

ИВАЙЛО КИРИЛОВ, МЕТОДИ ТЕОХАРОВ, ИРЕНА АТАНАСОВА

Институт по почвознание, агротехнологии и растителна защита „Н. Пушкиarov”, София

E-mail: stingra@abv.bg

Физикохимични и минералогични свойства на Пясъчни почви от района на Българското Черноморие

Physico-Chemical and Mineralogical Properties of Sandy Soils from the Bulgarian Black Sea Coast

I. Kirilov, M. Teoharov, I. Atanassova

N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria

Abstract

Studied were the carbonate contents, sorptive and mineralogical properties of Sandy Soils (Arenosols) from the Black sea zone of Bulgaria. They were characterized with neutral to slightly alkaline reaction. According to the carbonate contents they are noncarbonate, slightly carbonate, moderately carbonate and very carbonate. The sorption capacity varies from low to average. The primary minerals are inherited from the soil forming and sandy materials. Quartz is the most abundant mineral in all profiles and horizons, but in greater part of the studied soils in the A horizons, feldspars, micas and amphiboles are also present, which leads to higher sorption capacity of these soils than obtained for Arenosols from other regions in the world.

Key words: Arenosols, carbonate content, Black sea zone, sorption capacity, mineralogical properties

Физикохимичните свойства на почвите, включващи катионообменния капацитет и адсорбираните водородни йони и базични йони имат съществено значение за вътрешнопочвените процеси и нивото на почвеното плодородие. Минералогичният състав и съставът на обменните катиони са в тясна връзка с процесите на почвообразуване. Данните за физикохимичните свойства на Африкански Пясъчни почви от Конго под евкалиптови насаждения показват, че при съдържание на вермикулит ~ 3% от фракцията на глината, той изиграва ключова роля за съдържание на катиони и съставлява до 49% от капацитета на минералната фракция (Mareschal et al., 2011). В изследване на Ngole, Ekosse (2008)

се дават данни за връзка между минералогията и физикохимичните свойства и тяхната роля за продуктивността на две почви с контрастни свойства Arenosol и Vertisol. Авторите доказват взаимовръзката между по-високото съдържание на органично вещество, катионообменния капацитет, водозадържащата способност и обемната плътност при изследваните почви. Преобладаващите минерали са кварц, фелдшпати и каолинит, които повлияват катионообменния капацитет, воднофизичните свойства и обемната плътност. Минералогичният състав и физикохимичните свойства оказват ефект и върху продуктивността на тези почви по отношение на добива от спанак (*Spinacia oleracea*). Прочуване

върху морфологията, физичните и химични свойства на Пясъчни почви от района на Япония са направени от Endo et al. (2000), които установяват, че пясъците в района са били транспортирани и утаени. Повърхностният слой на почвата е жълтеникав на цвят, без натрупване на органично вещество. Вторият хоризонт е кафеникав слой с изобилие от гипс. Тези два слоя съдържат основно илит, каолинит и калцит в глинестата фракция. В изследвания на Jopczak (2012) е установено, че Пясъчни почви под букови, борови и смърчови гори имат ниско рН – 4,43 и 3,73 с превес на фулвокиселините в хумусния почвен хоризонт.

Изследването на минералогичния състав има важно генетико-диагностично значение за Пясъчните почви. Установяването на количествените и качествени отношения между отделните минерали позволява да се установи влиянието на почвообразуващите скали, а също така да се направят известни констатации относно интензивността на изветрителния и почвообразователния процес, процесите на формирането на почвената покривка, почвения профил и неговите хоризонти.

Целта на настоящото изследване беше да се изследват сорбционният капацитет и минералогичният състав на Пясъчните почви (Ареносоли) от района на Българското Черноморие и да се направи връзка между тези основни почвени характеристики, морфологията и генезиса на почвите.

Материал и методи

Обект на изследване са представителни профили на почви, формирани по крайбрежието на Българското Черноморие. Проучванията на терена са извършени въз основа на Директивите за описание на почвите по ФАО (2006) и по метода на катената (Мордкович и др., 1985).

За уточняване на някои от обектите при настоящите изследвания са използвани характеристики на почвите и почвообразуващите материали от едромасщабните почвени проучвания на Института по почвознание „Н. Пушкиров”, София.

Първични минерали са установени с метода на рентгенова дифракция, карбонати – по метода на Шайблер (описан от Пенков и др., 1981), рН в H_2O и 1N KCl – потенциометрично със стъклен електрод, сорбционен капацитет, обменни катиони и степен на наситеност с бази – по Ганев, Арсова (1990).

