
SOIL CHEMISTRY



N. Ye. Opanasenko  Dr. Sci. (Agri.), Professor
A. P. Yevtushenko
A. P. Grishina

UDK 631.445.9 (477.7)

*Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific
Center, NAAS, Nikita, 98648, Yalta, Crimea, Ukraine*

MAGNESIAN ALKALINITY OF TRENCHING SOILS OF PRICHERNOMORSKAYA LOWLAND

Abstract. The data of scientists about spreading, genesis, composition and properties of low sodium soils with high content of magnesium in soil sorption complex, and its influence on plants have been considered.

The aim was to determine the absorbed ability of soils and the level of saturation by bases; to determine the dependence of density of foundation, quantity of silt from the content of absorbed magnesium from magnesium water soluble salts in them; to determine kation-anion and salt composition of irrigation waters.

The trenching low sodium remaining alkaline south black soils, dark-chestnut, turf-steppe black soils of Prichernomorskaya lowland with content 20–73 % Mg^{2+} in soil sorption complex and also irrigation waters have been studied.

Physical clay, silt, volumetric mass, general porosity, air-volume, water-permeability, micro-aggregate composition, absorbed base, kation-anion composition of easy soluble salts and hypothetical salts have been determined in soils. Kation-anion composition and hypothetical salts have been determined in irrigation waters.


The sum of absorbed bases in studied soils corresponded to the content of fraction of physical clay and silt, and also to the provision of soils with organic substances. The humus reserves in trenching layer 0–60 cm of black south soils were 200–240 t/ha, dark-chestnut soils – 150–180 t/ha, turf-steppe light suglinic – soils 80–130 t/ha/ That's quite normal that south black soils (30 mg-eq./100 gr.) have the best absorbed ability, and the turf-steppe sand soils have the worst absorbed ability (9 mg-eq./100 gr.).

Accordance of absorptive ability of soils to the content of fraction of physical clay, silt, humus has been determined.

The largest content and variation of absorbed magnesium in soil sorption complex of trenching layers of light suglinic and sand turf-steppe soils of high river terraces and the lowest content in black south soils and dark-chestnut soils have been established.

It has been established that for genetically different soils with high content of exchanged magnesium the high density of formation, low general porosity, air-volume, water-irrigation, micro-aggregation and also clods, cracks and dust in dry condition, absence of illuviation are typical.

Kation-anion composition of easy soluble salts in soils and in irrigation waters has been analyzed in details. The sum of all toxic water soluble salts in black south soils was 0.31 mg-eq./100 gr., magnesium salts ($MgCO_3$, $Mg(HCO_3)_2$, $MgCl_2$, $MgSO_4$) – 0.18 mg-eq./100 gr. or 58 % from the sum of toxic salts. In dark-chestnut soils these indexes were 0.16 and 0.11 mg-eq./100 gr. and 69 %; in turf-steppe light suglinic soils – 0.32 and 0.18 mg-eq./100 gr. and 56 %; and for turf-steppe sand

 Tel.: +038095-528-33-25. E-mail: igorkostenko@ukr.net

DOI: 10.15421/041403

ISSN 1684-9094. Gruntoznavstvo. 2014. Vol. 15, no. 1–2

33

soils they were 0.26 and 0.15 mg-eq./100 gr. and 58 %. In all soils chlorides magnesium prevailed over toxic salts ($\text{NaCl}+\text{MgCl}_2+\text{CaCl}_2$).

In south black soils and turf-steppe soils in layer 0–60 cm there were both toxic and magnesium salts. Dark-chestnut soils in comparison with above said ones have less toxic salts and less magnesium salts, but their part in the sum of all salts was the highest – 69 %. The less content of toxic salts in dark-chestnut soils in comparison with others is attributed to their location to good drained height in Ochakov region.

Probability of irrigation magnesium solonetzation of soils under long watering of orchards and vineyards by water from artesian well, Ingulets canal and from pond has been studied.

In fresh and weakly mineral waters among toxic salts the magnesium salts (67–88%) as also in soils, chloride of magnesium are prevailed. Prevailing of magnesium over calcium in irrigated waters reduces quality of water and leads to accumulation of Mg^{2+} in soil sorption complex and negatively influences on soils.

