

МАРИНА СТОЯНОВА*, ВЕСЕЛИН КУТЕВ**

*Институт по земеделие, Карнобат

**Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкарров“, София

Пространствено вариране на достъпните форми на азот, фосфор и калий в мониторинговата мрежа за изследване на Смолници „Карнобат“

Spatial Variability of Soil Fertility Parameters in the Area of Monitoring Network for Study of Vertisols “Karnobat”

M. Stoyanova, V. Koutev***

**Agricultural Institute, Karnobat, Bulgaria*

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

Abstract

Soil monitoring programs in European countries are developing very intensively. It is due to the understanding that soils are unrecoverable resource at exposures exceeding the tolerance of the soil, and that monitoring their quality is equally important issue as the monitoring of water and air.

Studies of heavy soils are important part of soil fertility changes monitoring.

Based on the available soil-climatic information in the town of Karnobat a permanent monitoring network was established. Currently, the network consists of 36 points distributed in regular grid on a Vertisols. Strong correlation of spatial variability was observed between P and K. Phosphorus and potassium are dependent on soil formation processes and prevailing parent rock. Nitrogen is not strongly related with PK. It is due to the nitrogen fertiliser application.

Key words: monitoring network, Vertisols, spatial variability, nitrogen, phosphorus, potassium

Интензивната работа по мониторинговите програми за почвите в Европа е продиктувана от разбирането, че почвите са невъзстановим ресурс при въздействия, превишаващи границите на толерантност на почвата, и че мониторингът на тяхното качество е също толкова важен въпрос, колкото и мониторингът на водата и атмосферния въздух. Общи тенденции са мониторинговите системи да включват пълен набор от показатели и параметри, които да са показателни за измененията на качеството на почвите в течение на времето и тяхното пространствено вариране (Arrouays et al., 2003).

В редица европейски страни паралелно с

почвения мониторинг съществува и система за мониторинг на земеделски площи. Целта на такива проучвания е проследяване на агрохимичния статус на почвите, предприемане на превантивни мероприятия за поддържане на почвеното плодородие и намаляване на екологичния риск. Подобни системи функционират за оценка на: азотния баланс и намаляване на опасността от замърсяване на подпочвените води с нитрати и нитрити; на фосфорния и калиевия баланс в почвата (Arnoldssen, 2003; Freudenschus, 2002).

Широкото разпространение на Смолниците у нас поражда необходимостта от изслед-

ването на тяхната пространствена вариабилност и проследяване на основните им агрохимични параметри във времето.

Мониторингът обикновено е базиран на пробовземане чрез равномерна мрежа от точки и последваща обработка на информацията с геостатистически методи. По този начин се събира прецизна информация за качествата на почвата във всяка една точка на изследвания участък, дори в пространствата между точките на пробовземане (Koutev, 2004). На база анализа на получените данни ще може да се определи нуждата от торене във всяка част от участъка и ще се разпределят оптимално необходимите торове. Подобно пробовземане е ефективно на по-големи участъци. Пробовземането е необходимо да се извършва веднъж на 5 години, за да се получи информация за пространственото изменение в хранителния режим на почвата. През останалото време е достатъчно пробовземането да се провежда по сега действащата система, като участъците бъдат разделяни съобразно резултатите, получени от подробното изследване. Средните проби ще се взимат от участъците с различна торова норма.

Пробовземането в мрежа се извършва с помощта на GPS техника, така че стопаните, обработващи големи участъци, да могат да използват съвременна техника за сеитба и торене, снабдена с GPS устройства (Koutev, 2013). Използването на вариабилни норми на торене е основата за развиване на прецизно земеделие.

Целта на изследването беше да се определи пространственото вариране на подвижни форми на азот, фосфор и калий за използването им при прецизно земеделие.

Материал и методи

Въз основа на използваната почвено-климатична информация в района на град Карнобат е създадена мониторингова мрежа от точки за пробовземане. В момента мрежата се състои от 36 точки. Мрежата е създадена с помощта на софтуер Base Map и GPS приемник на Garmin. Почвените проби представляват смесена проба от взетото количество почва от всяка точка на мрежата и от четири допълнителни точки, отстоящи на два и половина метра от централната и разположени в четирите основни посоки.

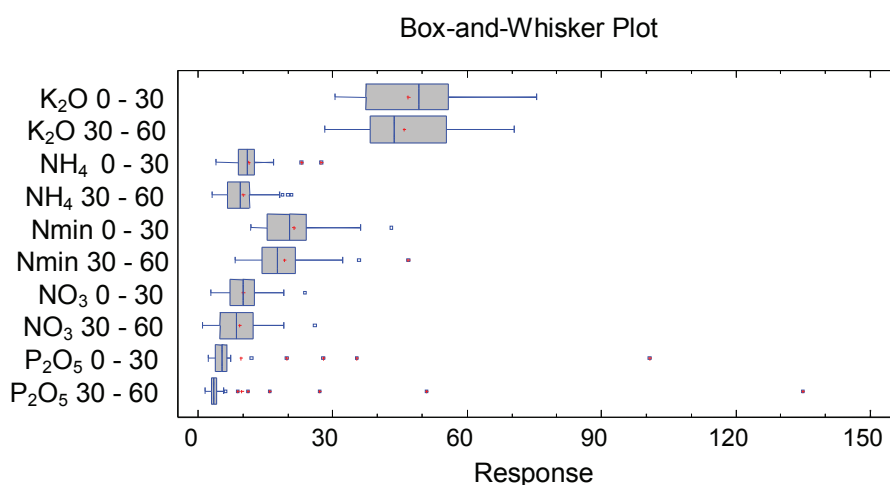
В изследванията са използвани агрохимичните методи за почвен анализ, приети в Земеделския институт – Карнобат:

- Едновременно определяне на амониев и нитратен азот, извлечен с 1% р-р на KCl;
- Достъпен фосфор – по Егнер-Рийм;
- Достъпен калий – по Милчева.

