До питання про роль рельєфу у формуванні просторової неоднорідності ґрунтових параметрів¹

К. М. Куцова

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»,
Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 29.10.2021 Отримано після доопрацювання 30.11.2021 Затверджено до видання 10.12.2021 Доступно онлайн 20.12.2021	Висвітлено результати дослідження ролі рельєфу у формуванні просторової неоднорідності вмісту в ґрунті гумусу, рухомих сполук фосфору і калію, загального вмісту азоту і рН _{H2O} у межах орного шару. Дослідження проведено на двох полях у Харківській області у зоні Лівобережного Лісостепу України. Ґрунтовий покрив одного з полів представлено сірим лісовим (Haplic Luvisol) та темно-сірим опідзоленим (Luvic Greyzemіc Phaeozem) ґрунтами, другого — чорноземом опідзоленим (Chernic Phaeozem) (в тому числі намитим) і темно-сірим опідзоленим (Luvic Greyzemіc Phaeozem) слабкосероморфним ґрунтом у комплексі з еродованими аналогами. За гранулометричним складом всі ґрунти важкосуглинкові. Віднайдено зв'язки між основними показниками родючості ґрунтів та характеристиками рельєфу обстежених земельних ділянок, створено картографічні матеріали просторового розподілу елементів живлення за використання статистичних методів обробки даних. Підтверджено існування просторової неоднорідності властивостей ґрунтів (за C _v > 25 %) та визначено фактори, які впливають на особливості їх просторового розподілу. З'ясовано, що існування неоднорідних форм рельєфу і, зокрема, наявність мікропонижень на обстежених ділянках, зумовлює нерівномірний розподіл опадів, чим істотно впливає на формування неоднорідності якості ґрунту в межах поля щодо вмісту поживних елементів (азот, фосфор і калій) та реакції ґрунтового середовища (рН). Результати свідчать, що найкраще забезпечено гумусом та рухомими сполуками фосфору ґрунт на найвищих точках рельєфу та у мікропониженнях і мікрозападинах. Зони збагачення рухомих калієм та азотом збігаються з пониженнями у рельєфі. Причиною розподілу елементів живлення є міграції потоків речовин, інтенсивність яких залежить від топографічних особливостей території. Виявлено, що підвищені ділянки поля характеризуються близькими до нейтральних значеннями рН _{H2O} . На ділянках із різким ухилом поверхні виявлено відносно підкислення ґрунту. На основі здобутих результатів рекомендовано враховувати особливості просторового розподілу властивостей ґрунту у практиці внесення добрив та хімічних меліорантів.
Ключові слова: властивості ґрунту; коефіцієнт варіації; мікрорельєф; мікрозападини; поживні речовини; просторова неоднорідність; ухил поверхні	

E-mail: karinamatveeva48@gmail.com

Форма цитування: Куцова К.М. До питання про роль рельєфу у формуванні просторової неоднорідності ґрунтових параметрів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. 2021. Вип. 92. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". С. 80-91.
<https://doi.org/10.31073/acss92-09>

Список використаних джерел

1. Медведєв В.В. Неоднорідність ґрунтів як фундаментальна проблема (частина 1). *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. 2009. Вип. 72. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". С. 7–16.
2. Imhoff S., Pires da Silva A., Tormena C.A. Spatial heterogeneity of soil properties in areas under elephant-grass short-duration grazing system. *Plant and Soil*. 2000. 219(1-2), P. 161–168. <https://doi.org/10.1023/A:1004770911906>.
3. Spatial heterogeneity of soil nitrogen in a subtropical forest in China / L. Wang, P.P. Mou, J. Huang [et al.]. *Plant and Soil*. 2007. 295(1-2). P. 137–150. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9271-z>.
4. Association between lowland grassland plant communities and soil properties / C.N.R. Critchley, B.J. Chambers, J.A. Fowbert [et al.]. *Biological Conservation*. 2002. 105(2), P. 199–215. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00183-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00183-5).
5. Spatial variability of nutrient properties in black soil of northeast China / X.Y. Zhang, Y.Y. Sui, X.D. Zhang [et al.]. *Pedosphere*. 2007. 17(1). P. 19–29. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(07\)60003-4](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(07)60003-4).
6. Tateno R., Takeda H. Forest structure and tree species distribution in relation to topography-mediated heterogeneity of soil nitrogen and light at the forest floor. *Ecological Research*. 2003. 18(5). P. 559–571. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1703.2003.00578.x>.
7. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical trees species / R.J. Chandran, J.W. Dalling, K.E. Harms, J.B. Yavitt. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2007. 104(3). P. 864–869. <https://doi.org/10.1073/pnas.0604666104>.
8. Spatial heterogeneity of soil chemical properties in a lowland tropical moist forest / J. B. Yavitt, K. E. Harms, M. N. Garcia [et al.]. *Australian Journal of Soil Research*. 2009. 47(7), P. 674–687. <https://doi.org/10.1071/SR08258>.
9. Захарченко А.В., Алексєєв В.И., Іпатова Д.В. Иерархическая концепция неоднородности почв и планирование масштаба исследования. Известия Томского политехнического университета. *Инжиниринг георесурсов*. 2016. Т. 327, № 4. С. 149–163.
10. Безніцька Н.В. Формування показників родючості і продуктивності меліорованих ґрунтів в умовах регіональних змін клімату (на прикладі. Херсонської області). дис. ...канд. с.-г. наук : 06.01.02. ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 2017. 230 с.
11. Medvedev V.V. Continuity and dyscretivity of soils for fields: applied consequences for agriculture. *Fundamental and Applied Soil Science*. 2015. 16 (1–2). P. 11–25. <https://doi.org/10.15421/041502>.
12. Медведєв В.В. Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 1. Введение в проблему. Харьков: Изд. «13 типография», 2007. 296 с.

