

СТАТИСТИЧЕСКИ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА СЪДЪРЖАНИЕТО НА МАКРО- И МИКРОЕЛЕМЕНТИ В КАФЯВА ГОРСКА ПОЧВА

Елена Цветкова

Лесотехнически университет – София

УДК 630.114

Постъпила на 11.11.2009

В статията са представени резултати от статистическата обработка и анализ на данни за съдържанието на макро- и микроелементи в кафява горска почва (Dystric-Eutric Cambisols) от района на Западните Родопи, УОГС „Г. Ст. Аврамов“ – с. Юндола. Изчислени са основните параметрични и непараметрични статистически показатели и коефициента на вариране (CV%) за всеки масив от 81 проби. С цел намаляване на значителното отклонение на честотното разпределение на данните от „нормалното“ е извършено групиране по едификаторен дървесен вид. Установено е, че групирането на пробите според едификаторния дървесен вид оказва съществено влияние за „нормализирането“ на честотното разпределение на данните за рН и съдържанието на орг. С и Р при белия бор и смърча. Съгласно критериите на МКП – Гори, за всяка от пробните площи е оценено почвеното богатство.

Ключови думи: кафява горска почва, нормалност, общи съдържания, макро- и микроелементи, Юндола.

Key words: Dystric-Eutric Cambisols, normality, total contents, macro- and microelements, Yundola.

За горските екосистеми, които се развиват в райони със слабо антропогенно натоварване се приема, че варирането на съдържанието на макро- и микроелементи в почвата е в границите на естествените колебания.

От правилната оценка и анализа на богатството на почвата до голяма степен зависи както настоящето, така и бъдещото екологосъобразно стопанисване на горите у нас.

Почвите в района на УОГС „Г. Ст. Аврамов“ са проучени от редица автори (Флоров и др. 1964; Донов и др. 1970, 1984; Донов 1976; Божова

1983; Гарелков и др. 1983; Стаева-Божова и др. 1984; Павлова и др. 1996; Малинова 1997, 2001; Коларов и др. 2002; Малинова и др., 2003; Pavlova et al. 2005). Анализът на проучванията върху кафявите горски почви в района на Юндола показва, че са изследвани разнообразни показатели от сравнително малък брой пробни площи. Важен момент също така е, че при повечето от тези проучвания са прилагани различни методи за химичен анализ на съдържанието на макро- и микроелементи. Като цяло на този етап все още липсва детайл-

на статистическа оценка и анализ на почвените условия в района.

Цел на проучването е статистически анализ и оценка на съдържанието на общи форми на хранителни елементи в кафяви горски почви.

Обект и метод на работа

В настоящата разработка се ползват данни от почвено изследване, което включва 27 пробни площи, заложили в иглолистни горски екосистеми на територията на Учебно-опитно горско стопанство „Г. Ст. Аврамов“ – с. Юндола. Проучваната територия обхваща части от източните и югоизточните разклонения на Рила и западните и северо-западните разклонения на Западни Родопи. Обектите са отдалечени от промишлени източници на замърсяване и се приема, че получените данни съответстват на регионалните нива за съдържание на елементи в почви.

Пробните площи (ПП) са разположени в диапазона от 1300 до 1700 m н.в. Почвите са наситени кафяви горски (Eutric Cambisols) и само в три пробни площи – ненаситени кафяви горски (Dystric Cambisols). Почвообразуващите скали са гранит, гнайс и пегматит. Растителността като фактор на почвообразуване е представена от естествени насаждения от бял бор, обикновен смърч и обикновена ела.

Взети са проби по генетични хоризонти от пълни почвени профили и по 2 повторения за съответните хоризонти със сонда. Сондажните места са разположени на разстояние 15 m около профила, в ъглите и в средите

на страните на квадратна площадка с размер 900 m². По същата схема са взети по 3 повторения за проби от Ao^I и Ao^{II} подхоризонт на мъртвата горска постилка (МГП) (Цветкова 2005). За изпълнение на целта на настоящето проучване от всяка пробна площ са взети и по 3 прикопки от минералния почвен слой с дълбочина 0–5 cm, който е разположен под представителни за площта тревни растителни микрогрупировки. От всеки хоризонт и слой са взети общо по 81 броя проби.

Извършени са следните анализи: потенциометрично измерване на pH във воден извлек (ISO 10390); определяне съдържанието на органичен C – модифициран метод на Тюрин; определяне съдържанието на общ N – метод на Келдал, с Kieltec Auto 1030; определяне съдържанието на общи форми на макро- (K, Ca, Mg и Fe) и микроелементи (Mn, Na, Cu, Zn и Pb) – атомно абсорбционно определяне с AAS Perkin Elmer (P – спектрофотометрично). За свежия опад на МГП (Ao^I) след сухо минерализиране при 450° C и последващо разлагане с 20 % HCl. За ферментационния подхоризонт на МГП (Ao^{II}) и за почвите – минерализиране с царска вода (ISO 11466). Всички резултати са представени по отношение сухата маса на пробите.