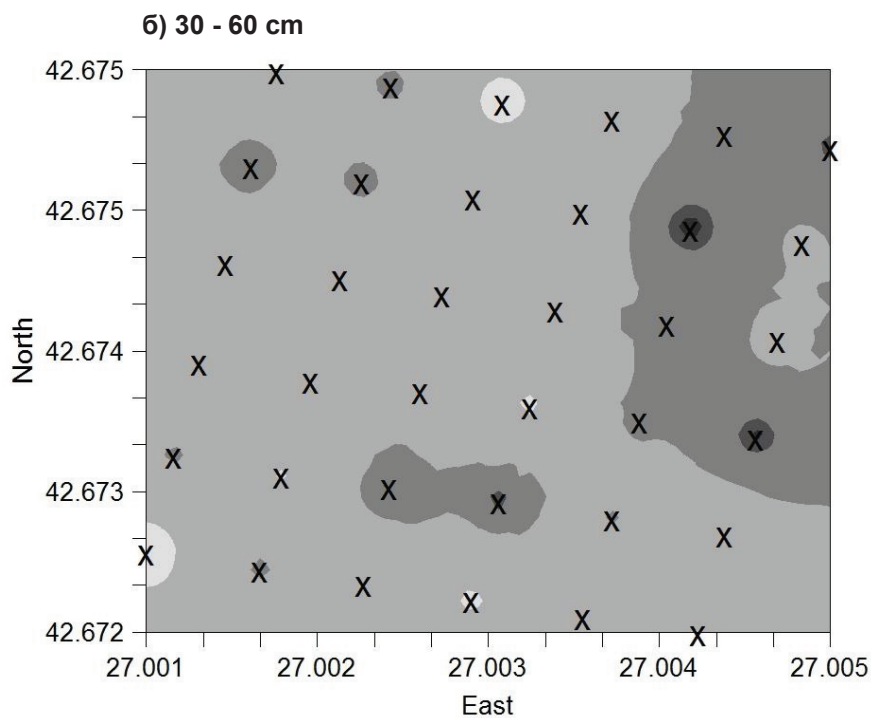
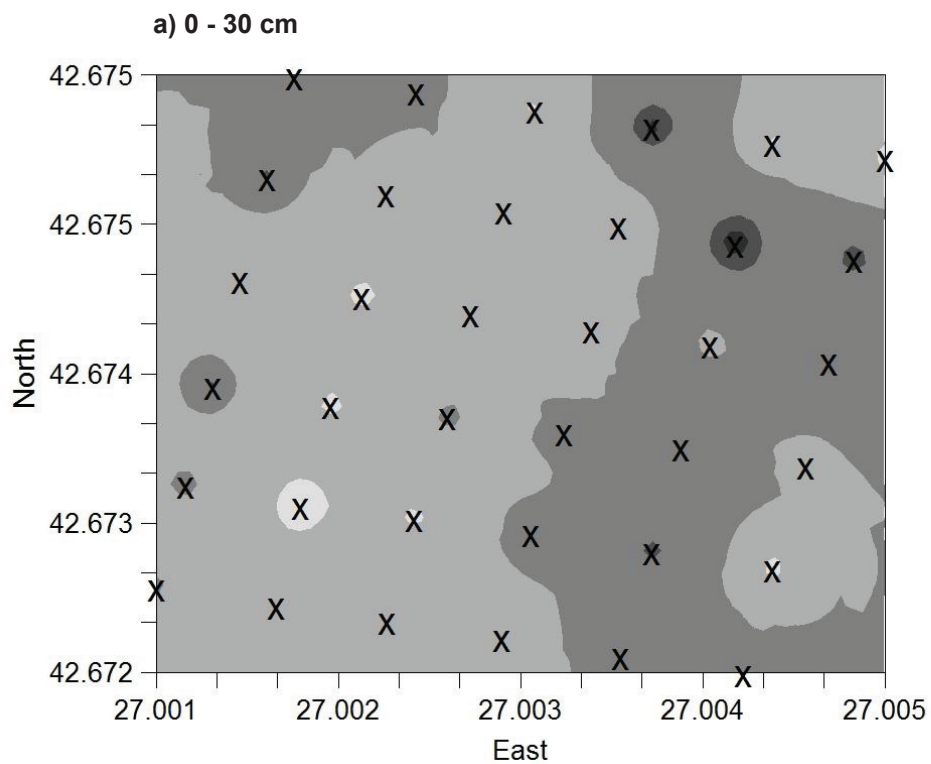
При провеждането на геостатистическия анализ е използван софтуерен продукт GS+ на Gamadesign Software. Статистическата обработка на резултатите е извършена с помощта на специализиран софтуер Statgraphics.