The following conclusions have been done:

Genetically different low sodium remaining alkalinic with high content of exchanged magnesium in soil absorption complex trenching soils are characterized by high density, low porosity, air-volume, water-permeability, micro-aggregation and also clods, cracks and dust in dry condition, absence of illuviation.

In soils and irrigation waters magnesium salts prevail over toxic easy soluble salts (67–88 % and 56–69 %). There are the probable sources of large accumulation of magnesium in soil absorption complex, magnesium solonetzation and the reason of unfavourable soil conditions.

Key words: *absorptive ability of soils, exchanged magnesium, easily soluble salts.*

УДК 631.445.9 (477.7)

М. Є. Опанасенко

д-р с.-г. наук, проф.

Г. П. Євтушенко

Г. П. Гришина

*Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр НААН,
с/мт Нікіта, 98648, м. Ялта, АР Крим, Україна,
тел.: +038095-528-33-25, e-mail: igorkostenko@ukr.net*

ПРО МАГНІЄВУ СОЛОНЦОВАТІСТЬ ПЛАНТАЖОВАНИХ ҐРУНТІВ ПРИЧОРНОМОРСЬКОЇ НИЗОВИНИ

Вивчені плантажовані малонатрієві з високим вмістом обмінного магнію чорноземи південні, темно-каштанові та дерново-степові чорноземовидні ґрунти Причорноморської низовини. Для цих ґрунтів характерні: висока щільність складення, знижена або низька загальна поруватість, повітроємність за НВ, водопроникність, мікроагрегованість, а також брилястість, тріщинуватість і пилуватість.

З'ясовано, що в ґрунтах серед токсичних легкорозчинних солей, як і в іригаційних водах, переважають магнієві солі (56–69 % і 67–88 % відповідно), які є одним з джерел великого накопичення магнію у вбирному комплексі ґрунту, магнієвої солонцоватості та причиною несприятливих властивостей ґрунтів.

Ключові слова: *вбирна здатність ґрунтів, обмінний магній, легкорозчинні солі.*

УДК 631.445.9 (477.7)

Н. Є. Опанасенко

д-р с.-х. наук, проф.

А. П. Євтушенко

А. П. Гришина

*Никитский ботанический сад – Национальный научный центр НААН,
п/ст Никита, 98648, г. Ялта, АР Крым, Украина,
тел.: +038095-528-33-25, e-mail: igorkostenko@ukr.net*

О МАГНИЕВОЙ СОЛОНЦЕВАТОСТИ ПЛАНТАЖИРОВАННЫХ ПОЧВ ПРИЧЕРНОМОРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Изучены плантажированные малонатриевые с высоким содержанием обменного магния черноземы южные, темно-каштановые и дерново-степные черноземовидные почвы

Причерноморской низменности. Для этих почв характерны: высокая плотность сложения, пониженная или низкая общая пористость, воздухоемкость при НВ, водопроницаемость, микроагрегированность, а также глыбистость, трещиноватость и пылеватость.

Установлено, что в почвах среди токсичных легкорастворимых солей, как и в ирригационных водах, преобладают магниевые соли (56–69 % и 67–88 %, соответственно), которые являются одним из источников большого накопления магния в почвенном поглощающем комплексе, магниевой солонцеватости и причиной неблагоприятных свойств почв.

Ключевые слова: *поглотительная способность почв, обменный магний, легкорастворимые соли.*

ВВЕДЕНИЕ

Малонатриевые солонцовые почвы с высоким содержанием в ППК магния широко распространены в южных регионах Украины, России и других стран Содружества среди черноземов, каштановых почв, сероземов, аллювиальных и дерново-степных супесчаных почв речных долин. Эти почвы в разное время изучались К. К. Гедройцем (Hedroitz, 1916, 1955), Л. И. Прасоловым, И. Н. Антиповым-Каратаевым (Prasolov and Antipov-Karataev, 1930, 1935, 1953), П. И. Шаврыгиным (Shavrygin, 1935), С. А. Кудриным, А. Н. Розановым (Kudrin and Rosanov, 1938), С. И. Соколовым (Sokolov, 1963), Р. Я. Мамаевой (Mamaeva, 1966), Н. П. Пановым (Panov, 1971, 1972) и другими учеными.