Математическо-статистическата обработка включва определянето на основните параметрични и непараметрични показатели. За доказване на отклонения от „нормалното“ разпределение на масива от данни е използван W-тестът на Shapiro-Wilks. Когато W-статистиката е значима, хипотезата (H₀), че разпределението е „нормално“ се

отхвърля (при избрано ниво на значимост $\alpha = 0,05$). W-тестът на Shapiro-Wilks е предпочитаният тест за проверка на отклоненията от „нормалността“ на разпределението на данните, заради по-добрите си качества и мощност в сравнение с широка гама от алтернативни тестове (Legendre and Legendre 1998; NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods; Statistics Glossary; <http://www.analystsoft.com>).

Чрез ArcGIS е подготвена карта на обекта с отбелязани за всяка ПП диаграми за почвеното богатство, категоризирано спрямо МКП – Гори (Vanmechelen et al. 1997).

Резултати

За оценката на данните за киселинността и съдържанието на общите форми на елементите от изследваните 27 пробни площи са приложени параметрични и непараметрични статистически показатели. Оценката е извършена по генетични хоризонти.

Основните **параметрични показатели**, които характеризират масива от данни за изследваната кафява горска почва са представени в табл. 1. Оценката на резултатите включва анализ на двете основни характеристики на „нормалното“ разпределение, а именно **средноаритметичната стойност** и **дисперсията**. Чрез **коефициент на вариране (CV)** е оценена степента на вариране на стойностите около средната.

Таблица 1

Table 1

Параметрични статистически показатели за оценка съдържанието на общи форми на макро- и микроелементите
Parametric statistical parameters for assessment of the total content of macro- and microelements

			n	Mean	± St. dev.	St. err.	Conf. -95%	Conf. + 95 %	CV%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	(H ₂ O)	Ao ^I	81	5,07	0,34	0,04	4,99	5,15	6,7
		Ao ^{II}	81	5,35	0,36	0,04	5,27	5,43	6,8
		0 - 5	81	4,95	0,34	0,04	4,88	5,03	7,0
		A	81	4,98	0,34	0,04	4,90	5,05	6,8
		B	81	5,16	0,36	0,04	5,08	5,24	6,9
		C	81	5,44	0,36	0,04	5,36	5,52	6,5
opr. C	g/kg	Ao ^I	81	383	34,0	3,8	375	390	9
org. C		Ao ^{II}	81	307	46,3	5,1	297	317	15
		0 - 5	81	38	17,5	1,9	34	42	46
		A	81	48	21,3	2,4	43	53	44
		B	81	23	13,2	1,5	20	26	57

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
общ N total N	g/kg	Ao ^I	81	13,0	3,4	0,4	12,2	13,7	26
		Ao ^{II}	81	14,7	3,1	0,3	14,0	15,4	21
		A	81	3,0	1,8	0,2	2,6	3,4	58
		B	81	1,4	1,0	0,1	1,2	1,6	69
		C	81	0,5	0,5	0,1	0,4	0,6	94
P	mg/kg	Ao ^I	81	906	220	24	857	954	24
		Ao ^{II}	81	1050	234	26	998	1101	22
		A	81	626	354	39	548	704	56
		B	81	533	345	38	456	609	65
		C	81	463	351	39	386	541	76
K	mg/kg	Ao ^I	81	1249	287	32	1186	1313	23
		Ao ^{II}	81	1818	535	59	1699	1936	29
		A	81	1655	904	100	1455	1855	55
		B	81	1947	1349	150	1649	2246	69
		C	81	2068	1396	155	1759	2376	68
Ca	mg/kg	Ao ^I	81	10997	2547	283	10433	11560	23
		Ao ^{II}	81	9611	4377	486	8643	10579	46
		A	81	2487	1246	138	2211	2762	50
		B	81	1646	796	88	1470	1822	48
		C	81	1569	942	105	1361	1777	60
Mg	mg/kg	Ao ^I	81	853	314	35	784	923	37
		Ao ^{II}	81	2216	982	109	1998	2433	44
		A	81	3438	1737	193	3054	3822	51
		B	81	3763	1988	221	3324	4203	53
		C	81	3850	2299	255	3342	4359	60
Fe	mg/kg	Ao ^I	81	1738	1327	147	1444	2031	76
		Ao ^{II}	81	8339	3066	341	7661	9017	37
		A	81	16016	4571	508	15005	17026	29
		B	81	16524	4808	534	15461	17587	29
		C	81	15286	5424	603	14086	16485	35
Mn	mg/kg	Ao ^I	81	995	505	56	884	1107	51
		Ao ^{II}	81	1931	1306	145	1642	2220	68
		A	81	959	607	67	825	1093	63
		B	81	668	432	48	573	764	65
		C	81	502	409	45	412	593	82