За осъществяване на основната цел и задачи са проучени почвени профили със следните геоморфологични характеристики:

Профил № 4. Заложен на 153 m н. в. в землището на гр. Аксаково, Варненско – в долната част на хълмист източен склон с наклон 6-7° – морски съвременни кватернерни пясъци. Растителността е черен бор, келяв габър, глог и острика.

Профил № 8. Заложен е на 120 m н. в. с координати N 43'48.298, E 0 27'20.605 в землището на с. Слънчево, Варненско – хълмист релеф, южен микросклон, почвообразуваща скала – морски пясъци. Растителност – ливадина, акация и дзука.

Профил № 12. Заложен е в района на Бургаските солници, част от землището на гр. Бургас. Теренът е равнинен, върху стари кватернерни морски пясъци. Растителността е тревиста – хидрофилна, халофитна и ливадно-блатна: соленка, райграс, пелин, дзука, живовляк и др.

Профил № 14. Заложен в пясъчна кариера в землището на гр. Константиново, Бургаско, в горната част на хълмист източен микросклон с наклон 15-20°, върху стари морски плиоценски пясъци с плиоценска възраст.

Профил № 16. Заложен на 26 m н. в. в землището на гр. Приморско, Варненско в средната част на северен микронаклон на стара дюна, върху стари морски пясъци. Растителността е съставена от мъх, лишей, драка, глог, пелин, метличина, и др.

Резултати и обсъждане

Съвременните и старите морски тераси по Българското Черноморие са с реакция близка до неутрална и слабоалкална. Основните компоненти, които определят реакцията на почвите от изследваните землища са $CaCO_3$ и $MgCO_3$. Пясъците по Българското Черноморие съдържат до 36,28% карбонати и разпределението им по профила е неравномерно (Кирилов, 2013).

От табл. 1 се вижда, че профил № 8 не съдържа карбонати. Вероятно като начало те са измити още при оттичането на водния басейн в миналото, както и вследствие чрез дрениране на водите при профилите, разпо-

Таблица 1. Почвена киселинност и карбонати, %
Table 1. Soil acidity and carbonates, %

Хоризонт; дълбочина на профила, cm		pH (H ₂ O)	Карбонати, %	Класификация на карбонатите по ФАО (2006)
Профил 4				
A	4 – 21	7,0	2,22	средно карбонатни
C_{1q}	21 – 46	7,2	1,32	слабокарбонатни
C_{2q}	46 – 70	7,5	0.93	беднокарбонатни
Профил 8				
Aq	0 – 17	7,3	0.00	безкарбонатни
Cq	17 – 47	6,9	0.00	безкарбонатни
Профил 12				
Anq	0 – 23	8,1	2.64	средно карбонатни
aCq	23 – 50	8,6	4.48	средно карбонатни

Таблица 2. Първични минерали в изследваните
почви

Table 2. Primary minerals in the studied soils

Профил №; населено място	Хоризонт; дълбочина, cm		Първични минерали
№ 4 Аксаково	Aq	0 – 8	Q, Fs
	C_{1q}	8 – 37	Q, Fs
№ 8 Слънчево	Aq	0 – 17	Q
	Cq	17 – 47	Q
№ 12 Бургаски солници	Anq	0 – 23	KFs
	aCq	23 – 50	Fs, Q
№ 14 Константиново	A(ч)q	0 – 15	Q, Fs, слюда
	Cq	15 – 50	Q, Fs
№ 16 Приморско	aCq	0 – 10	Q, Fs, Cal, Amph.
	Cq	10 – 30	Q, Fs

ложени на наклонени и по-стръмни терени. Реакцията на профил № 4 е неутрална със стойности 7,0. В останалите профили почвената киселинност има стойности между 7,0 – 7,8, което според класификацията на Пенков (1991) е от много слабо алкална до умерено алкална.

Най-високи стойности на pH са измерени в почвите от Бургаски солници, Приморско и Китен, където достигат до 8,1, т. е. в по-южните части на Черноморието. За почвената киселинност определящо влияние има

почвообразуващата скала и количеството на карбонатите.