¹ Роботу виконано під керівництвом доктора с.-г. наук, с.н.с. І.В. Плїско.

13. Mishra U., Riley W.J. Alaskan soil carbon stocks: spatial variability and dependence on environmental factors. *Biogeosciences*. 2012. No. 9, P. 3637-3645. <https://doi.org/10.5194/bg-9-3637-2012>.
14. Yihenew G.S., Getachew A. Effects of different land use systems on selected physico-chemical properties of soils in Northwestern Ethiopia. *Journal of Agricultural Science*, 2013. Vol. 5, No. 4. P. 114-117. <https://doi.org/10.5539/jas.v5n4p112>.
15. Медведев В.В. Неоднородность как закономерное проявление горизонтальной структуры почвенного покрова. *Грунтознавство*. 2010. Т. 11, № 1-2. С. 6-15.
16. Medvedev V.V. Time and spatial heterogenization of soil ploughed up. *Gruntoznastvo*. 2013. 14(1-2). P. 5-22.
17. Медведев В.В., Плиско И.В. Бонитировка и качественная оценка пахотных земель Украины. Харьков: Изд. «13 типография», 2006. 386 с.
18. Use of Topographic Models for Mapping Soil Properties and Processes / X. Li, G.W. McCarty, L. Du, S. Lee. *Soil Systems*. 2020. 4. P. 32. <https://doi.org/10.3390/soilsystems4020032>.
19. Белопіський В.О., Лактіонова Т.М., Полулях М.М. Оцінка ймовірності просторової мінливості вмісту гумусу у картуванні ґрунтів на басейновій основі. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". 2017. Вип. 86. С. 24-34. <https://doi.org/10.31073/acss86-03>.
20. Small relief shape variations influence spatial variability of soil chemical attributes / Z.M. Souza, Júnior J. Marques, G.T. Pereira, D.M. Barbieri. *Scientia agricola*. 2006. Vol. 63, no.2. P. 161-168. URL: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162006000200008>.
21. Modern approach in farming based on estimation of soil properties variability / O.L. Tonkha, S.O. Sychevskyi, O.V. Pikovskaya, V.P. Kovalenko. *12th International Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. 2018. P. 68-74. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.17>.
22. Голуєсов П.В., Тохтарь В.К. Взаимосвязь формирования почвенного и растительного покровов на участках с антропогенно нарушенной поверхностью. *Промышленная ботаника*. 2011. Вып. 11. С. 14-18.
23. Просторова неоднорідність продуктивності типових чорноземів на полях з мікрозападами / В.М. Стародубцев, І.С. Власенко, Р.М. Басараб Д.С. Комарчук. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. 3(73). 8 с.
24. Milestones of the soil cover heterogeneity investigation in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine / V.M. Starodubtsev, R.M. Basarab., Yu.A. Rosamakha I.S. Vlasenko. *Journal «Almanahul SWorld»*. Moldova, Issue 1, January 2019. P. 56-64. <https://doi.org/10.30888/2410-6615.2019-01-01>.
25. Characterization of the spatial heterogeneity of the agrochemical properties of arable chernozem soils in areas with a heterogeneous relief in the aspect of variable rate application / I.A. Sahabiev, E.V. Smirnova, K.G. Giniyatullin, L.Yu. Ryzhikh. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021. 659. 012071. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/659/1/012071>.
26. Мельник В.И., Чигрина С.А. Микроклимат каждого из полей, как фактор влияния на темпы проведения работ и потребность в технике. *Констрування, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*, 2009. Вип. 39. С. 319-325. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/3049>.
27. Пространственная неоднородность почвенного покрова и агрохимических показателей почв Солигорского района / Н.В. Клебанович, А.П. Киндеев, А.А. Сазонов [и др.]. *Земля Беларуси*. 2019. № 1. С. 39-48.
28. Топографічні карти. Харківська область. Масштаб 1: 10000 см [Електронний ресурс] URL: <https://ru-ru.topographic-map.com/maps/v8t3/>
29. Syers J.K., Johnston A.E., Curtin D. Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use: reconciling changing concepts of soil phosphorus behaviour with agronomic information. *Experimental Agriculture*. 45(01). Rome, 2009. 108 p. <https://doi.org/10.1017/S0014479708007138>