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na	mg/kg	Ao ^I	81	54	30	3	47	60	55
		Ao ^{II}	81	121	35	4	113	129	29
		A	81	186	191	21	144	229	103
		B	81	154	188	21	112	195	122
		C	81	152	196	22	109	196	129
Cu	mg/kg	Ao ^I	81	9,3	3,1	0,3	8,7	10,0	33
		Ao ^{II}	81	17,3	3,8	0,4	16,5	18,2	22
		A	81	8,4	3,5	0,4	7,7	9,2	41
		B	81	7,2	3,5	0,4	6,4	8,0	48
		C	81	6,5	5,4	0,6	5,3	7,7	83
Zn	mg/kg	Ao ^I	81	53	19	2,2	49	57	37
		Ao ^{II}	81	95	42	4,7	86	104	44
		A	78	56	15	1,7	53	60	27
		B	78	53	16	1,8	49	56	30
		C	78	47	16	1,8	44	51	34
Pb	mg/kg	Ao ^I	81	30	19	2,1	26	34	63
		Ao ^{II}	81	63	21	2,4	58	67	34
		A	78	37	12	1,4	34	39	33
		B	78	29	13	1,4	26	32	43
		C	78	21	12	1,4	18	24	58

n – брой проби; Mean – средноаритметична стойност; St. dev. – стандартно отклонение; St. err. – стандартна грешка; Conf. – доверителен интервал $\pm 95\%$; CV – коефициент на вариране (%).

При обработката на данните от масива са изключени повишените стойности от ПП 12 за съдържанията на обм. Zn и на обм. Pb. Почвата в тази пробна площ е естествено обогатена с тези тежки метали.

Резултатите показват, че орг. C и Ca са с най-високи **средни стойности** в Ao^I, а общ N, P, Mn, Cu, Zn и Pb в Ao^{II} подхоризонт на МГП. Установени са най-високи количества на Na в A хоризонт, а в B хоризонт на Fe. В C хоризонт такива са стойностите за pH, K и Mg.

По профила с най-малък **коефициент на вариране (CV)** в Ao^I подхоризонт на МГП се характеризират стойностите за орг. C, K, Ca, Mg и Mn, а в Ao^{II} на общ N, P, Na и Cu. В A хоризонт посоченото е валидно за съдържанието на Zn, Pb и Fe. Варирането на съдържанието на Fe е еднакво ниско и в хумусно-акумулативния и в B хоризонт. Стойностите на CV за pH са най-малки в C хоризонт.

Чрез W-тестът на Shapiro-Wilks е установено, че при повечето от анализираниите съдържания на макро- и

микроелементи е налице доказано статистически значимо различие на разпределението от „нормалното“. Оценката на данните е извършена при ниво на значимост $\alpha = 0,05$.

Установеното сходство на разпределението до „нормалното“ за съдър-

жанието на орг. С в МГП се предопределя от произхода на органиката в този органичен слой. Относително стабилното и равномерно, в рамките на съответния дървесен вид, съдържание на орг. С в МГП се обуславя най-вече от дървесния опад (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Резултати от теста за нормалност на Шапиро-Уилкс
Results of Shapiro-Wilk's normality test

	n	W =	p =	W =	p =	W =	p =	W =	p =	W =	p =	W =	p =	W =	p =
		pH H ₂ O		орг. С org. C		общ N total N		P		K		Ca		Mg	
A I	81	0,965	0,028	0,983	0,356	0,909	0,000	0,951	0,004	0,946	0,002	0,958	0,009	0,821	0,000
A II	81	0,994	0,978	0,976	0,131	0,898	0,000	0,958	0,009	0,896	0,000	0,672	0,000	0,927	0,000
0-5	81	0,987	0,585	0,935	0,000										
A	81	0,959	0,011	0,957	0,009	0,870	0,000	0,922	0,000	0,881	0,000	0,864	0,000	0,888	0,000
B	81	0,981	0,265	0,936	0,001	0,886	0,000	0,829	0,000	0,813	0,000	0,925	0,000	0,889	0,000
C	81	0,979	0,206			0,730	0,000	0,885	0,000	0,791	0,000	0,901	0,000	0,870	0,000
	n	Fe		Mn		Na		Cu			n	Zn		Pb	
A I	81	0,678	0,000	0,856	0,000	0,907	0,000	0,914	0,000		81	0,669	0,000	0,488	0,000
A II	81	0,981	0,262	0,623	0,000	0,966	0,029	0,987	0,615		81	0,652	0,000	0,683	0,000
A	81	0,950	0,003	0,782	0,000	0,483	0,000	0,913	0,000		78	0,979	0,232	0,937	0,001
B	81	0,931	0,000	0,771	0,000	0,400	0,000	0,799	0,000		78	0,984	0,447	0,834	0,000
C	81	0,933	0,000	0,730	0,000	0,440	0,000	0,648	0,000		78	0,944	0,002	0,659	0,000

Легенда:  значимо отклонение на данните от „нормалното“ разпределение при $p = 0,05$

Key:  significant deviation of data from the Normal Distribution ($p = 0.05$)

Честотното разпределение на групите по отношение на активната почвена киселинност се доближава до „нормалното“ в почти целия почвен профил. Посоченото е валидно за съдържанията на **Fe** и **Cu** във ферментационния подхоризонт на МГП, както и за това на **Zn** в **A** и **B** хоризонти.