Резултати и обсъждане

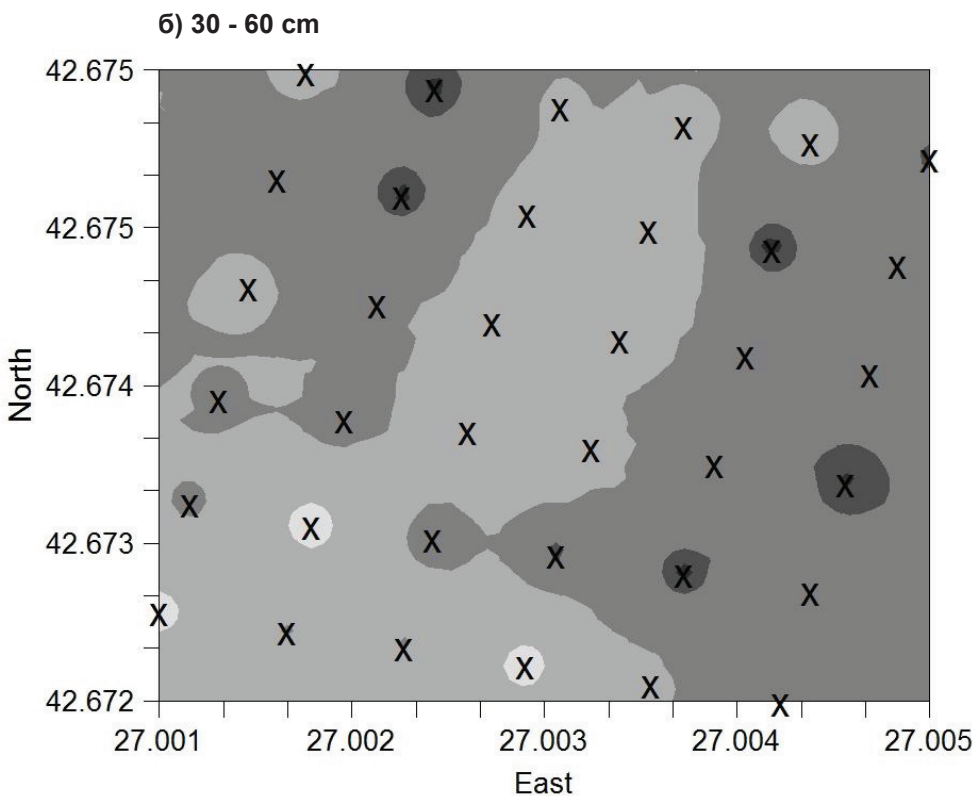
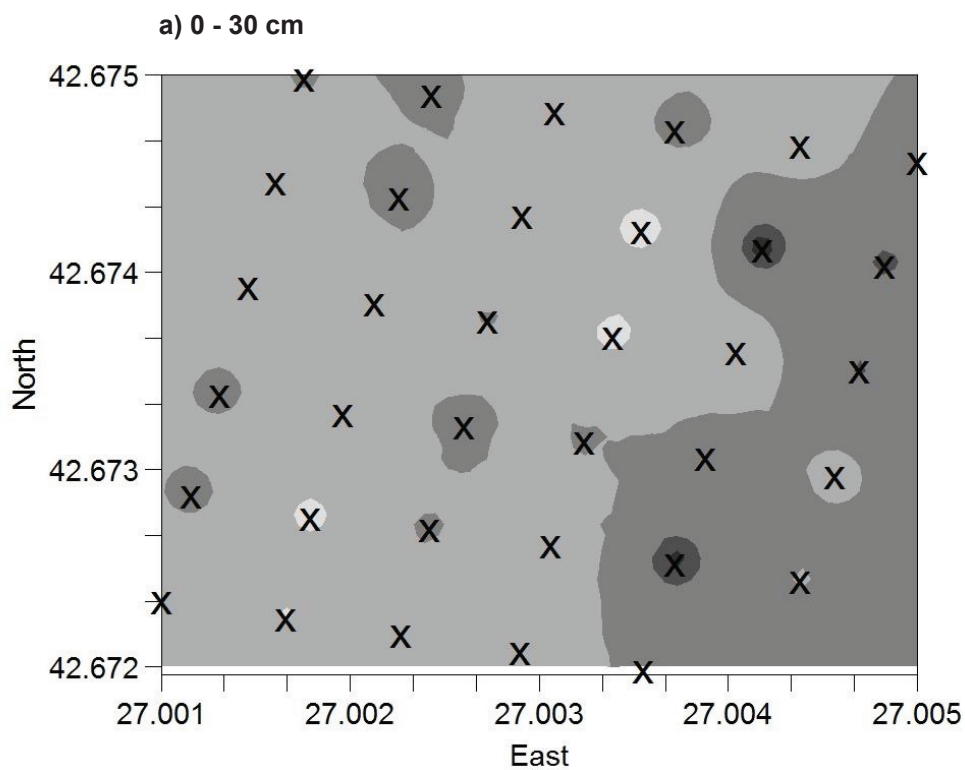
При изследване на големи серии от данни първо е необходимо да се направи оценка на