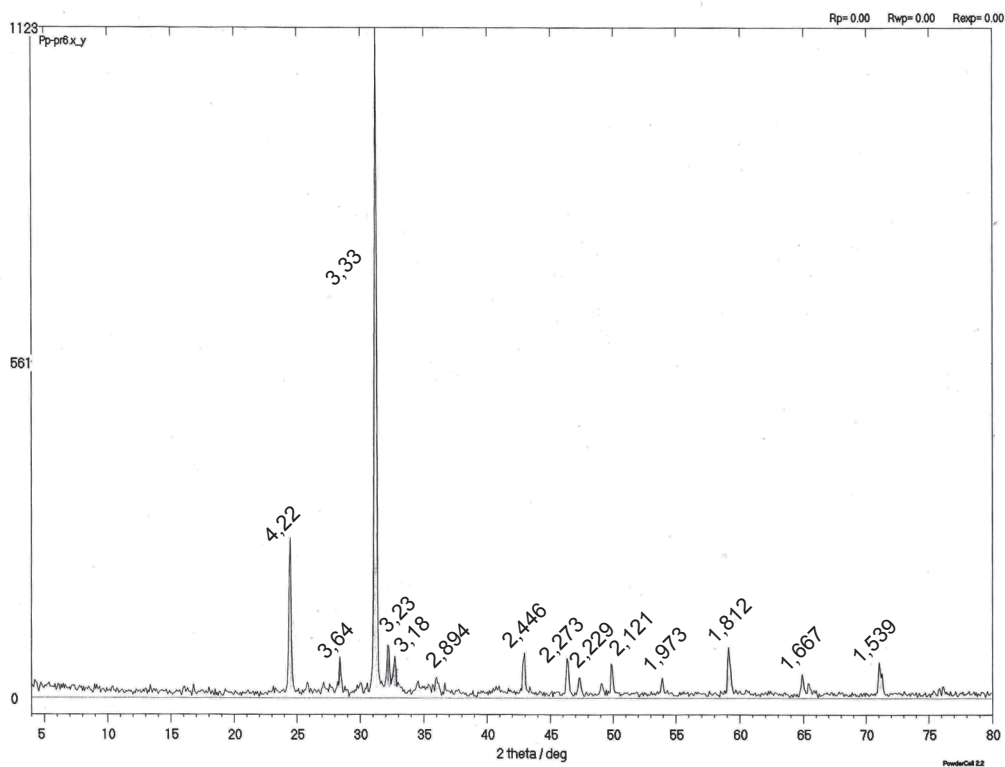
Съдържанието на карбонати в Черноморското крайбрежие варира навсякъде в широк интервал от 0 до 4,48%. Там, където стойностите на карбонатите са близо до нула, вероятно това се дължи на по-високата степен на овлажняване, промиване и изнасяне на част от солите поради хълмистия терен на изследваните профили или поради изразходването им за неутрализиране на киселинните продукти, образувани се в процеса на изветряне. Обратно е при места с високо съдържание на карбонати. Там има ниска степен на овлажняване през летните месеци и местности с режим на високо засушаване. В изследване на Атанасова и кол. (2013) е установено, че безкарбонатни, с неутрална почвена реакция Пясъчни почви притежават нисък буферен капацитет, въпреки че катионообменният капацитет не е пренебрежимо малък.

Средната стойност на карбонатите в изследваните профили е 2,24%, като по дълбочина по профила в повечето случаи съдържанието не се увеличава. Карбонатите са под формата основно на меки карбонатни конкреции и карбонатен мицел. Вторичните карбонати ясно доминират над първичните. Формите, в които се установяват вторичните карбонати са две – полип по повърхността на минералните зърна и окаменели карбонатни струпвания (конкреции). Полипите образу-