В случаите, при които е статистически доказано подобие на разпределението с „нормалното“, за анализ и оценка на масива могат да се използват методите на параметричната статистика. В противен случай за предпочитане са методите на непараметричната статистика.

Оценката на резултатите от **непараметричната статистика** включва **долния 25 % квантил** и **горния 75 % квантил**. Те се приемат за представителна извадка за по-силно разсеяните и нееднородни съвкупности от данни, когато разпределението се различава от „нормалното“. Това е валидно за всички маркирани клетки в табл. 2 и 3.

При оценка на масив от данни, който характеризира химизма на почвите с предимство се предпочита използването на непараметрични методи и показатели (Vanmechelen et al. 1997). За целта са определени основните **непараметрични статистически показатели**, които характеризират съдържанието на общите форми на елементите по хоризонти за МГП и почвата (фиг. 1).

Установява се, че в A_o^I по-плътното около **медианата** се групират стойностите за P, Mg, Fe и Pb. Във ферментационния слой на МГП същото е валидно за количествата на N, Ca, Mn и Zn, а в A хоризонт за pH и орг. С. Подобно разпределение на стойностите в рамките на B хоризонт е отчетено за K и Na, а в C хоризонт за N, K и Cu.

В обобщен вид може да се каже, че непараметричните статистически показатели очертават по-плътното групиране на данните за съдържанията на Ca, Mg, Fe, Zn и Pb в постилката, сравнено с тези в трите минерални хоризонта.

При оценка на варирането чрез двата вида статистически показатели се получават различия, които са логичен резултат от това, че в повечето случаи разпределението на стойностите се различава от „нормалното“ (табл. 2). Посоченото се вижда и от несиметричния характер на разпределението на данните (фиг. 1).

При наличие на по-голям масив от данни, характеризиращ например по-продължителен отрязък от време или територия е препоръчително използването на резултатите от параметричната статистика. В този случай представените коефициенти на вариране са добра отправна точка за оценка на групирането на стойностите.

От друга страна, когато се оценява състоянието на малък еднотипен обект и/или масивът от данни е по-малък, по-представителни за сравнение са непараметричните показатели. Двата вида статистически показатели очертават като по-стабилни в A_o^I съдържанието на Mg, а в A_o^{II} на общ N. В минералните хоризонти разпределението на стойностите за общи форми на хранителните елементи се различава от „нормалното“. Това е причината за липсата на ясно очертано вариране на данните, което да е доказано и от двата вида статистически показатели.

Както се вижда от табл. 2, за повечето от изследваните съдържания на макро- и микроелементи в кафявата горска почва разпределението се различава от „нормалното“. Това налага при оценката на количествата на тези хранителни елементи последните да бъдат подразделени по някакъв признак. Първоначалното групиране е направено по едификаторен дървесен вид.

Резултатите доказват, че едификаторният дървесен вид е оказал съществено влияние за „нормализиране“ на честотното разпределение на групите по отношение на pH и основните хранителни елементи. Това е налице най-вече за pH и съдържанието на орг. С и Р при белия бор и смърча (табл. 3).