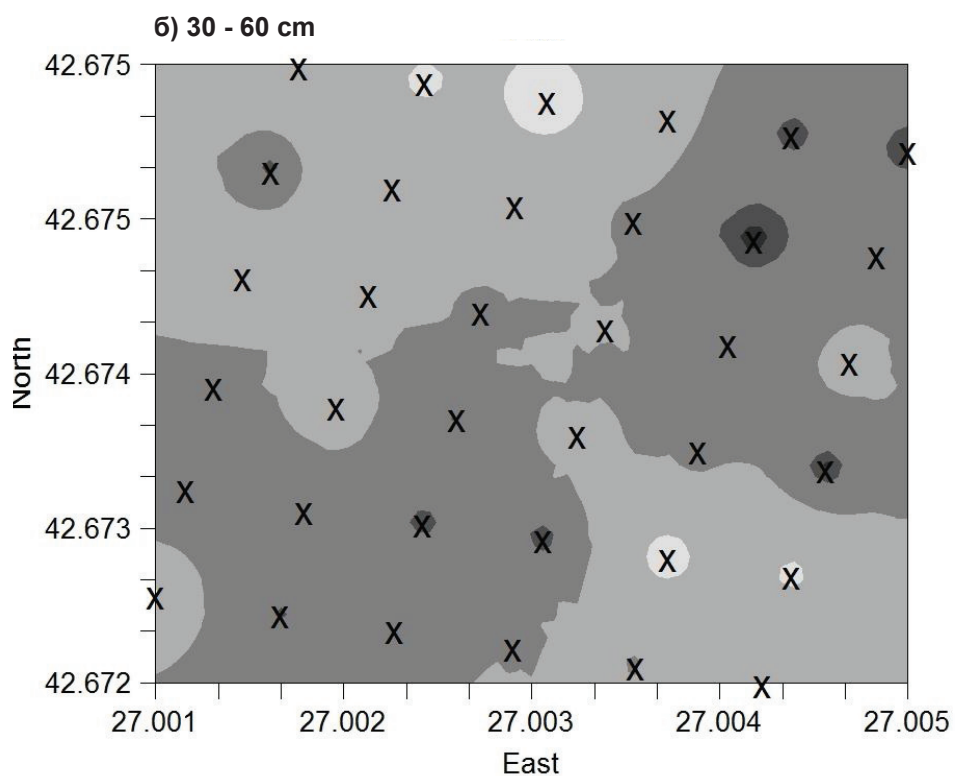
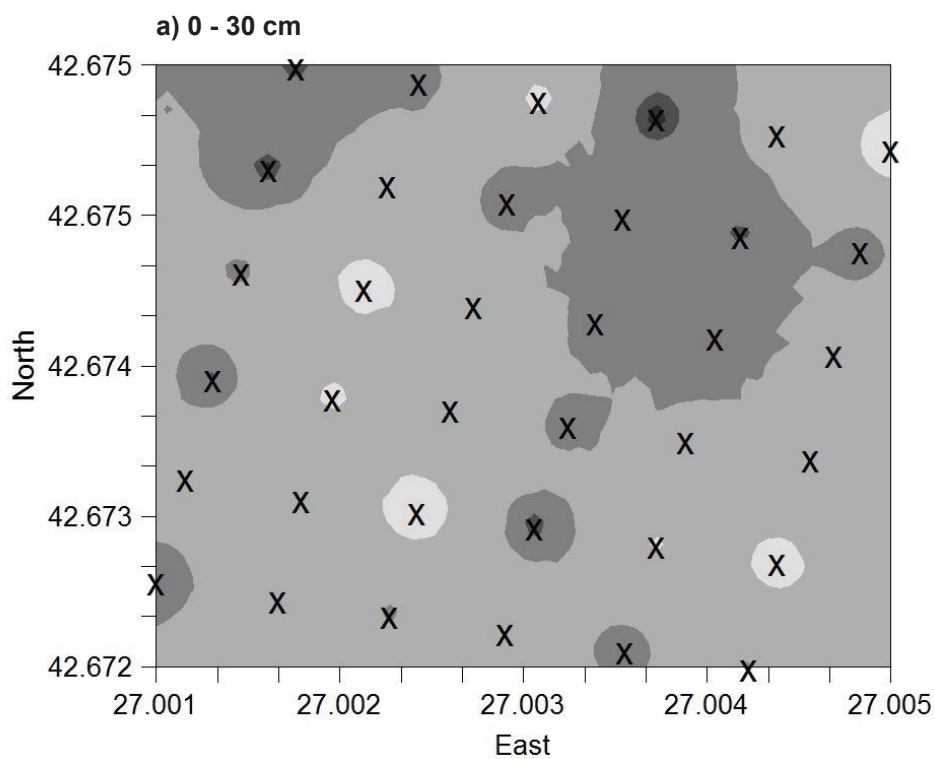
Фиг. 1. Box and whiskers анализ на получените данни
Fig. 1. Box and whiskers analysis of results