В большом количестве (>35 % от суммы оснований) поглощенный магний и его гуматы токсичны для растений: снижается подвижность протоплазмы клеток и образование пектинатов кальция, вытесняется кальций из нуклеопротеидов, повреждаются корни растений (Hedroitz, 1955; Prasolov and Antipov-Karataev, 1930; Mamaeva, 1966).

При большом насыщении ППК магнием возрастает дисперсность почв в силу большей его гидратированности, меньшей растворимости $Mg(OH)_2$ и константы вытеснения из поглощающего комплекса. Увеличиваются набухание, липкость, плотность, растворимость кремнезема, полуторных окислов, перегной почв, для них характерны также слитость, глыбистость, трещиноватость, пониженные скорость фильтрации, порозность и капиллярный подъем воды (Hedroitz, 1916, 1955; Antipov-Karataev, 1935, 1953; Sushko, 1933; Shavrygin, 1935; Breshkovsky, 1937; Bogatyrev, 1958; Sokolov, 1963).

Известно также, что магний по своему действию на физические и химические свойства почв стоит ближе к кальцию, чем к натрию (Sushko, 1933; Breshkovsky, 1937; Sokolov, 1963), но при соотношении $Ca^{2+}: Mg^{2+}: Na^+$ как 1: 3: 1, 2: 1: 2 обменный магний ближе к натрию. В соотношении из катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} магний действует как пептизатор, а при таковом Na^+ и Mg^{2+} последний является коагулятором. Увеличение обменного Mg^{2+} при одинаковом содержании в ППК Na^+ повышает дисперсность почв, уменьшает количество гуминовых кислот и повышает содержание фульвокислот, что приводит к образованию гуматов магния и натрия, пептизации коллоидов (Panov and Adda, 1971, 1972).

Установлено, что генезис почв с высоким содержанием в ППК магния связан с постоянным или периодически длительным увлажнением днищ пойменных прудов, оросительных и других замкнутых понижений за счет почвенно-грунтовых, оросительных и других вод, содержащих $MgCl_2$, $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$. Внедрение Mg^{2+} в ППК усиливается по мере выщелачивания осадками легкорастворимых солей и вытеснения из ППК натрия магнием. В дальнейшем происходит кристаллизация абсорбированных соединений и частичная десорбция поглощенного магния с образованием вторичных минералов и органо-минеральных веществ, цементирующих почвенную массу (Vernadsky, 1937; Pankov, 1934; Kudrin and Rosanov, 1938; Antipov-Karataev, 1953; Sokolov, 1956; Bogatyrev, 1958; Mamaeva, 1966; Grin, 1969; Panov, 1971, 1972).

Определено, что в одних случаях морфологически выраженный солонцовый профиль с преобладающим содержанием магния является реликтовым после вымывания обменного натрия. В других случаях в почвах с высоким содержанием обменного магния нет иллювиального горизонта, обогащенного илом. Такие почвы чаще характеризуются недифференцированным профилем и монолитным сложением.

Аналогичные почвы достаточно широко представлены в зонах Южной и Сухой степи и по речным террасам Причерноморской низменности, но они мало изучены и слабо отражены в литературе.

В связи с этим была поставлена задача определить поглотительную способность почв и степень насыщенности их основаниями; установить зависимость плотности сложения, количества ила от содержания поглощенного магния в почвах и поглощенного магния от магниевых воднорастворимых солей в них; определить катионно-анионный и солевой состав оросительных вод и его влияние на содержание поглощенного магния в орошаемых почвах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучали староплантажированные под сады и виноградники малонатриевые с высоким содержанием поглощенного магния почвы Снигиревского, Баштанского, Жовтневого, Вознесенского, Веселиновского и Очаковского районов Николаевской и Каховского района Херсонской областей. Исследовали черноземы южные и темно-каштановые почвы подов, блюдец и дерново-степные черноземовидные почвы легкого гранулометрического состава высоких речных террас Южного Буга и Днепра, а также поливные воды из артезианской скважины, оросительного канала и пруда-накопителя. В почвах и водах определяли их катионно-анионный состав и гипотетические соли.