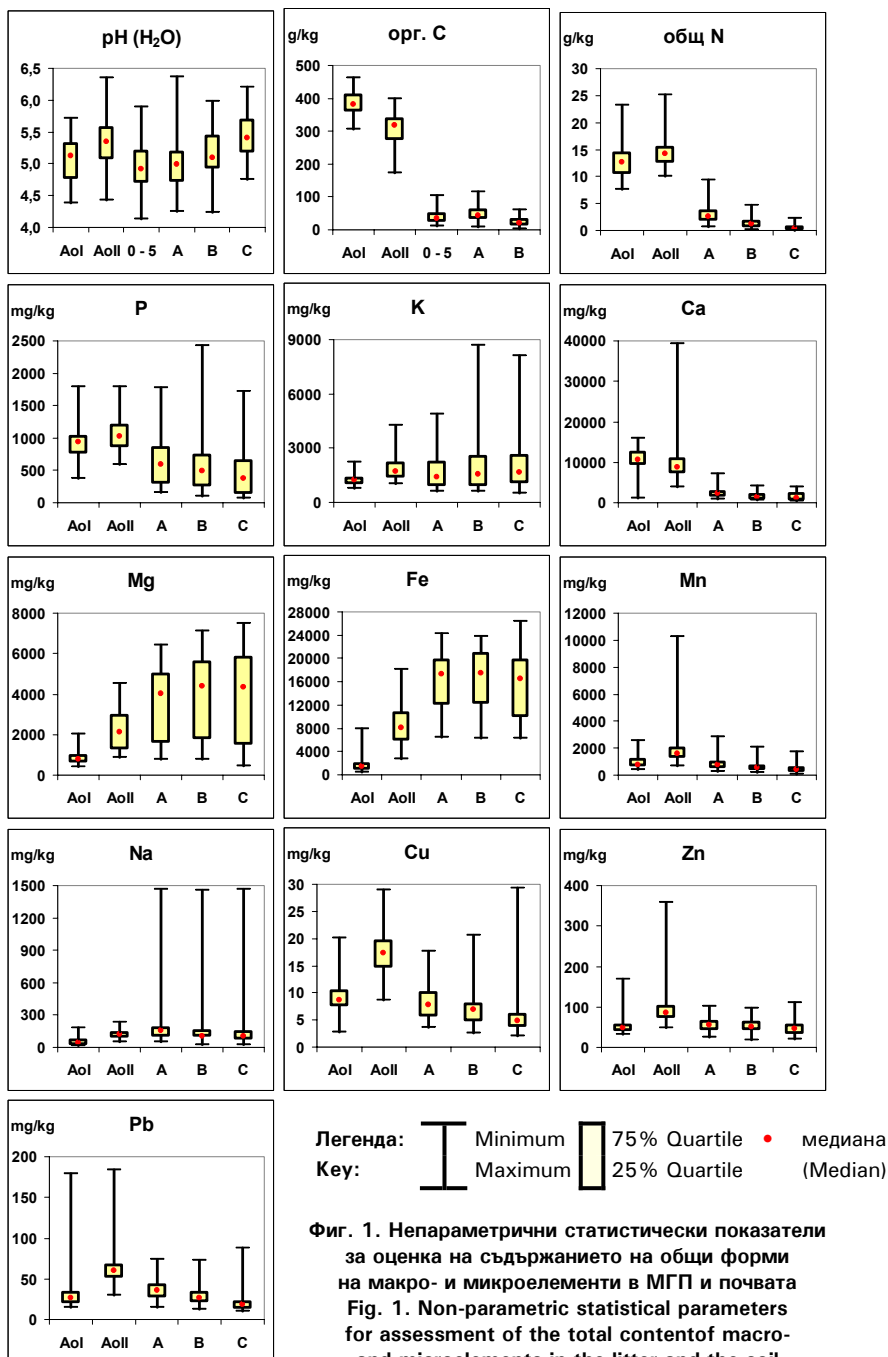


Таблица 3
Table 3

Стойност на W от теста за нормалност (по дървесен вид)
 W табличен праг ($W_{0,05} = 0,9229$)
 Value of W of Shapiro-Wilk's normality test (by tree species)
 W Threshold ($W_{0,05} = 0,9229$)

	pH			Орг. С org. C			Общ N total N			Р			К		
	ББ PS	СМ PA	ЕЛА AA	ББ PS	СМ PA	ЕЛА AA	ББ PS	СМ PA	ЕЛА AA	ББ PS	СМ PA	ЕЛА AA	ББ PS	СМ PA	ЕЛА AA
A I	0,976	0,946	0,961	0,959	0,945	0,975	0,959	0,962	0,895	0,939	0,849	0,917	0,923	0,933	0,912
A II	0,969	0,942	0,968	0,957	0,978	0,923	0,959	0,926	0,922	0,961	0,989	0,899	0,869	0,977	0,625
0-5	0,958	0,971	0,952	0,925	0,895	0,863									
A	0,967	0,972	0,896	0,977	0,980	0,854	0,956	0,915	0,798	0,946	0,971	0,709	0,811	0,885	0,870
B	0,953	0,980	0,937	0,915	0,965	0,918	0,909	0,918	0,858	0,951	0,976	0,620	0,673	0,945	0,831
C	0,957	0,958	0,931				0,949	0,825	0,726	0,839	0,977	0,677	0,659	0,901	0,843

Легенда: ■ значимо отклонение на данните от „нормалното“ разпределение при $p = 0,05$
 ББ – бял бор, СМ – обик. смърч, ЕЛА – обик. ела