UDC 631.4:52-83

To the issue of the role of relief in the formation of spatial heterogeneity of soil parameters

K.M. Kutsova

National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Received 29.10.2021 Received in revised form 30.11.2021 Accepted 10.12.2021 Available online 20.12.2021</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>soil properties; spatial heterogeneity; microrelief; nutrients; microdepressions; surface slope; coefficient of variation.</p>	<p>The results of the study of the role of relief in the formation of the spatial heterogeneity of humus content, available compounds of phosphorus and potassium, the total content of nitrogen and pH_{H_2O} within the arable layer are highlighted. The study was carried out on two fields in the Kharkiv region in the zone of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The soil cover of one of the fields is represented by gray forest (Haplic Luvisol) and dark gray podzolized (Luvic Greyzem Phaeozem) soils, the second – by podzolized chernozem (Chernic Phaeozem) (including reclaimed) and dark gray podzolized (Luvic Gremizem) with eroded counterparts. According to the granulometric composition, all soils are heavy loamy. Relationships were found between the main indicators of soil fertility and the characteristics of the relief of the surveyed land plots, cartographic materials were created for the spatial distribution of nutrients using statistical methods of data processing. The existence of spatial heterogeneity of soil properties ($C_v > 25\%$) was confirmed and factors influencing the features of their spatial distribution were determined. It was found that the existence of heterogeneous landforms and, in particular, the presence of microdepressions in the surveyed areas, causes an uneven distribution of precipitation, which significantly affects the formation of heterogeneity of soil quality within the field – the content of nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium) and soil pH. The results show that the soil at high relief points and in micro-depressions is better provided with humus and available phosphorus compounds.</p> <p>The zones of available potassium and nitrogen enrichment coincide with depressions in the relief. The reason for the distribution of nutrients is the migration of flows of substances, the intensity of which depends on the topographic features of the territory. It was found that the soil at higher parts of the field is characterized by pH_{H_2O} values close to neutral. Relative acidification of the soil was found in areas with a sharp slope of the surface. Based on the results, recommended to take into account the peculiarities of the spatial distribution of soil properties in the practice of applying fertilizers and chemical ameliorants.</p>

