republic of Ireland 1851–2000*. Climatic Change. 2008. 91. p. 317–334.
12. Guo, L., Gifford, R. *Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis*. Glob Chang Biol. 2002. 8. p. 345–360.
13. Lal, R. *Soil carbon sequestration impacts on global change and food security*. Science. 2004. 304. p. 1623–1627.
14. Milne, R., Brown, T. *Carbon in the vegetation and soils of Great Britain*. J Environ Manage. 1997. 49. p. 413–33.
15. Schlesinger, W. *An overview of the global carbon cycle*. In: Lal, R., Kimble, J., Levine, E., Stewart, B. (eds). Soils and global change. Lewis. Boca Raton, Florida. 1995. p. 9–25.
16. Schiils, R., Kuikman, P., Liski, J., van Oijen, M., Smith, P., Webb, J., Alm, J., Somogyi, Z., van den Akker, J., Billett, M., Emmett, B., Evans, C., Lindner, M., Palosuo, T., Bellamy, P., Jandl, R., Heiderer, R. *Final report on review of existing information on the interrelation between soil and climate change (Climsoil)*. 2008. [http://ec.europa.eu].
17. Sokolovska, M., Zhiyanski, M., Lyubenov, T. *Monitoring of organic carbon stocks in forest soils in South-west Bulgaria*. International Workshop on “Development of models and Forest soil Surveys for Monitoring of soil Carbon”. Abstracts. 2006. April 5-8. Koli, Finland.
18. Sokolovska, M., Zhiyanski, M. *Harmonizing methods for assessing carbon in forest soils*. Management and Sustainable Development. 2007. vol. 16. 1. p. 130-135.
19. Tomlinson, R. *Soil carbon stocks and changes in the Republic of Ireland*. J Environ Manage. 2005. 76. p. 77–93.
20. Woodbury, P., Heath, L., Smith, J. *Land Use Change Effects on Forest Carbon Cycling Throughout the Southern United States*. J Environ Quality. 2006. 35. p. 1348–1363.
21. Zhiyanski, M., Kolev, K., Hursthouse, A., Sokolovska, M. *Land use Change Effects on soil organic carbon and nitrogen contents in Ecosystems from Central Balkan Mountains in Bulgaria*. Journal of Balkan Ecology. 2008. vol. 11. 4. p. 397-412.
22. Zhiyanski, M., Sokolovska, M., Dimitrova, T. *SOC stock in different forest-related land-uses in central Stara Planina Mountain, Bulgaria*. Bulletin of Serbian Geographical Society. 2009. T. LXXXIX. 4. p. 99-107.

ORGANIC CARBON CONTENT IN LUVISOLS UNDER DIFFERENT LAND USES IN LOZEN MOUNTAIN

Vania Doichinova¹, Miglena Zhiyanski¹, Plamen Ivanov², Venera Tsoleva²

¹ Forest Research Institute, Bulgarian Academy of Science, Sofia, Bulgaria

² Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection “N. Poushkarov”, Sofia, Bulgaria

Abstract

Luvissols (Chromic) formed under different land use in Lozen Mountain were studied. The tested plots with same area located on one slope at the same altitude and aspect were included. The experimental plot FL was located in oak forest stand (*Quercus cerris* L.), and the experimental plot GL was in grass vegetation and presents a mountainous meadow. The higher organic carbon content was determined in soil under grass vegetation (GL) compare to those under forest land use (FL). The mean values of the parameter were respectively 1.45% and 1.24% in the layer 0-50 cm. Organic carbon stocks for the same depth were respectively 2.53 and 2.12 kg/m². In the surface 0-30 cm of soils, these values were: 1.95% org. C for GL and 3.13 kg/m², and 1.5% for FL and 2.20 kg/m². However for both studied plots, the carbon content is estimated as low (C%<2%), which is typical for the most soils in South-Eastern Europe. The soils show differences in the acid status as those of GL are strongly to moderately acidic (pH=4.90-5.45), while those of FL are highly acidic to neutral (pH=4.80-6.80). A significant correlation between C% and N% (p<0.0001) was determined, but such a reliable with pH was not established.