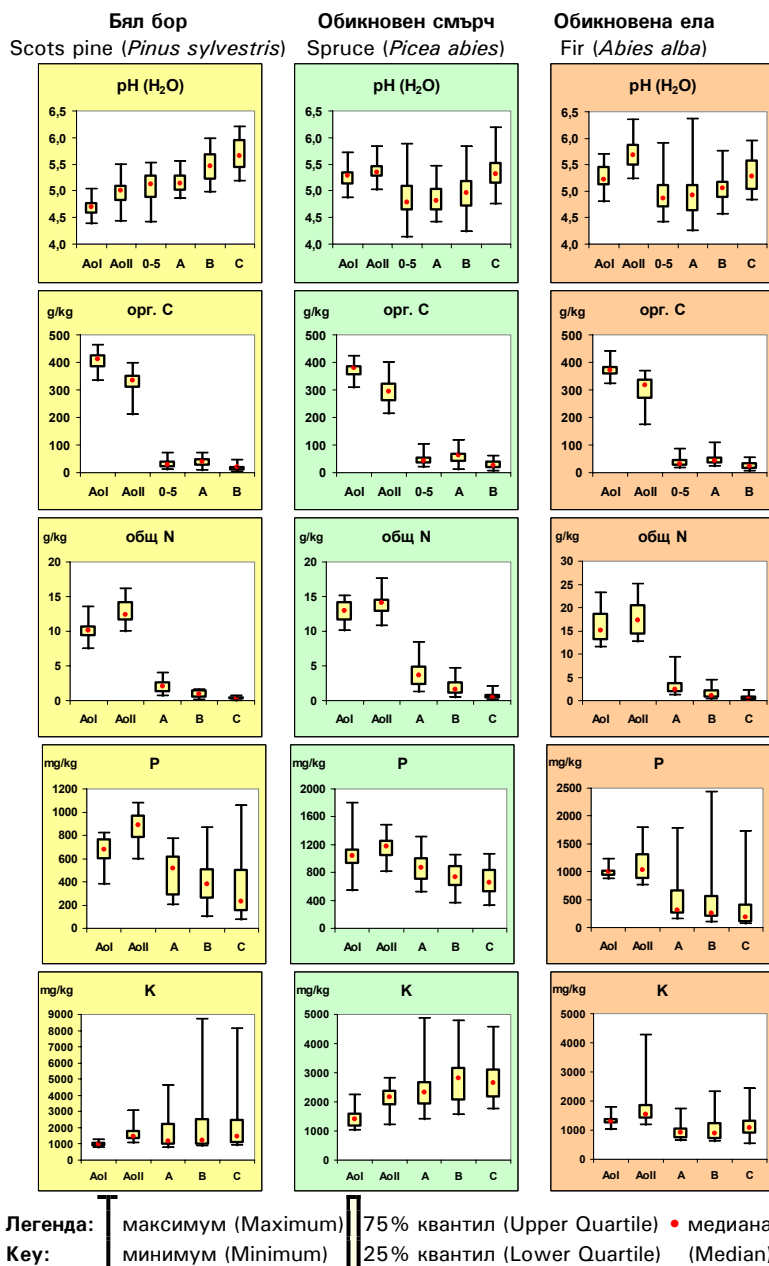
Key: ■ significant deviation of data from the Normal Distribution ($p = 0.05$)
 PS – scots pine (*Pinus sylvestris*), PA – spruce (*Picea abies*), AA – fir (*Abies alba*)

Активната почвена киселинност при бялборовите пробни площи плавно се покачва с увеличаване на дълбочината на профила (фиг. 2). Горният подхоризонт на МГП (Ao¹) е най-кисел при белия бор и по-слабо кисел при обик. ела и обик. смърч. По отношение на ферментационния подхоризонт на МГП най-слабо кисел е той при еловите, а най-плътно групиран около медианата при смърчовите пробни площи.

Прикопките от 0–5 cm минерален слой са взети от представителни микрогрупировки на индикаторен тревен вид. Това предопределя и установеното по-плътно групиране около медианата за стойностите на орг. С в прикопките от представеното групи-

ране за А хоризонт. От друга страна, именно в 0–5 cm почвен слой са налице интензивно протичащи процеси на засилени химични реакции и обмен. Тези процеси, заедно с индикаторния тревен вид, обуславят установеното слабо различие между pH в 0–5 и хумусно-аккумулятивния хоризонт.

По отношение на общия N, най-високо съдържание на този хранителен елемент в МГП е установено в еловите площи. Посоченото е валидно за минералните хоризонти на пробните площи от ела и смърч. Както по отношение на общ N, така и по отношение на общ Р, бялборовите площи са с най-ниски съдържания, в сравнение с тези на другите два дървесни вида. От друга



Фиг. 2. Непараметрични статистически показатели за оценка на съдържанието на общи форми на макроелементи в МГП и почвата
Fig. 2. Non-parametric statistical parameters for assessment of the total content of macroelements in the litter and the soil

страна, минералните хоризонти на пробните площи от смърчовите насаждения са с най-големи количества Р и К. Само в една от белоборовите пробни площи (ПП 6) за минералните хоризонти са установени по-големи съдържания на К.

Като цяло непараметричните статистически показатели очертават по-плътно групиране на данните за рН и за съдържанията на Р и К в постилката, сравнено с тези в трите минерални хоризонта. За съдържанието на орг. С и общ N тази зависимост е обратната.