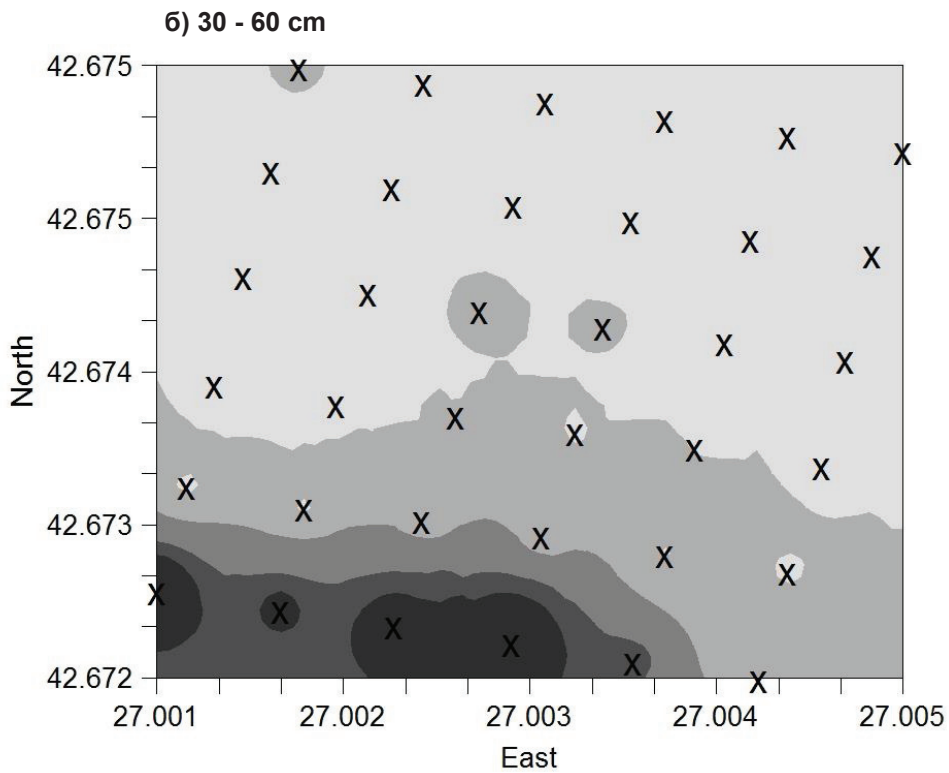
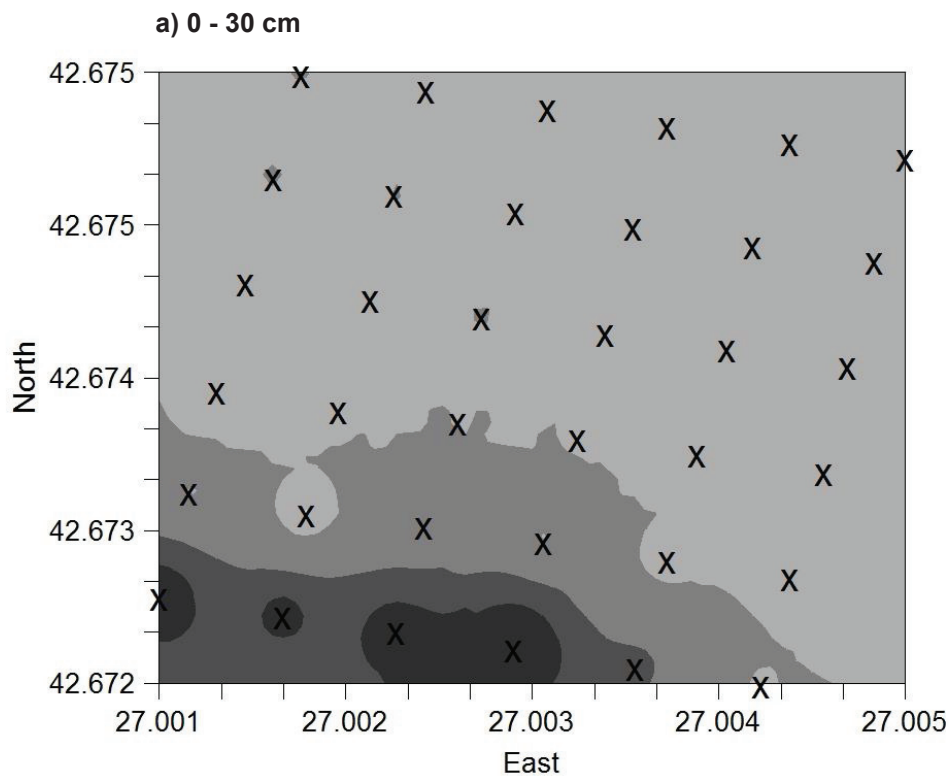
Фиг. 2. Пространствено вариране на съдържанието на минерален азот в почвата
 Fig. 2. Spatial variation of inorganic nitrogen content in the soil