E-mail: karinamatveeva48@gmail.com

References

1. Medvedev, V. V. (2009). Soil heterogeneity as a fundamental problem (part 1). *Agrochemistry and Soil Science*, 72, 7-16. [in Russian].
2. Imhoff, S., Pires da Silva, A. & Tormena, C. A. (2000). Spatial heterogeneity of soil properties in areas under elephant-grass short-duration grazing system. *Plant and Soil*, 219(1-2), 161-168. doi: 10.1023/A:1004770911906.
3. Wang, L., Mou, P. P., Huang, J. & Wang, J. (2007) Spatial heterogeneity of soil nitrogen in a subtropical forest in China. *Plant and Soil*, 295(1-2), 137-150. doi: 10.1007/s11104-007-9271-z.
4. Critchley, C. N. R., Chambers, B. J., Fowbert, J. A., Sanderson, R. A., Bhogal, A. & Rose, S. C. (2002). Association between lowland grassland plant communities and soil properties. *Biological Conservation*, 105(2), 199-215. doi: 10.1016/S0006-3207(01)00183-5.
5. Zhang, X. Y., Sui, Y. Y., Zhang, X. D., Meng, K. & Herbert, S.J. (2007). Spatial variability of nutrient properties in black soil of northeast China. *Pedosphere*, 17(1), 19-29. doi: 10.1016/S1002-0160(07)60003-4.
6. Tateno, R. & Takeda, H. (2003). Forest structure and tree species distribution in relation to topography-mediated heterogeneity of soil nitrogen and light at the forest floor. *Ecological Research*, 18(5), 559-571. doi: 10.1046/j.1440-1703.2003.00578.x.
7. Chandran, R. J., Dalling, J. W., Harms, K. E. & Yavitt, J. B. (2007). Soil nutrients influence spatial distributions of tropical trees species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(3), 864-869. doi: 10.1073/pnas.0604666104.
8. Yavitt, J. B., Harms, K. E., Garcia, M. N., Wright, S. J., He, F. & Mirabello, M. J. (2009). Spatial heterogeneity of soil chemical properties in a lowland tropical moist forest. *Australian Journal of Soil Research*, 47(7), 674-687. doi: 10.1071/SR08258.
9. Zakharchenko, A. V., Alekseev, V. I., Ipatova, D. V. (2016). Hierarchical concept of soil heterogeneity and research scale planning. *Proceedings of Tomsk Polytechnic University. Georesource Engineering*, 327(4), 149-163. [in Russian].
10. Bezniiska, N. V. (2017). *Formation of indicators of fertility and productivity of reclaimed soils in the conditions of regional climate changes (for example Kherson region)*. dis. ... cand. of agr. sc.: 06.01.02. Kherson State Agrarian University. 230 p. [in Ukrainian].
11. Medvedev, V. V. (2015). Continuity and discreteness of soils for fields: applied consequences for agriculture. *Fundamental and Applied Soil Science*, 16(1-2), 11-25. doi: 10.15421/041502.
12. Medvedev, V. V. (2007). *Soil heterogeneity and precision farming. Part 1. Introduction to the problem*. Kharkiv: Publishing house "13 printing house". [in Russian].
13. Mishra, U. & Riley, W.J. (2012). Alaskan soil carbon stocks: spatial variability and dependence on environmental factors. *Biogeosciences*, 9, 3637-3645. doi: 10.5194/bg-9-3637-2012.
14. Yihenev, G. S. & Getachew, A. (2013). Effects of different land use systems on selected physico-chemical properties of soils in Northwestern Ethiopia. *Journal of Agricultural Science*, 5(4), 114-117. doi: 10.5539/jas.v5n4p112.
15. Medvedev, V. V. (2010). Heterogeneity as a regular manifestation of the horizontal structure of the soil cover. *Soil Science*, 11(1-2), 6-15. [in Russian].
16. Medvedev, V. V. (2013). Time and spatial heterogenization of soil ploughed up. *Gruntoznavstvo*, 14(1-2), 5-22.
17. Medvedev, V. V. & Plisko, I. V. (2006). Valuation and quality assessment of arable land in Ukraine. Kharkiv. 386 p. [in Russian].
18. Li, X., McCarty, G. W., Du, L. & Lee, S. (2020). Use of Topographic Models for Mapping Soil Properties and Processes. *Soil Systems*, 4, 32. doi:10.3390/soilsystems4020032.
19. Belolipsky, V. O., Lakionova, T. M. & Polulyakh, M. M. (2017). Estimation of probability of spatial variability of humus content in mapping of soils on a basin basis. *Agrochemistry and Soil Science*, 86, 24-34. doi: <https://doi.org/10.31073/acss86-03>. [in Ukrainian].
20. Souza, Z. M., Marques Júnior, J., Pereira, G. T. & Barbieri, D. M. (2006). Small relief shape variations influence spatial variability of soil chemical attributes. *Scientia agricola*, 63(2), 161-168. URL: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162006000200008>.
21. Tonkha, O. L., Sychevskiy, S. O., Pikovskaya, O. V. & Kovalenko V.P. (2018). Modern approach in farming based on estimation of soil properties variability. *12th International Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. (pp. 68-74). URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.17>.
22. Goleusov, P. V. & Tokhtar, V. K. (2011). The relationship between the formation of soil and vegetation cover in areas with an anthropogenically disturbed surface. *Industrial botany*, 11, 14-18. [in Russian].
23. Starodubtsev, V. M., Vlasenko, I. S., Basarab, R. M. & Komarchuk, D. S. (2018). Spatial heterogeneity of productivity of typical chernozems in fields with microdepressions. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 73, 8 p. [in Ukrainian].
24. Starodubtsev, V. M., Basarab, R. M., Rosamakha, Yu. A. & Vlasenko, I. S. (2019). Milestones of the soil cover heterogeneity investigation in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Journal «Almanahul SWorld»*, 1, 56-64. doi: 10.30888/2410-6615.2019-01-01.
25. Sahabiev, I. A., Smirnova, E. V., Giniyatullin, K. G. & Ryzhikh, L. Yu. (2021). Characterization of the spatial heterogeneity of the agrochemical properties of arable chernozem soils in areas with a heterogeneous relief in the aspect of variable rate application. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 659, 012071. doi: 10.1088/1755-1315/659/1/012071.
26. Melnik, V. I. & Chigrina, S. A. (2009). Microclimate of each of the fields as a factor influencing the pace of work and the need for technology. *Design, manufacture and operation of agricultural machinery*, 39, 319-325. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/3049>. [in Russian].
27. Klebanovich, N. V., Kindeev, A. L., Sazonov, A. A., Chervan A. N., Domas, A. S., Fresko, M.A. & Efimova, I. A. (2019). Spatial heterogeneity of the soil cover and agrochemical parameters of the soils of the Soligorsk region. *Land of Belarus*, 1, 39-48. [in Russian].
28. Topographic maps. Kharkiv region. Scale 1: 10 000 cm [Electronic resource] URL: <https://ru-ru.topographic-map.com/maps/v8t3/>. [in Ukrainian].
29. Syers, J. K., Johnston, A. E. & Curtin, D. (2008). Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use: reconciling changing concepts of soil phosphorus behavior with agronomic information. *Experimental Agriculture; Cambridge* 45(01), pp. 108. doi:10.1017/S0014479708007138