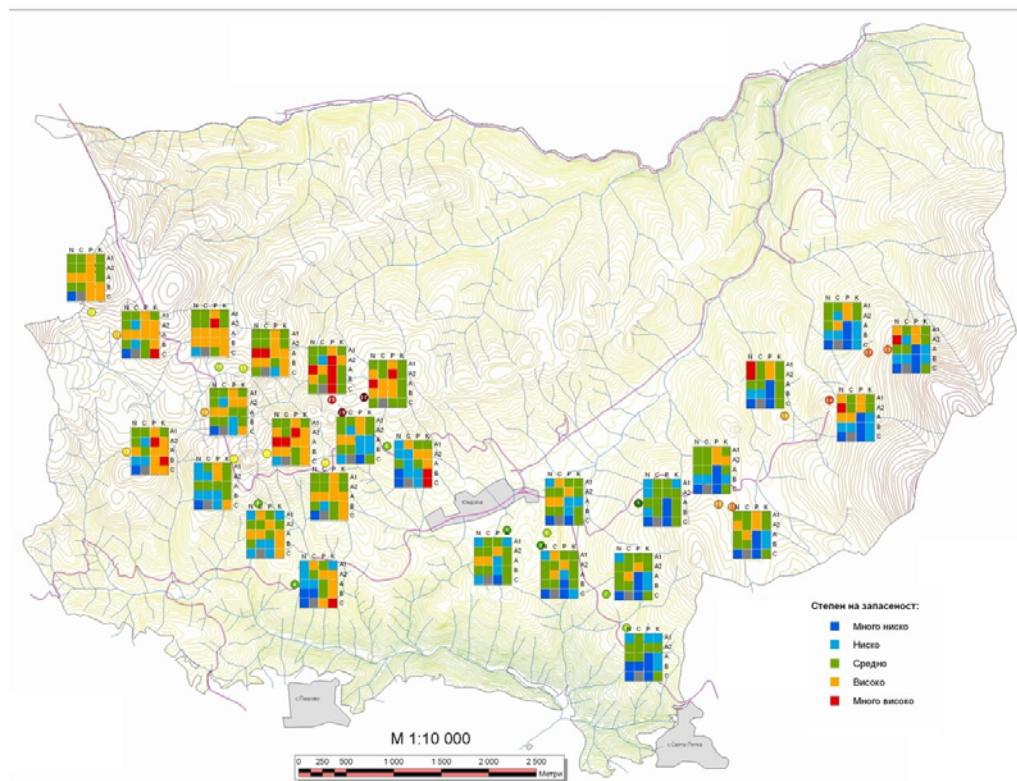
При детайлна оценка на пробната площ от гледна точка на представителния едификаторен дървесен вид не е достатъчно да бъде оценено само съдържанието в А хоризонт

на основните хранителни елементи. Необходимо е да бъде оценено количеството на тези елементи в целия почвен профил. Категоризацията на съдържанието на орг. С, общ N, Р и К съгласно скалата на МКП – Гори (Vanmechelen et al. 1997) е представена на фиг. 3.

В четири ПП съдържанието на орг. С в А и В хоризонт е оценено като високо до много високо. Към тази група спадат три смърчови ПП (ПП 10, 11 и 14), както и една елова ПП 27. Категоризирано като високо е количеството на орг. С в хумусно-акумулативния хоризонт на пет ПП с едификаторен

вид – бял бор (ПП 2, 3, 5, 7 и 9), както и на четири смърчови ПП (ПП 12, 15, 17 и 18) и на пет елови ПП (ПП 21, 23, 24, 25 и 26). Във всички останали ПП съдържанието на орг. С е средно до много ниско.

Съдържанието на общ N попада в категорията на високо и много високо в МГП и А хоризонт на ПП 24, където доминантен дървесен вид е елата. Посоченото е валидно за А и В хоризонт на смърчовите ПП 10, 11 и 14, както и в еловите ПП 25 и 27. Органичният слой е богат на N в две елови ПП (ПП 19 и 22). Количеството на N в хумусно-



Фиг. 3. Карта с диаграми на почвеното богатство (съгласно критериите на МКП – Гори)
Fig. 3. Map with diagrams of soil richness (according to ICP-Forests' criteria)

аккумулятивния хоризонт на две борови ПП е оценено като високо (ПП 3 и 9). Във всички ПП в дълбочина по профила концентрацията на елемента спада от средна до много ниска.

Количеството на Р е **оценено като високо и много високо** в целия почвен профил на три смърчови ПП 10, 12 и 16, както и в две елови ПП (ПП 25 и 27). Това е валидно за МГП и хумусно-аккумулятивния хоризонт на четири площи с едификаторен вид – обик. смърч (ПП 11, 14, 15 и 17). Високо е количеството на Р в органичния слой от всички елови ПП и в смърчовата ПП 18. В минералните хоризонти съдържанието на този елемент е ниско до много ниско, което потвърждава обвързването на Р с органиката в почвата.

Съдържанието на К е **високо до много високо** във ферментационния подхоризонт на МГП, посоченото е валидно и за всички генетични минерални хоризонти на две борови ПП (ПП 4 и 6) и три смърчови ПП (ПП 14, 16 и 17). Количеството на този елемент е високо в целия минерален почвен профил на три смърчови ПП (ПП 10, 11 и 15) и една боровова ПП (ПП 5).

В заключение от проучването могат да се направят следните **изводи**:

1. Статистическата оценка на химичния състав на почвата се доближава много до тази на биотичните компоненти на горската екосистема. Независимо че почвата по своята същност е абиотичен компонент на екосистемата. Като цяло това е така поради относително силното вариране и установените различия от „нормалното“ разпределение. Посоченото предопределя сложността при оценяването, модели-

рането и последващото прогнозиране на химизма на изследваната кафява горска почва.