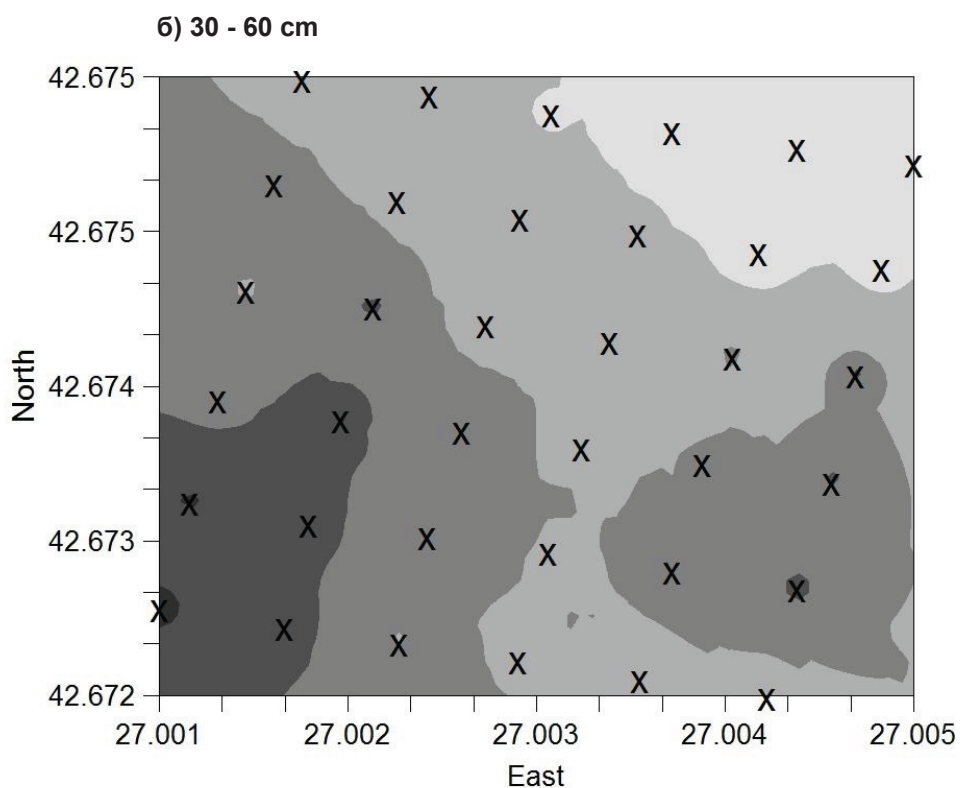
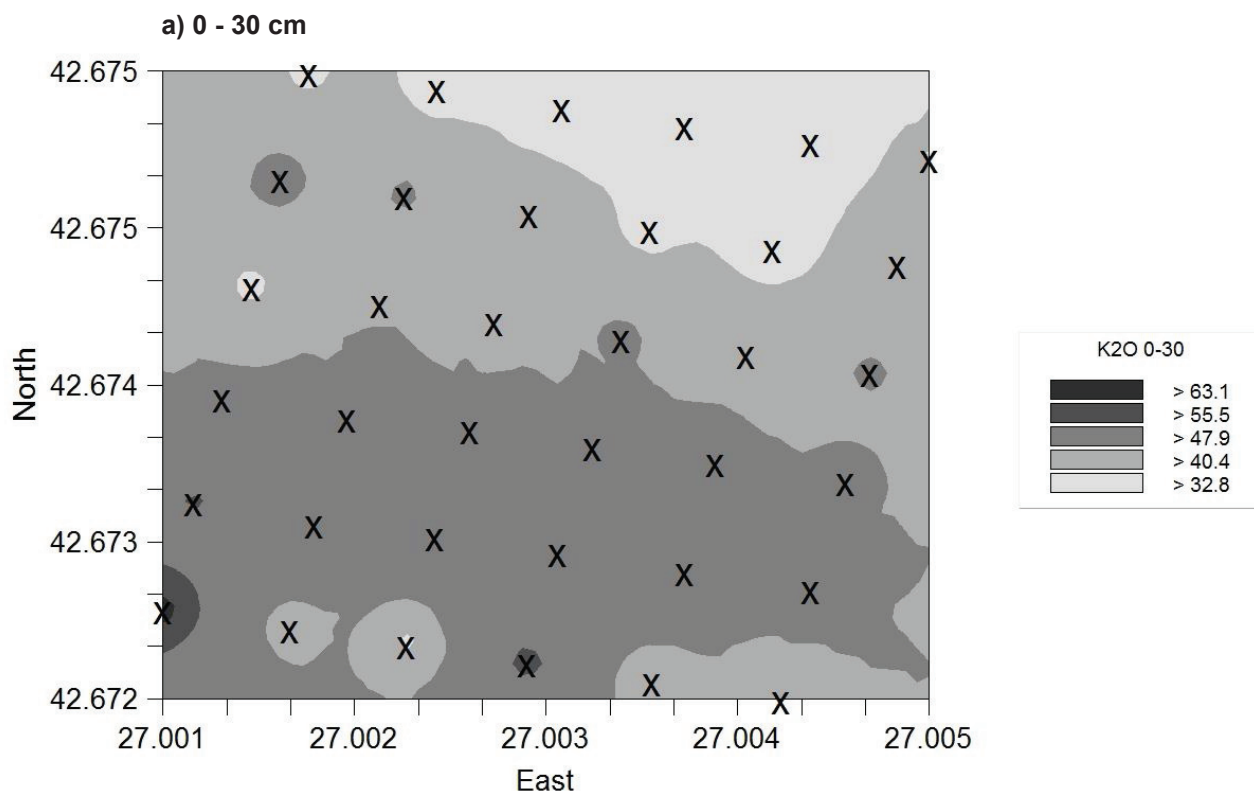
Фиг. 3. Пространствено вариране на съдържанието на амониев азот в почвата
 Fig. 3. Spatial variation of ammonium nitrogen content in the soil