При полевых и лабораторных исследованиях почв использованы принятые в Украине ГОСТы и ДСТУ: объемная масса определялась по Качинскому, рН – потенциметрически, легкорастворимые соли – по Аринушкиной, поглощенные основания – по Пфефферу и Шолленберггеру (Metody analiziv..., 1999; Insruksiiia..., 2002).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В исследованных почвах сумма поглощенных оснований соответствовала содержанию фракций физической глины и ила (табл. 1), а также обеспеченности почв органическим веществом. Запасы гумуса в плантажном слое 0–60 см черноземов южных равнялись 200–240 т/га, темно-каштановых почв – 150–180 т/га, дерново-степных легкосуглинистых – 105–130 т/га, дерново-степных супесчаных – 80–130 т/га. Закономерно, что наибольшей поглотительной способностью характеризовались черноземы южные (30 мг-экв/100 г), а наименьшей – дерново-степные супесчаные почвы (9 мг-экв/100 г).

В ППК поглощенный кальций в более тяжелых почвах составлял 70–75 %, в легких – 59–63 % от суммы оснований. Среднее количество поглощенного натрия в плантажном слое всех почв не превышало 2,8 % от суммы поглощенных катионов, а потому все изученные почвы классифицируются как слабосолонцеватые (табл. 1). Наибольшее содержание поглощенного Mg^{2+} в ППК плантажных слоев присуще легкосуглинистым и супесчаным почвам высоких речных террас (34–38 %), меньшее – черноземам южным и темно-каштановым почвам (24–27 %). Важно также отметить, если в последних двух почвах количество поглощенного Mg^{2+} по 20-сантиметровым слоям варьировало от 20 до 41 %, то в легких почвах – от 21 до 73 % от суммы обменных катионов.

Установлено, что для генетически различных плантажированных почв с повышенным или высоким содержанием магния в ППК в отдельных 20-сантиметровых слоях или во всем плантажном слое характерны высокая плотность сложения (табл. 1), пониженные общая скважность (40–33 %), воздухоемкость при НВ (15–8 %) и водопроницаемость (80–20 мм воды за первый час наблюдений), а также слитость, глыбистость, трещиноватость, распыляемость в

сухом состоянии при частых вспашках. В пахотном слое (0–20 см) содержалось 22–30 % микроагрегатов размером <0,01 мм.

Таблица 1

Гранулометрический состав, плотность сложения и содержание поглощенных катионов в ППК плантажированных слабосолонцеватых почв Николаевской области

Слой, см	Содержание физической глины / ила, %	Объемная масса *, г/см ³	Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г почвы	% от суммы поглощенных оснований		
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
Чернозем южный тяжелосуглинистый (15 разрезов)						
0–20	54 / 35	1,37	32,7	68,2	29,3	2,5
20–40	51 / 34	1,16 ÷ 1,61	28,7	72,1	25,2	2,7
40–60	51 / 34	n=53	29,8	71,1	25,6	3,3
Темно-каштановая средне- и тяжелосуглинистая почва (6 разрезов)						
0–20	43 / 30	1,37	17,3	75,4	23,1	1,5
20–40	40 / 28	1,30 ÷ 1,48	16,8	70,0	28,7	1,3
40–60	45 / 32	n=13	21,4	78,3	20,6	1,1
Дерново-степная черноземовидная легкосуглинистая почва (28 разрезов)						
0–20	23 / 14	1,47	11,9	63,6	34,4	2,0
20–40	22 / 13	1,35 ÷ 1,68	11,9	63,9	34,5	1,6
40–60	22 / 13	n=25	14,6	62,2	34,3	3,5
Дерново-степная супесчаная почва (10 разрезов)						
0–20	16 / 10	1,53	8,1	55,8	41,7	2,5
20–40	16 / 10	1,40 ÷ 1,73	10,7	56,2	40,9	2,9
40–60	16 / 10	n=28	9,2	66,3	31,9	1,8

