

Магнітометрія ґрунтів у діагностуванні деградаційних процесів

О.В. Круглов

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

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 18.08.2020 Отримано після доопрацювання 12.09.2020 Затверджено до друку 15.09.2020 Доступно онлайн 05.11.2020	Деградація ґрунтів – основна проблема сучасності. Завдання аграрної науки – удосконалення методів її дослідження та моніторингу. Серед численного переліку таких методів, завдяки експресності та низькій вартості, виділяються магнітометричні. Мета роботи – показати їх інформативність у визначенні процесів, що є факторами деградації орних ґрунтів. Використовували методики відбирання проб ґрунту за ДСТУ 4287:2004 та визначення вмісту гумусу за ДСТУ 4289:2004. Для всіх зразків було визначено питому магнітну сприйнятливості (МС) ґрунту за допомогою капамістка KLY-2 за методикою Evans (2003). Дослідження проводили в агроландшафтах на території Харківської та Полтавської областей. Дослідженнями виявлено високу інформативність результатів визначення питомої магнітної сприйнятливості ґрунту у діагностуванні еродованості. Фізичною основою такого діагностування є тісний кореляційний зв'язок між магнітною сприйнятливостю та вмістом гумусу. Це дозволяє стверджувати про можливість заміщення визначення вмісту гумусу на визначення магнітної сприйнятливості (за винятком опорних розрізів, на основі яких проводиться інтерполяція та екстраполяція даних). Гідроморфні та галоморфні процеси також впливають на магнітну сприйнятливості ґрунту. У цьому випадку кореляційний зв'язок між нею та вмістом гумусу слабше з ростом неоднорідності проявів деградаційних процесів. Картограми магнітних характеристик дають змогу діагностувати такі прояви, навіть у випадках, коли це ніяк не виражено станом поверхні ґрунту. Сольові та гідроморфні процеси суттєво знижують МС як верхнього горизонту ґрунту, так і ґрунотвірної породи, причому найбільш суттєве зниження пов'язане з процесами оглеєння. Таким чином можна проводити диференціацію не тільки агротехнологічних груп ґрунтів а й ґрунотвірних порід.
Ключові слова: ґрунт; гумус; деградація; ерозія; магнітометрія; процес.	

E-mail: alex.kruglov@ukr.net

Форма цитування: Круглов О.В. Магнітометрія ґрунтів у діагностуванні деградаційних процесів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Мижвид. тем. наук. збірник. Вип. 90. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". 2020. С. 29-35. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss90-03>