Фиг. 4. Пространствено вариране на нитратен азот в почвата
 Fig. 4. Spatial variation of nitrate nitrogen content in the soil



Фиг. 5. Пространствено вариране на съдържанието на достъпен фосфор в почвата
 Fig. 5. Spatial variation of available phosphorus in the soil



Фиг. 6. Пространствено вариране на съдържанието на достъпен калий в почвата
 Fig. 6. Spatial variation of available potassium in the soil

тези данни за нормалност на разпределението им. Един от подходящите статистически методи е Box and whiskers (кутия с мустаци). При него данните, излизащи от нормалното разпределение лежат като отделни точки извън „мустациите“. В нашият случай най-много такива точки има при съдържанието на фосфор в почвите (фиг. 1). Коефициентът на вариация при фосфора в слоя 0 – 30 cm е 178,4%, а в слоя 30 – 60 cm е 240,9% (табл. 1). При Stnd. Skewness за слоя 0 – 30 cm само при калия и нитратния азот няма стойности, превишаващи 2, което показва, че останалите показатели съдържат точки извън нормалното разпределение. Ако изследването беше извършено в хомогенна почва, данни, лежащи извън нормалното разпределение би трябвало да бъдат извадени от по-нататъшна обработка. В нашия случай имаме почва с проява на петна, случайно разпределени в цялата площ. По тази причина такива данни могат да се считат за адекватни на изследвания район и затова те са оставени. Подобни стойности се наблюдават и на други почви, включени в обработваемите земи. Явно на полето са използвани само азотни торове. Пространственото вариране на фосфора и калия има природен характер.

Резултатите от направените корелационни изследвания показват, че при някои от тях съществуват статистически доказани зависимости. Тези корелационни зависимости имат P-стойности под 0,05, и че имат статистичес-

ки значими ненулеви корелации на 95,0% ниво на доверителност (табл. 2).

Тесни съотношения има и между различните форми на минералния азот. Корелацията на калия и фосфора показва природния характер на тези елементи и влиянието на материнската скала.

Геостатистическа обработка на данните

С помощта на геостатистическа обработка на получената информация, получихме серия от картограми с пространственото вариране на изследваните параметри (фиг. 2, 3, 4, 5 и 6). На дадените фигури се наблюдава пространственото вариране на изучаваните параметри. Вижда се силна зависимост между съдържанието на достъпни форми на фосфор и калий. Агрехимичните показатели зависят повече от почвения вид и преобладаващите почвообразователни процеси и материнската скала. По-високо съдържание на амониев и минерален азот се наблюдава на Излужената Смолница – почва с високо естествено съдържание на хумус (Раденкова-Караиванова, 1964). При почви с лоша аерация се наблюдава ниска интензивност на нитрификация и висока интензивност на денитрификацията и нитратният азот се губи в следствие на газообразните загуби. Достъпните форми на фосфор и калий се влияят най-вече от материнската скала и разпределението им не е свързано с вторичните почвообразователни процеси в района на мониторинговата мрежа.

Таблица 1. Обща статистика

Table 1. General Statistics

Параметри	K ₂ O	K ₂ O	NH ₄	NH ₄	Nmin	Nmin	NO ₃	NO ₃	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅
Слой, cm	0 - 30	30 - 60	0 - 30	30 - 60	0 - 30	30 - 60	0 - 30	30 - 60	0 - 30	30 - 60
Брой данни	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Средно	46,9	45,9	11,3	10,0	21,4	19,3	10,1	9,3	9,6	9,7
Стандартно отклонение	10,8	11,1	4,6	4,5	6,6	7,8	4,7	5,3	17,1	23,3
Коефициент на вариране, %	23,0	24,1	40,5	45,3	31,0	40,2	46,7	56,4	178,4	240,9
Минимум	30,5	28,3	4,0	3,1	11,8	8,4	2,8	1,0	2,3	1,6
Максимум	75,5	70,6	27,4	20,8	43,0	46,9	23,8	26,0	100,9	135,0
Размах	45,0	42,3	23,4	17,7	31,2	38,5	21,0	25,0	98,6	133,4
Stnd. skewness	0,8	1,0	3,8	2,3	2,8	3,9	1,7	2,4	11,6	11,9
Stnd. kurtosis	-0,3	-0,9	5,1	0,4	2,7	4,4	1,1	1,9	30,2	31,2

Таблица 2. Корелации между достъпни форми на азот, фосфор и калий
 Table 2. Correlations between available forms of NPK