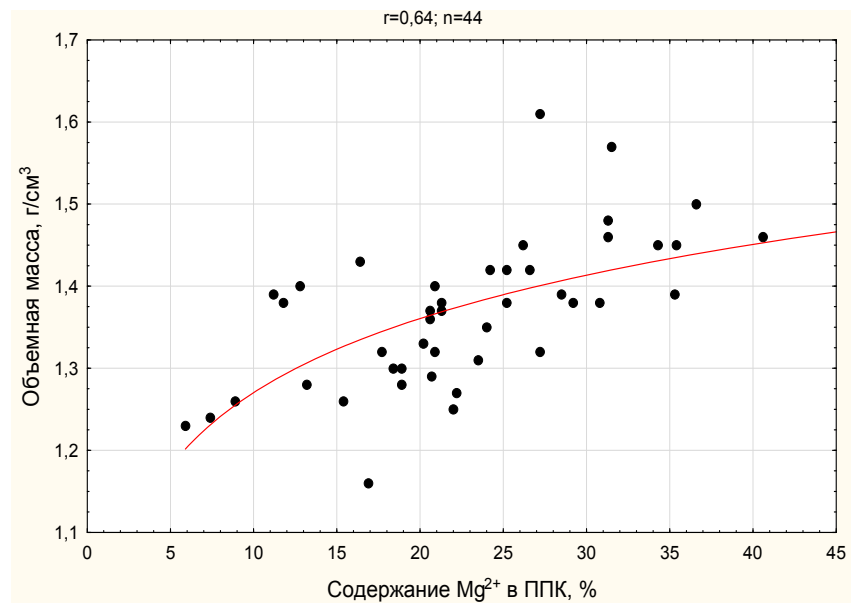
Примечание: * Среднее в плантажном слое (по слоям 0-20, 20-40, 40-60 см).

В результате корреляционного анализа установлена достоверная логарифмическая зависимость объемной массы от содержания магния в ППК как легких, так и более тяжелых почв (рисунк). Общая пористость почв также достоверно (но отрицательно) зависела от наличия Mg²⁺ в поглощающем комплексе. Отметим, что объемная масса почв от количества обменного Na⁺ не зависела, более того, связь была отрицательной (–0,13...–0,50).

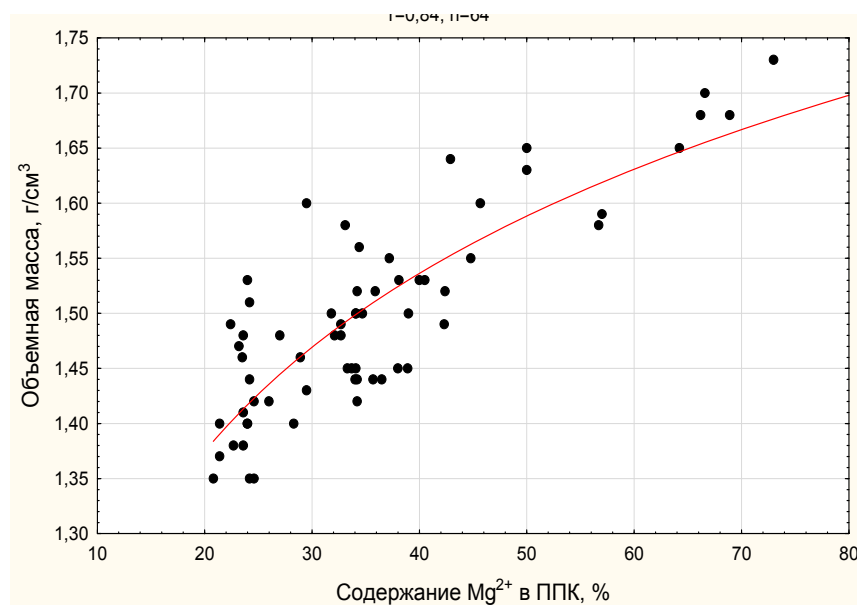
Передвижения и накопления илстых частиц (иллювирирования) в профиле всех плантажированных почв в зависимости от содержания магния в ППК и пептизации коллоидов не отмечено, что подтверждается не только морфологически и аналитически (табл. 1), но и отсутствием достоверной корреляции этих двух показателей.