Список використаних джерел

1. Jordanova N. Soil magnetism. Academic press 2016. 466 p.
2. Kruglov O., Menshov O. To the soil magnetic susceptibility application in modern soil science. 16th EAGE International Conf. on Geoinformatics-Theoretical and Applied Aspects. (13 -14 May. 2017). Kyiv. 2017.
3. Long X., Ji J., Balsam W. Rainfall-dependent transformations of iron oxides in a tropical saprolite transect of Hainan Island, South China: spectral and magnetic measurements. *J. Geophys. Res.* 2011. Vol.116, Issue F3. DOI: <https://doi.org/10.1029/2010JF001712>.
4. Quantitative relationships between climate and magnetic susceptibility of soils on the Bačka Loess Plateau (Vojvodina, Serbia) / M.G. Radaković, M.B. Gavrilov, U. Hambach [et al.] *Quaternary International*. 2019. № 502. P. 85-94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.04.040>.
5. Development and magnetic properties of loess-derived forest soils along a precipitation gradient in northern Iran / M. Pourmasoumi, F. Khorrami, S. Ayoubi [et al.] *Journal of Mountain Science*. 2019 № 16. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11629-018-5288-4>.
6. Lecoanet H., Leveque F., Ambrosi J.P. Combination of magnetic parameters: an efficient way to discriminate soil-contamination sources (south France). *Environmental Pollution*. 2003. № 122. P. 229–234.
7. Using magnetic susceptibility to assess soil degradation in the Eastern Rif, Morocco / A. Sadiki, A. Faleh, A. Navas, S. Bouhlassa. *Earth Surf. Process. Landforms*. 2009. № 34, P. 2057–2069.
8. Gyrka-Kostrubiec B, Teisseyre-Jeleńska M, Dytłow S.K. Magnetic properties as indicators of Chernozem soil development. *Catena*. 2016. №138. P. 91–102. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.11.014>.
9. Water stability of aggregates in subtropical and tropical soils (Georgia and China) and its relationships with the mineralogy and chemical properties / T. Alekseeva, Z. Sokolowska, M. Hajnos [et al.]. *Eurasian soils Sci*. 2009. №42. P. 415-425. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229309040085>.
10. Suscetibilidade magnetica do solo e estimaro da capacidade de suporte a aplicacao de vinhaia / Peluco R.G., Marques Junior J., Siqueira D.S., [et al.]. *Pesq Agropec Bras*. 2013. №48. P.661–672. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X20130006000012>.
11. A 42-yr soil erosion record inferred from mineral magnetism of reservoir sediments in a small carbonate-rock catchment, Guizhou Plateau, southwest China / H. Wang, Y. Huo, L. Zeng [et al.]. *J Paleolimnol*. 2008. №40. P.897–921. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10933-008-9206-6>.
12. Barbosa R.S., Marques J.J., Barron V. Prediction and mapping of erodibility factors (USLE and WEPP) by magnetic susceptibility in basalt-derived soils in northeastern Sao Paulo state, Brazil. *Environmental Earth Sciences*. 2019. 78:12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12665-018-8015-0>.
13. Denardin J.E. Erodibilidade di solo estimado por meio parametros fisicos quimicos. Thesis. Escola Superior de Agricultura Luis de Quieros. Universidade de Sao Paulo. 1990. 114 p.
14. Flanagan D.C., Livingston S.J. Water erosion prediction project: WEPP user summary. National Soil Research Laboratory & USDA, Washington, D.C, West Lafayette. 1995. 141 p.
15. Magnetic methods in tracing soil erosion, Kharkiv Region, Ukraine / O. Menshov, O. Kruglov, S. Vyzhva [et al.]. *Stud. Geophys. Geod*. 2018. №62(4). P. 681-696. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11200-018-0803-1>.
16. Cornell R., Schwertmann U. The Iron Oxides. Structure, Properties, Reactions, Occurrence and Uses. New York: Weinheim, 2003. 573 p.
17. Using magnetic susceptibility mapping for assessing soil degradation due to water erosion / O. Jakšik, R. Kodešová, A. Kapička [et al.]. *Soil & Water Res*. 2016. №11. P. 105–113. DOI: <https://doi.org/10.17221/233/2015-SWR>.

18. Magnetism of soils applied for estimation of erosion at an agricultural land / A. Kapicka, S. Dlouha, H. Grison [et al.]. *Geophysical Research Abstracts* Vol. 15, EGU2013-4774, 2013 EGU General Assembly.
19. Prediction and Mapping of Soil Attributes using Diffuse Reflectance Spectroscopy and Magnetic Susceptibility / A.S.R. Souza Bahia, J.M. Junior, N.L.S. Junior [et al.] *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2017. №81. P. 1450–1462. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2017.06.0206>.
20. Mapping of clay, iron oxide and adsorbed phosphate in Oxisols using diffuse reflectance spectroscopy / Camargo L.A., Júnior J.M., Barrón V. [et al.]. *Geoderma*. 2015. №251–252. P.124–132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.03.027>
21. Relationship between physical properties and the magnetic susceptibility in two soils of Valle del Cauca / C.A. Jimenez, J.J. Benavides, D.I. Ospina-Salazar [et al.]. *Rev. Cienc. Agr.* 2017. Vol. 34(2). P. 33-45. ISSN 0120-0135. DOI: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173402.70>.
22. Magnetic susceptibility of the arable layer of soil with organic farming and mineral fertilization / Z. Sokolowska, M. Hajnos, A. Alekseev, T. Alekseeva. *Acta Agroph.* 2000. Vol. 38. P. 175–183.
23. Soil mapping with magnetic methods at the agriculture land of Pechenigy, Ukraine / O. Menshov, O. Kruglov, Yu. Zalavskiy, A. Sukhorada. "New Trends on Paleo, Rock and Environmental Magnetism, 16th castle meeting": abs.conf. (16 June 2018, Chęciny, Poland). Warsaw, 2018. Vol. 423 (C-112). P. 97-98. DOI: http://dx.doi.org/10.25171/InstGeoph_PAS_Publs-2018-050.
24. Magnetic susceptibility in the prediction of soil attributes in two sugarcane harvesting management systems / R.G. Peluco, J.M. Junior, D.S. Siqueira [et al.]. *Engenharia Agrícola*. 2013. V. 33(6). P. 1134-1143. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162013000600006>.
25. Evans M., Heller F. Environmental magnetism: principles and applications of enviromagnetics. Academic press, 2003. 86 p.
26. Suhorada A.V., Kruglov O.V. Classification of soils by their magnetic properties. 18th International Conference Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects, (13-16 May 2019). Kyiv. 2019. P. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902062>