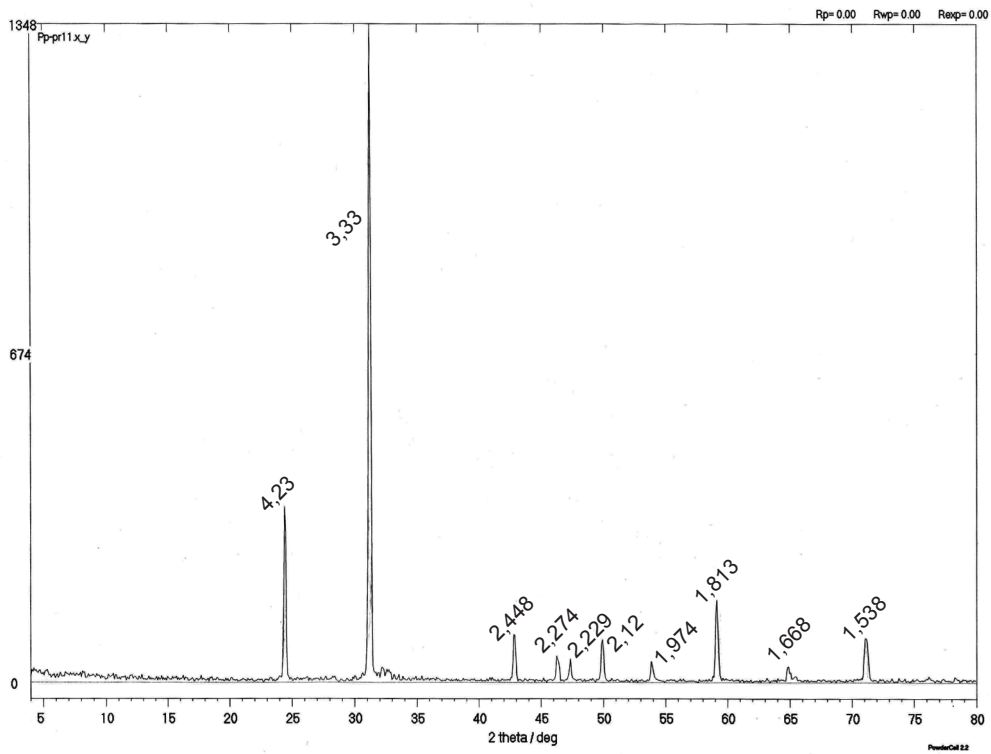
Таблица 3. Катионен обменен капацитет ($T_{8,2}$), силнокиселинни (T_{CA}), слабокиселинни (T_A) позиции на почвения адсорбент, обща киселинност ($H_{8,2}$), обменна киселинност (Al) и състав на по-важните обменно адсорбирани катиони на почви

Table. 3. Cation exchange capacity ($T_{8,2}$), highly acidic (T_{CA}), weakly acidic (T_A) sites of the soil adsorbent, total acidity ($H_{8,2}$), exchangeable acidity (Al) and composition of the major exchangeable cations of the soils

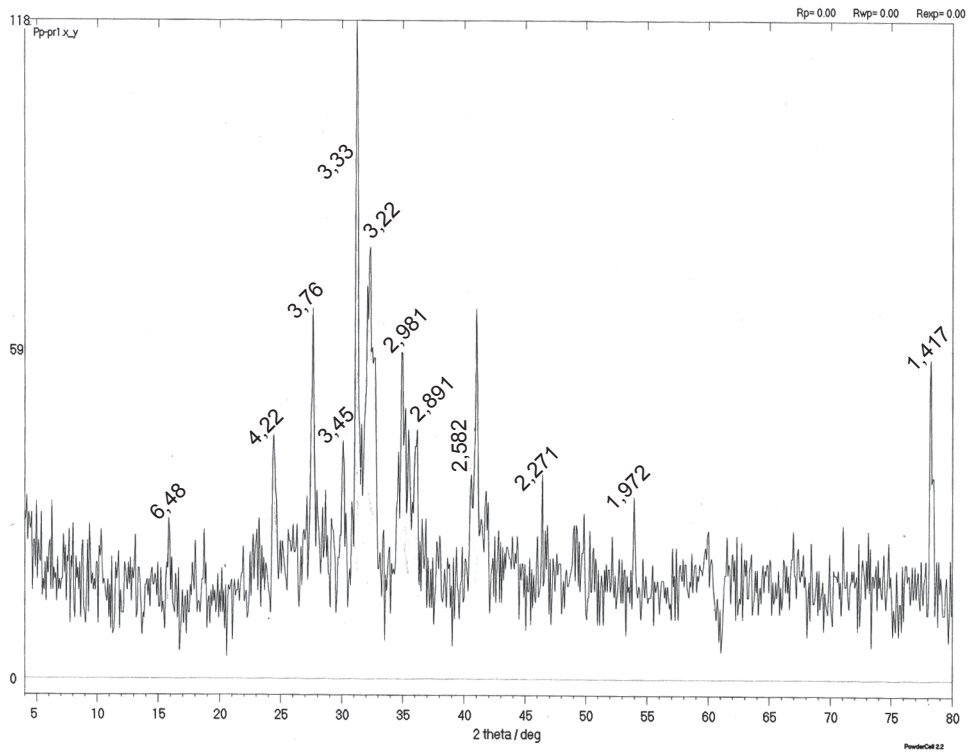
Профил №; хоризонт; дълбочина, cm	Електропро- водимост, ms/cm	pH (H_2O)	$T_{8,2}$	T_{CA}	T_A	Обм. $H_{8,2}$	Обм. Al + H	Обм. Ca	Обм. Mg
Профил 4 A,q 0-8	0,0323	7,4	8,8	-	-	0,5	0,0	7,0	1,3
C1,q 8-37	0,0277	7,6	4,0	-	-	0,0	0,0	2,9	1,1
C2,q 37-71	0,0268	7,9	4,1	-	-	0,0	0,0	3,3	0,8
Профил 8 Aq 0-17	0,0117	7,4	8,6	-	-	0,8	0,0	5,0	3,0
Aq 0-17	0,0070	7,0	9,3	7,8	1,5	1,3	0,0	4,0	4,2
Профил 12 Ap q 0-20	0,428	8,40	13,0	-	-	0,0	0,0	9,2	3,8
aCq 23-50	0,460	8,80	15,1	-	-	0,0	0,0	11,0	4,1
Профил 14 A/4/ q 0-15	0,498	7,2	18,4	14,8	3,6	2,5	0,0	13,8	2,2
Cq 15-50	0,0178	7,4	14,2	-	-	2,2	0,0	9,0	3,0
Профил 16 aC q 0-10	0,0279	7,5	12,0	-	-	1,5	0,0	7,5	3,0
Cq 10-40	0,0252	7,9	10,3	-	-	0,0	0,0	7,2	3,1