Говоря о возможных источниках накопления магния в ППК, был детально проанализирован катионно-анионный состав легкорастворимых солей как в почвах, так и в поливных водах. В черноземах южных сумма всех токсичных воднорастворимых солей составила 0,31 мг-экв/100 г, магниевых солей (MgCO₃, Mg(HCO₃)₂, MgCl₂, MgSO₄) – 0,18 мг-экв/100 г, или 58 % от суммы токсичных солей. В темно-каштановых почвах эти показатели, соответственно, равнялись 0,16; 0,11; 69, в дерново-степных легкосуглинистых почвах – 0,32; 0,18; 56, а для дерново-степных супесчаных почв они были 0,26; 0,15; 58. Важно отметить, что во всех почвах среди токсичных хлористых солей (NaCl+MgCl₂+CaCl₂) преобладали хлориды магния (Oranassenko, 2014).

В черноземах южных и дерново-степных почвах в слое 0–60 см было много как всех токсичных, так и магниевых солей, и по ним почвы мало различались. Темно-каштановые почвы по сравнению с выше названными значительно меньше засолены токсичными солями и меньше содержали магниевых, но их доля в сумме всех солей была самой высокой – 69 %. Меньшая засоленность темно-каштановых почв, чем других изученных, объясняется их приуроченностью к хорошо дренируемой возвышенной приморской полосе в пределах Очаковского района (Oranassenko, 2014).



а



б

Зависимость плотности сложения от содержания Mg^{2+} в ППК в плантажном слое 0–60 см малонатриевых южных черноземов и темно-каштановых почв (а), дерново-степных черноземовидных легкосуглинистых и супесчаных почв (б)

Установлено, что, несмотря на преобладание магниевых солей среди токсичных легкорастворимых солей всех изученных почв, зависимость поглощенного магния от количества магниевых солей была недостоверной ($r=0,20 \dots 0,24$), а порой и отрицательной.

Исследована вероятность ирригационного магниевго осолонцевания почв при длительном орошении садов и виноградников водами из артезианской скважины, Ингулецкого канала и из пруда-накопителя. Катионно-анионный состав и гипотетические соли поливных вод представлены в таблице 2.

Таблица 2

Катионно-анионный состав и гипотетические соли (мг-экв/л) в поливной воде из артезианской скважины (1), канала (2) и пруда (3) в Причерноморье

Место отбора	Минерализация, г/л	CO ₃ ²⁻		HCO ₃ ⁻		Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺	
		МЭ*/л	г/л	МЭ/л	г/л	МЭ/л	г/л	МЭ/л	г/л	МЭ/л	г/л	МЭ/л	г/л	МЭ/л	г/л
1	0,94	0	0	5,08	0,31	10,40	0,36	0,39	0,02	5,00	0,10	9,00	0,11	1,87	0,04
2	0,84	0	0	2,80	0,17	9,60	0,34	1,97	0,10	5,50	0,11	7,00	0,08	1,87	0,04
3	2,57	0	0	9,20	0,56	4,08	0,14	26,63	1,28	8,00	0,16	28,00	0,34	3,91	0,09
	Na ₂ CO ₃	MgCO ₃	Ca(HCO ₃) ₂	Mg(HCO ₃) ₂	NaHCO ₃	CaSO ₄	MgSO ₄	Na ₂ SO ₄	NaCl	MgCl ₂	CaCl ₂				
1	0	0	2,00	3,08	0	0,39	0	0	1,87	5,92	2,61				
2	0	0	2,00	0,80	0	1,97	0	0	1,87	6,20	1,53				
3	0	0	2,00	7,20	0	6,00	20,63	0	3,91	0,17	0				

Примечание: * мг-ЭКВ.

По степени минерализации поливная вода из артезианской скважины и канала пресная (0,94 и 0,84 г/л), а из пруда – слабоминерализованная (2,57 г/л). Среди токсичных солей в артезианской воде (13,48 мг-экв/л) преобладали магниевые соли (9 мг-экв/л), а среди последних – хлориды магния. В поливной воде из канала всех токсичных солей (10,40 мг-экв/л), как и магниевых, было меньше (7,00 мг-экв/л), чем в артезианской и также преобладали хлориды магния. Вода из пруда отличалась большим содержанием как всех токсичных (31,91 мг-экв/л), так и магниевых солей (28,00 мг-экв/л), но с незначительным количеством $MgCl_2$ (табл. 2).