К вопросу о роли рельефа в формировании пространственной неоднородности почвенных параметров

К. Н. Куцова

Национальный научный центр «институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского»,
Харьков, Украина

E-mail: karinamatveeva48@gmail.com

Освещены результаты исследования роли рельефа в формировании пространственной неоднородности содержания в почве гумуса, подвижных соединений фосфора и калия, общего содержания азота и pH_{H_2O} в пределах пахотного слоя. Исследование проведено на двух полях в Харьковской области в зоне Левобережной Лесостепи Украины. Почвенный покров одного из полей представлен серой лесной (Haplic Luvisol) и темно-серой оподзоленной (Luvisc Greyzem Phaeozem) почвами, второго — черноземом оподзоленным (Chernic Phaeozem) (в том числе намытым) и темно-серой оподзоленной (Luvisc Gremizem Phaeozem) в комплексе с эродированными аналогами. По гранулометрическому составу все почвы тяжелосуглинистые. Обнаружены связи между основными показателями плодородия почв и характеристиками рельефа обследованных земельных участков, созданы картографические материалы пространственного распределения элементов питания при использовании статистических методов обработки данных. Подтверждено существование пространственной неоднородности свойств почв (по $C_v > 25\%$) и определены факторы, влияющие на особенности их пространственного распределения. Выяснено, что существование неоднородных форм рельефа и, в частности, наличие микропонижений на обследованных участках, обуславливает неравномерное распределение осадков, чем существенно влияет на формирование неоднородности качества почвы в пределах поля — содержания питательных элементов (азот, фосфор и калий) и реакции почвенной среды (pH). Результаты свидетельствуют, что лучше обеспечена гумусом и подвижными соединениями фосфора почва на высоких точках рельефа и в микропонижениях и микровпадинах. Зоны обогащения подвижным калием и азотом совпадают с понижениями в рельефе. Причиной распределения элементов питания является миграция потоков веществ, интенсивность которых зависит от топографических особенностей территории. Выявлено, что почва на более высоких участках поля характеризуется значениями pH_{H_2O} близкими к нейтральным. На участках с резким уклоном поверхности обнаружено относительное подкисление почвы. На основе полученных результатов рекомендуется учитывать особенности пространственного распределения свойств почвы в практике внесения удобрений и химических мелиорантов.

Ключевые слова: свойства почвы; коэффициент вариации; микрорельеф; микровпадины; питательные вещества; пространственная неоднородность; уклон поверхности.

Форма цитирования: Куцова К.Н. К вопросу о роли рельефа в формировании пространственной неоднородности почвенных параметров. Агрохимия и почвоведение. Межвед. тем. научн. сборник. 2021. Вып. 92. Харьков: ННЦ "ИПА им. А.Н. Соколовского". С. 80-91. <https://doi.org/10.31073/acss92-09>