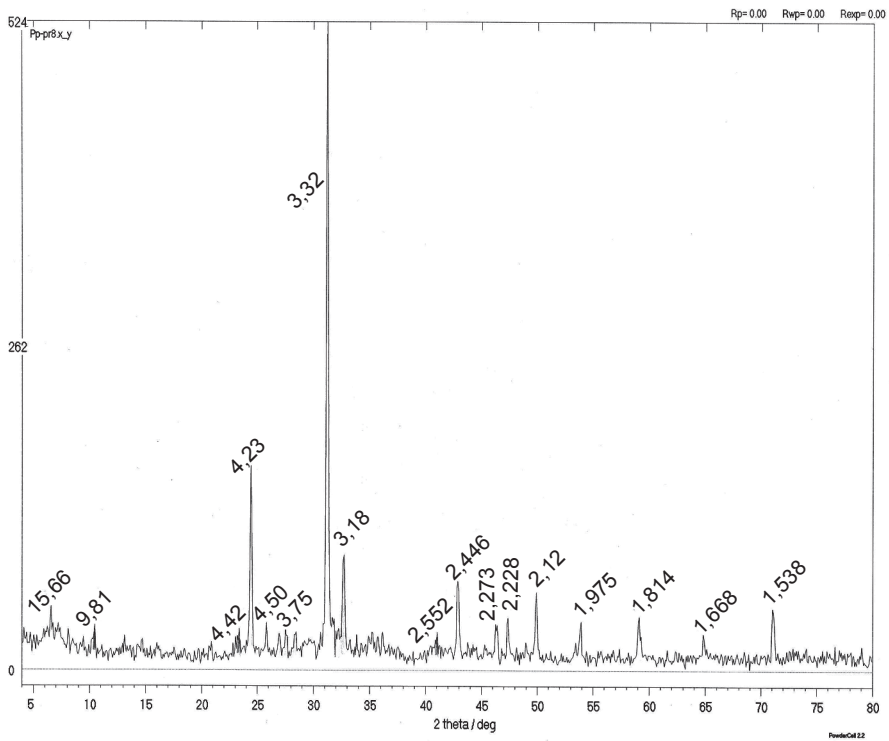
Фиг. 1. Профил 4, Aq хоризонт – преобладават кварц Q и фелдшпати Fs
Fig. 1. Profile 4 of Aq horizon