В воде из пруда общее содержание токсичных солей, выраженное в эквивалентах хлора, составляло 11,09 мг-экв/л. В соответствии с классификацией оросительных вод Украины по опасности хлоридного засоления почв такая вода условно пригодна для орошения из-за угрозы среднего вторичного засоления почв (Metodicheskie rekomendatsii..., 1989). В воде из пруда Ca^{2+} меньше, чем HCO_3^- , часть HCO_3^- связана с магнием (7,20 мг-экв/л), по этому показателю возможность осолонцевания и увеличения pH почв реальна. Преобладание магния над кальцием ухудшает качество поливной воды. Магний оказывает вредное воздействие на почвы, когда его содержание в оросительной воде более 50 % от суммы кальция и магния в мг-экв/л. Данное соотношение в воде из пруда составляет 77,8 %, поэтому в ППК будет происходить накопление магния, что приведет к магниевому осолонцеванию орошаемых почв.

ВЫВОДЫ

1. Генетически различные малонатриевые остаточные солонцеватые с высоким содержанием в ППК обменного магния плантажированные почвы характеризуются высокой плотностью сложения, пониженной или низкой общей пористостью, воздухоемкостью, водопроницаемостью, микроагрегированностью, а также глыбистостью, трещиноватостью и распыляемостью в сухом состоянии, отсутствием иллювирированности.

2. В почвах и ирригационных водах среди токсичных легкорастворимых солей преобладают магниевые соли (56–69 % и 67–88 % соответственно), которые являются вероятными источниками большого накопления магния в ППК, магниевой солонцеватости и причиной неблагоприятных свойств почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Antipov-Karataev, I. N., Antipova-Karataeva, T. F., Yasinovsky, A. N. 1935.** Fiziko-khimicheskie svoystva v zavisimosti ot sostava i sootnosheniia obmennyykh kationov [Physico-chemical properties in the dependence of composition and correlation of exchangeable cations]. Colloid magazine. 3–4, 15–21 (in Russian).
- Bogatyrev, K. P., 1958.** Smolnitsy (smonitsy) Albanii (korichnevo-lugovye i lugovo-korichnevye temnotsetnye magnezialno-solontsevatye pochvy) [Smolnitsy (Smonitsa) of Albania (meadow cinnamon-brown and cinnamon-brown meadow dark-coloured magnesium-like soils)]. Eurasian Soil Science. 4, 14–22 (in Russian).
- Breshkovsky, P. M., 1937.** K voprosu o roli obmennogo magniia v iavleniiakh solontsevatosti pochv [To the question about the role of exchangeable magnesium in the phenomenon of soil alkalinity]. Scientific notes of Kazan State University named after V. I. Ulyanov-Lenin. 97(1, 2). Agrochemistry. 151–176 (in Russian).
- Vernadsky, V. I., 1927.** Ocherki geokhimii [Essays in geochemistry]. Moscow-Leningrad (in Russian).
- Hedroitz, K. K., 1916.** Poglotitelnaia sposobnost pochvy [Soil absorption ability]. Magazine of Experimental Agronomy. 17(6), 520 (in Russian).
- Hedroitz, K. K., 1955.** Pochvennye obmennye kationy i rasteniia [Soil exchangeable cations and plants]. Select making. Publishing house AS USSR, Moscow. 3 (in Russian).
- Grin, G. S., 1969.** Galogenez lessovykh pochvo-gruntov Ukrainy [Galagenesis of loess soil-grounds in Ukraine]. Urozhai, Kyiv (in Russian).
- Insruksiia z provedennia hruntovo-solovoi ziomki na zroshuvanykh zemliakh Ukrainy, 2002. [Instruction for making ground-salt survey on the watering soils of Ukraine]. VDN 33-5.5-11-02. Official publishing, Kyiv (in Ukrainian).