2. Установено е, че групирането на пробите според едификаторния дървесен вид оказва съществено влияние за „нормализирането“ на честотното разпределение на данните за рН и съдържанието на орг. С и Р при белия бор и смърча. За еловите насаждения и за съдържанието на общ N и K **разпределението** се различава от „нормалното“. Това потвърждава сложността на почвата като обект на математическо моделиране

3. Представената за всяка от изследваните пробни площи диаграмна категоризация на почвеното богатство (съгласно критериите на МКП – Гори), трябва чрез методите на непараметричната статистика да бъде привързана към прираста и бонитета на насаждението.

Литература

1. Божова, Л. 1983. Проучвания върху съдържанието на някои микроелементи в основните компоненти на горски екосистеми. Дисертация. С., ВЛТИ.
2. Гарелков, Д., К. Йорова, Н. Колев, П. Петков. 1983. Възможности за приложение на минералното торене в горите. – Горско стопанство, 4, 15–18.
3. Донов, В., П. Петков, К. Йорова, Цв. Йорданов. 1984. Влияние на минералното торене върху растежа и прираста на някои иглолистни насаждения. – Във: Балканска научна конференция „Проучване, опазване и използване на горските ресурси“. София, 18–23 юни 1984, II volume, 167–172.
4. Донов, В., С. Генчева, К. Йорова. 1970. Основната скала като фактор за

горскопочвеното плодородие. – Горско стопанство, 4, 3–7.

5. Донов, В. 1976. Бонитиране на горските почви. С.: Земиздат.

6. Коларов, Д., Ек. Павлова, Д. Павлов, М. Дончева-Бонева, Л. Малинова, Н. Цветкова, М. Николова, Д. Безлова, С. Бенчева. 2002. Интензивен мониторинг на горските екосистеми в България. С.: ИК при ЛТУ.

7. Малинова, Л. 1997. Киселинно състояние на почви от района на УОГС „Юндола“. – Лесовъдска мисъл, 2, 51–57.

8. Малинова, Л. 2001. Устойчивост на почвите в екологични стационари Юндола, Витиня и Старо Оряхово към кисели атмосферни отлагания. – Почвознание, агрохимия и екология, 4–6, 111–113.

9. Малинова, Л., Е. Павлова, Д. Павлов, М. Дончева-Бонева, М. Николова, Д. Безлова, С. Бенчева, 2003. Интензивен мониторинг на горските екосистеми в България. ИАОС архив на МОСВ.

10. Стаева-Божова, Л., К. Йорова. 1984. Усвояване на микроелементите мед и манган при минералното торене на бялборови насаждения в УОГС „Г. Ст. Аврамов“. – Във: Балканска научна конференция „Проучване, опазване и използване на горските ресурси“. София, 18–23 юни 1984, I volume, 112–116.

11. Флоров, Р., В. Донов. 1964. Върху характеристиката на условията на место-

растения в опитния участък на УОГС „Г. Ст. Аврамов“. – Във: Научни трудове на ВЛТИ. т. XII, 13–31.

12. Цветкова, Е. 2005. Проучване на взаимовръзки между различни компоненти в иглолистни горски екосистеми от района на УОГС „Г. Ст. Аврамов“. Дисертация за присъждане на образователна и научна степен „доктор“. С.

13. http://www.analystsoft.com/en/products/statplus/content/help/src/analysis_basic_statistics_normality_tests.html/, last accessed 02.05.2010.

14. Legendre, P., L. Legendre. 1998. Numerical ecology. 2nd English edition. Elsevier Science BV, Amsterdam. 853 p.

15. <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>, last accessed 02.05.2010.

16. Pavlova, E., D. Pavlov, L. Malinova, M. Doncheva-Boneva, M. Nikolova. 2005. Intensive Monitoring of Forest Ecosystems – Yundola station. – In: **Proceedings of International Conference on Forest Impact on Hydrological Processes and Soil Erosion. 5–8 October 2005, Yundola, Bulgaria. 200–214.**

17. Statistics Glossary, <http://www.statsoft.com/textbook/statistics-glossary/s/>, last accessed 02.05.2010.

18. Vanmechelen, L., R. Groenemans, E. van Ranst. 1997. Forest soil condition in Europe – Results of a large-scale soil survey. Technical report. EC and UN/ECE, Ministry of the Flemish Community. Brussels, Geneva.

STATISTICAL ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE CONTENT OF MACRO AND MICROELEMENTS IN DYSTRIC-EUTRIC CAMBISOLS

Elena Tsvetkova

University of Forestry – Sofia

UDK 630.114

Received 11.11.2009

Summary

The article presents the results of statistical processing and data analysis for the content of macro- and microelements in brown forest soil (**Dystric-Eutric Cambisols**) **from the region of the Western Rhodopes**, Yundola Experimental Station G. St. Avramov. The main parametric and non-parametric statistical indicators and the coefficient of variation (CV%) for each set of 81 samples were calculated. In order to reduce the significant deviation of frequency distribution of data from the Normal distribution, grouping by edificatory tree species was made. It was found that the clustering of samples according edificatory tree species has a substantial influence over the normalization of the frequency distribution of data for pH and content of organic C and P in Scots pine and Norway spruce. According to the criteria of ICP-Forests, for each sample plot soil richness was evaluated.