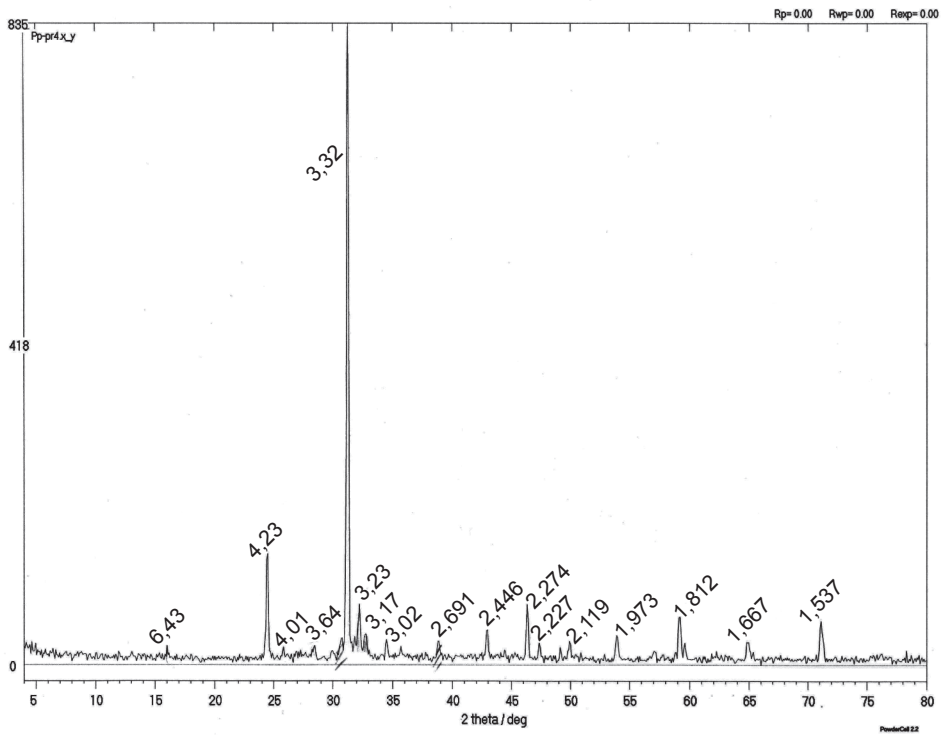
Фиг. 2. Профил 8, Аq горизонт – преобладава кварц (Q)
 Fig. 2. Profile 8, Aq horizon



Фиг. 3. Профил 12, Аq горизонт – преобладават К-фелдшпати (fs)
 Fig. 3. Profile 12, Aq horizon



Фиг. 4. Профил 14, А(ч)q горизонт – преобладават кварц Q, фелдшпату Fs и слюда
 Fig. 4. Profile 14, A (h)q horizon



Фиг. 5. Профил 16, аCq горизонт – преобладават кварц Q, фелдшпату Fs, калцит Cal, амфиболи (Amph)
 Fig. 5. Profile 16, aCq horizon

ват непрекъснатата карбонатна cimentация. Ядрото на конкрециите е изградено от равномерно разпределен микрозърнест калцит. Отношението CaCO_3 : MgCO_3 в ядрата е 4: 1 (78,13% към 19,46%), а в мантията е 18% към 2,3% (Стоилов, 1984).

Присъствието на карбонати е показател за невысока степен на овлажняване на почвите и за протичане на почвообразователния процес при ксерични и мезоксерични условия. По-ниското съдържание на карбонати влияе не само пряко, но и косвено върху развитието на растителността, особено на културната – отглеждането на някои трайни насаждения (лозя, бадем, череши и др.) върху по-старите тераси е пряко свързано с ксероморфните условия. Изкуствено залесената дървесна растителност се развива сравнително добре, също както и естествената такава, като цяло обаче съществува основно тревна разрежена растителност с плитка и не много мощна коренова система.

Нашите изследвания показват висока степен на наситеност с алкалоземни бази, което е свързано с високата степен на процеси на окарбонатаване (CaCO_3 и MgCO_3) и благоприятната реакция на почвата (слабокисела до слабоалкална). Катионният обменен капацитет е нисък до среден и диагностицира слабата до умерена колоидност на почвите според критериите на Ганев и др. (1992). От табл. 3 се вижда, че катионообменният капацитет е различен в изследваните почвени профили и се променя в дълбочина по профила. Средностатистически сорбционният капацитет е $10,7 \text{ cmol}_c/\text{kg}/100 \text{ g}$ почва, което според класификацията на Пенков (1991) е в границите на почвите със „среден“ сорбционен капацитет, където попадат и повечето от изследваните почви. За да бъдат спазени точно методите, възприети от Ганев, изследваните от нас почви се класифицират по следния начин: профилите с най-висок сорбционен капацитет са № 12 и № 14, а тези с най-ниски стойности са № 4 и № 8.

Много слаба обменна киселинност и обменен алуминий са установени в профилите, в които липсват карбонати, което определя различна интензивност и направление на изветрителните и почвообразователните процеси. Въпреки че са изградени върху пясъци

от различна геологическа възраст, тези профили имат в голяма степен сходни физико-химични свойства.