- Kudrin, S. A., Rosanov A. N., 1938.** Materialy k kharakteristike serozemov s vysokim sodержaniem pogloshchennogo magniia [Materials for characteristics of grey soils with high content of absorbed magnesium]. Eurasian Soil Science. 6, 836–855 (in Russian).
- Mamaeva, R. Ya., 1966.** Rol pogloshchennogo magniia v solontsevatosti pochv [The role of absorbed magnesium in soils' alkalinity]. Agricultural mastering of semideserted lands. Nauka, Moscow. 98–128 (in Russian).
- Melioratsiia solontsov v SSSR, 1953 [Melioration of solonchets in the USSR]. Publishing house AS USSR, Moscow (in Russian).
- Metody analiziv gruntiv i roslin, 1999 [Methods of analyses for soils and plants (Methodical textbook)]. Kharkov (in Ukrainian).
- Metodicheskie rekomendatsii po irrigatsionnoj otsenke, klassifikatsii i fiziko-khimicheskim sposobam ulutsheniia prirodnykh orositelnykh vod Ukrainy, 1989 [Methodical recommendations for irrigation estimation, classification and physico-chemical methods of nature irrigative waters improvement in Ukraine]. UNIIPA, Kharkov (in Russian).
- Opanasenko, N. E., Evtushenko, A. P., 2014.** O plodorodii i prigodnosti pochv Nikolaevskoi oblasti pod sady i vinogradniki [About fertility and fitness of soils in Nikolaevskaya area for orchards and vineyards]. Agrochemistry and gruntoznastvo. Special issue for IX Congress of UUGA, Kharkov (in Russian).
- Pankov, A. M., Shavrygin, P. I., 1934.** K kharakteristike sostava pogloshchayushchego kompleksa pochv Primanychskoi polosy [For characteristics of absorption soil complex composition in Primanichsky region]. Proceedings of Soil Institute named after V. V. Docuchaev. 9, 205–235 (in Russian).
- Panov, N. P., Adda, L. M., 1972.** O roli pogloshchennogo magniia v razvitii solontsovoogo protsessa pochvoobrazovaniia [About the role of absorbed magnesium in the development of alkalinity process of soil formation]. Proceeding of the TAA. 2, 110–119 (in Russian).
- Panov, N. P., Goncharova, N. A., 1971.** Osobennosti genezisa malonatrievykh solontsov Stepnoj zony [Genesis peculiarities of low-sodium solonchets in the Steppe zone]. Soils of sodium alkalinity and their melioration: Abstracts of International Symposium in melioration of sodium alkaline soils. Erevan – 1969. Proceedings of the Institute of Eurasian Soil Science and Agrochemistry. Erevan. 6, 503–508 (in Russian).
- Prasolov, L. I., Antipov-Karataev, I. N., 1930.** O solontsevatykh kashtanovykh pochvakh Ergenej i o metodike opredeleniia solontsevatosti [About alkaline chestnut soils in Ergenej and about method for alkalinity determination]. Proceedings of Soil Institute named after V. V. Docuchaev. 3–4, 161–206 (in Russian).
- Sokolov, S. I., 1963.** O magnievoj solontsevatosti pochv [About magnesium alkalinity of soils]. Investigations of soil genesis. Publishing house AS USSR, Moscow. 202–215 (in Russian).
- Sokolovskiy, A. N., 1956.** Selskokhoziajstvennoe pochvovedenie [Agriculture Soil Science]. State Publishing House of Agriculture Literature, Moscow (in Russian).
- Sushko, S. Ya., 1933.** Rol pogloshchennogo magniia v obrazovanii solontsovykh svoystv pochv [The role of absorbed magnesium in formation of the alkaline features of soil]. Chemicalisation of social agriculture. 3, 9–12 (in Russian).
- Shavrygin, P. I., 1935.** Vliianie pogloshchennogo magniia na fizicheskie svoystva pochv [Influence of absorbed magnesium on the physico properties of soil]. Eurasian Soil Science. 2, 167–173 (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію: 18.03.2014

Рекомендує до друку: д-р с.-г. наук, проф. С. Г. Чорний