K ₂ O 0 - 30									
	K ₂ O 0 - 30								
K ₂ O 30 - 60	0.65								
	0.00	K ₂ O 30 - 60							
NH ₄ 0 - 30	-0.11	-0.23							
	0.52	0.18	NH ₄ 0 - 30						
NH ₄ 30 - 60	-0.22	-0.13	0.54						
	0.20	0.47	0.00	NH ₄ 30 - 60					
Nmin 0 - 30	0.04	-0.09	0.70	0.33					
	0.80	0.58	0.00	0.05	Nmin 0 - 30				
Nmin 30 - 60	-0.24	-0.05	0.40	0.76	0.37				
	0.16	0.77	0.02	0.00	0.03	Nmin 30 - 60			
NO ₃ 0 - 30	0.17	0.09	0.02	-0.07	0.72	0.13			
	0.33	0.61	0.92	0.70	0.00	0.45	NO ₃ 0 - 30		
NO ₃ 30 - 60	-0.17	0.03	0.13	0.25	0.27	0.83	0.25		
	0.33	0.85	0.46	0.13	0.12	0.00	0.14	NO ₃ 30 - 60	
P ₂ O ₅ 0 - 30	0.33	0.00	-0.04	-0.02	-0.13	-0.03	-0.14	-0.03	
	0.05	1.00	0.84	0.91	0.47	0.85	0.41	0.85	P ₂ O ₅ 0 - 30
P ₂ O ₅ 30 - 60	0.37	0.01	-0.02	-0.02	-0.09	-0.05	-0.10	-0.05	0.99
	0.03	0.97	0.89	0.91	0.61	0.79	0.55	0.77	0.00

Корелация P-стойност

- K₂O 0 - 30 и K₂O 30 - 60
- K₂O 0 - 30 и P₂O₅ 0 - 30
- K₂O 0 - 30 и P₂O₅ 30 - 60
- NH₄ 0 - 30 и NH₄ 30 - 60
- NH₄ 0 - 30 и Nmin 0 - 30
- NH₄ 0 - 30 и Nmin 30 - 60
- NH₄ 30 - 60 и Nmin 30 - 60
- Nmin 0 - 30 и Nmin 30 - 60
- Nmin 0 - 30 и NO₃ 0 - 30
- Nmin 30 - 60 и NO₃ 30 - 60
- P₂O₅ 0 - 30 и P₂O₅ 30 - 60

Заклучение

В изследваните 36 броя почвени проби от землището на град Карнобат получените стойности за минерален азот се колебаят от 11,8 до 43,0 mg.kg⁻¹ за слоя 0 – 30 cm, и 8,4 до 46,9 mg.kg⁻¹ за слоя 30 – 60 cm.

В изследваните 36 броя почвени проби от землището на град Карнобат получените стойности за съдържанието на достъпен фосфор се колебаят от 2,3 до 100,9 mg.kg⁻¹ за слоя 0 – 30 cm, и 1,6 до 135,0 mg.kg⁻¹ за слоя 30 – 60 cm.

В изследваните 36 броя почвени проби от землището на град Карнобат получените стойности за съдържанието на достъпен калий се колебаят от 30,5 до 75,5 mg.kg⁻¹ за слоя 0 – 30 cm, и 28,3 до 70,6 mg.kg⁻¹ за слоя 30 – 60 cm.

Пространственото вариране на съдържанието на достъпни фосфор и калий в почвите е в зависимост от материнската скала и не се влияе от вторичните почвообразователни процеси. Не се наблюдава използване на минерални торове.

Литература

Кутев, В. 2013. Геостатистически подходи за изследване на пространствено вариране на почвени показатели за нуждите на агрохимичните проучвания и земеделието. Професионално направление: 6.1. Растениевъдство, Научна специалност: „Агрохимия“. София.

Раденкова-Караиванова, М. 1964. Изследване на торенето на излужена чернозем-смолница. БАН, София.

Arnoldussen, A. 2003. Norwegian Soil Monitoring System. Reference. Norwegian Inst. of Land Inventory.

Arrouays, D. et al. 2002. A New Projection in France: A multi-institutional Soil Quality Monitoring Network. INRA, France.

Freudenschus, A. 2002. Austrian Experience in Soil Monitoring. Federal Environ. Agency – Austria.

Koutev, V., N. Dinev. 2004. Principles of soil monitoring in Bulgaria. p. 241-242. In Jones, A. R.,

Houskova, B., Filippi, N., Micheli, E., Selvardjou, S. K., Montanarella, L. and Jones R. J. A. (2004). 2nd European Summer School on Soil Survey, EUR 21210 EN, 262 p., Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Jinfu, Z., Chen Kelong, Cao Shengkui, Chen Liang, Wu Yanpeng, Lu Baoliang, Wang Yongsheng. 2011. Spatial Variability Analysis of Soil Salt and Its Component Ions in Qinghai Lake Region. *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 10, Part C, 2011, p. 2431-2436

Zhang X., Yue-Yu Sui, Xu-Dong Zhang, Kai Meng, S. J. Herbert. 2007. Spatial Variability of Nutrient Properties in Black Soil of Northeast. *Pedosphere*, Vol. 17, Issue 1, February 2007, p. 19-29

Moolman, J. H. 1989. Effect of spatial variability on the estimation of the soluble salt content in a drip-irrigated saline loam soil. *Agricultural Water Management*, Vol. 15, Issue 4, July 1989, p. 361-376