Профилите имат наситеност с бази 100% единствено в отделни хоризонти. Калциевите и магнезиевите йони доминират в изследваните почви. Обменният калций в карбонатните профили варира от 4,4 до $15,8 \text{ cmol}_c/\text{kg}$ почва. Количеството на обменния магнезий е доста по-малко, като стойностите му варират от 2,0 до $3,4 \text{ cmol}_c/\text{kg}$ почва.

Съставът на обменните катиони се дължи на базичните почвообразуващи стари морски отложения и първостепенното влияние на Черно море заради повишеното съдържание на разтворими соли. Наситеността е двувалентна и предимно калциева. Изследваните карбонатни профили представляват слабоалкални, умерено колоидни минерални почви с равномерно колоидно изграждане по примитивния профил. Почвообразуващата скала оказва съществено влияние върху изследваните почви. Върху сорбционния капацитет въздействие оказва и органичното вещество, но количеството му е минимално и съответно влиянието е незначително.

Както бе споменато досега, почвообразуващите скали са стари и по-млади морски отложения (Теохаров, 2003; 2004). Съставът на първичните минерали в изследваните почви се определя предимно от характера на почвообразуващата скала. Изследванията в двата района (Варненско и Бургаско) показват, че кварцът е основният минерал (профил № 8, фиг. 2) във всички разновидности и хоризонти на почвените профили. След кварца на второ място следват фелдшпатите (профил № 4, фиг. 1), чието участие е относително по-малко в рентгенограмите – около 10%. Присъстват К-фелдшпати (профил № 12, фиг. 3) – алкалните фелдшпати и калциевите са алкалоземни (Костов, 2000). Тази особеност на фелдшпатите влияе особено и забележително върху физикохимичните свойства ($V\%$, $T_{8,2}$ и pH) на Пясъчните почви. Съществено въздействие върху свойствата на отделни профили оказва и неглинестият минерал калцит, установен в профил № 16 (фиг. 5) и № 20, който със своя кристален строеж и седиментногенна същност може да ускорява формирането на колоиди и хумати в почвата.

Макар и като количество същите да са малко, данните за отношение C: N доказват калциев мул тип хумус на формиране при Пясъчните почви от Черноморието. Определено може да се заключи, че постседиментационните процеси, които настъпват при фелдшпатите определят глинообразуването (почвообразуването) на тези примитивни почви и ако се съди по фелдшпатите и неглинестите минерали (калцита), основните глинести минерали са смектит и хлорит.

Наличието на амфиболи в профил № 16 и № 18 също потвърждава това заключение. Обикновено този първичен минерал се променя в калцит, хлорит и епидот (Костов, 2000).

Съпоставянето на данните за сорбционните свойства на профили № 12, 14 и 8, и минералогичния състав, показва съответствие между катионообменния капацитет и минералогичния състав на почвите. Например почви от профили № 12, 14 и 16, които са с по-висок катионообменен капацитет, са доминирани от фелдшпати, кварц и слюда, докато почва от профил № 8 Ah е доминирана от кварц и се характеризира с нисък сорбционен капацитет.

Изследваните първични минерали имат значение за изясняването на процесите на изветрянето и източниците на изветрителните продукти. Данните за тях показват, че първичните минерали и изветрянето в изследваните профили са унаследени от почвообразуващата скала. Количеството на кварца преобладава във всички изследвани почвени хоризонти спрямо това на фелдшпатите, особено в профилите, които се намират в близост до крайморските води. Слюдата се наблюдава единствено в профил № 14 (фиг. 4). Ако се съди по останалите физико-химични показатели, вероятно тя е от групата на черната слюда (биотит), която съдържа

K-Mg йони и влияе също благоприятно върху формирането на глинести минерали с висока йоноструктурна способност (вермикулинови или смектитови).

По съдържание кварцът е доминиращ минерал във всички профили и хоризонти и това определя първичния характер на почвообразователния процес. Той е твърде устойчив на изветряне, като тази му устойчивост му е осигурила рязко количествено преобладаване над устойчивите минерали, които в повърхностния хоризонт имат относително увеличение. След седиментацията и формирането на почвените хоризонти това преобладаване се запазва изцяло. В хода на почвообразователния процес то се подсилва, но съвсем слабо от изветрянето, за което свидетелства голямото натрупване на кварц в почвообразуващата скала на разглежданите почви в сравнение с по-горе разположените, което ни дава основание да допуснем, че това е генетична особеност, заложена още при отлагането на пясъчните морски наноси. Големите различия на кварца и фелдшпатите по дълбочина на профила също потвърждават тази генетична зависимост. От друга страна, резултатите от фелдшпатите свидетелстват за слабото им участие в началния процес на изветряне и почвообразуване. Като основен изходен продукт за глинести материали те не оказват съществено влияние върху глинообразуването.

Първичните минерали имат значение, както за изясняване на процесите и източника на изветрителните продукти, степента на изветряне, така и по отношение на минералните хранителни елементи. От изложеното в табл. 2 се вижда, че преобладава кварцът, който е инертен и устойчив на изветряне материал. От това следва и ниският потенциален резерв на хранителни елементи.

Изводи

Изследваните почви според реакцията на почвата се характеризират с неутрална до слабо алкална реакция. Според съдържанието на карбонати те са безкарбонатни и среднокарбонатни. Сорбционният капацитет варира от нисък до среден. Почвите са слабо до умерено колоидни, с висока степен на наситеност с бази, но неправилно изградени. Първичните минерали са унаследени от почвообразователните скали и пясъккливи материали. Кварцът е доминиращ минерал във всички профили и хоризонти, но в голяма част от изследваните почви в Ah значително присъствие имат фелдшпатите, слюдите и амфиболите, като тяхното доминиране в някои от изследваните почви води до проява на по-висок сорбционен капацитет.

Литература

- Атанасова, И., М. Теохаров, И. Кирилов.** 2013. Сорбционни, киселинно-неутрализиращи и хидрофобни свойства на Пясъчни почви (Arenosols). Юбилейна научна конф., посветена на 150 години от рождението на акад. Владимир Иванович Вернадски. „Вернадски и XXI век: симетрия, геосфера, биосфера и ноосфера“, София. – В: Сб. доклади, с. 50-53
- Ганев, С., Л. Райков.** 1971. Химичен състав на почвите в България. София. 309 с.
- Ганев, С.** 1992. Физикохимия и киселинно състояние на почвите в България. София, 49 с.
- Кирилов, И.** 2013. Особенности на почвообразуването върху пясъкливи материали в района на Българското Черноморие. Дисертация. ССА, ИПАЗР „Н. Пушкиров“, 165 с.
- Пенков, М.** 1991. Ръководство по почвознание. *Техника*, София, 293 с.
- Костов, Р.** 2000. Основи на минералогията. *Pensoft*, София-Москва, 293 с.
- Теохаров, М.** 2003. Актуални проблеми в класификацията на почвите в България. *Почвознание агрохимия и екология*, № 4, 23-26
- Теохаров, М.** 2004. Корелация на почвите, отразени в картата и класификацията със световната референтна база. *Почвознание агрохимия и екология*, № 4, 3-13
- Теохаров, М.** 2004. Физикохимична диагностика на Пясъчни слаборазвити почви (Ареносоли) от Северното Черноморие. *Почвознание агрохимия и екология*, № 1, 32-35
- Стоилов, К.** 1984. Лъсовата формация в България. *БАН*, София. 351 с.
- Endo, T., Yamamoto, S., Honna, T., Iimura, K., Lopez, R., Benson, M.** 2000. Morphological and physico-chemical properties of soils in the middle of Baja California, Mexico. *Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, Vol. 71, No. 1, p. 9-17
- Jonczak, J.** 2012. Effect of pine admixture in a beech stand on the intensity of dissolved organic carbon, iron and aluminium leaching from organic and humic horizons of Dystric Arenosols. *Forest Research Papers*, Vol. 73, 2.
- Madsen, H. B., Nørnberg, P.** 1995. Mineralogy of four sandy soils developed under heather, oak, spruce and grass in the same fluvioglacial deposit in Denmark *Geoderma*, Vol. 64, 3-4, p. 233-256
- Mareschal, L., Nzila, J. D. D., Turpault, M. P., Thongo, M'Bou, A., Mazoumbou, J. C., Bouillet, J. P., Ranger, J., Laclau, J. P.** 2011. Mineralogical and physico-chemical properties of Ferralic Arenosols derived from unconsolidated Plio-Pleistocenic deposits in the coastal plains of Congo. *Geoderma*, 162, 1-2, 159-170
- Ngole, V. M., G. E. Ekosse.** 2008. Physico-chemistry and mineralogy related to productivity of arenosol, luvisol and vertisol. *Iranian Journal of Science & Technology*, Transaction A, Vol. 32, No. A2