UDC 631.551.321

Soil magnetometry in the diagnosis of degradation processes

O.V. Kruglov

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

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Received 18.08.2020 Received in revised form 12.09.2020 Accepted 15.09.2019 Available online 05.11.2020</p> <p>Keywords:</p> <p>degradation; erosion; humus; magnetometry; process; soil.</p>	<p>Soil degradation is the main challenge of our time. The task of agricultural science is to improve the methods of its research and monitoring. Magnetometric methods are notable among the numerous list of such methods due to the expressiveness and low cost. The purpose of the work is to show their informativeness in determining the processes that are factors in the degradation of arable soils. Methods of soil sampling according to DSTU 4287: 2004 and determination of humus content according to DSTU 4289: 2004 were used. For all samples, the specific MS was determined using a kappa-bridge KLY-2 according to the method of Evans (2003). The research was conducted in agricultural landscapes in Kharkiv and Poltava regions. Studies established highly informative results of determining the specific magnetic susceptibility of the soil when diagnosing erosion. The physical basis of such a diagnosis is the close correlation between magnetic susceptibility and humus content. This suggests the possibility of substituting the determination of the humus content for the determination of magnetic susceptibility (except for reference sections, based on which the interpolation and extrapolation of data). Hydromorphic and halomorphic processes also negatively affect the value of magnetic susceptibility. In this case, the correlation between it and the humus content is weak with the increase in the heterogeneity of the manifestations of degradation processes. Maps of magnetic characteristics make it possible to diagnose such manifestations, even in cases where it is not expressed in any way by the condition of the soil surface. Salt and hygromorphic processes significantly reduce the MS of both the upper soil horizon and soil-forming rocks, and the most significant reduction is associated with gleying processes. Thus, it is possible to differentiate not only agro-technological groups of soils but also soil-forming rocks.</p>
<p>E-mail: alex_kruglov@ukr.net</p>	

Citing: Kruglov O.V. 2020. Soil magnetometry in the diagnosis of degradation processes. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 90. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 29-35. (Ukr.). DOI: <https://doi.org/10.31073/acss90-03>.

References

- Jordanova N. 2016. Soil magnetism. Academic press. 466 p.
- Kruglov O., Menshov O. 2017. To the soil magnetic susceptibility application in modern soil science. 16th EAGE International Conf. on Geoinformatics-Theoretical and Applied Aspects. (13 – 14 May. 2017). Kyiv.
- Long X., Ji J., Balsam W. 2011. Rainfall-dependent transformations of iron oxides in a tropical saprolite transect of Hainan Island, South China: spectral and magnetic measurements. *J. Geophys. Res.* Vol.116, Issue F3. DOI: <https://doi.org/10.1029/2010JF001712>.
- Radaković M.G., Gavrilov M.B., Hambach U., Randall J.S., Tošić I., Ninkov J., Vasin J., Marković S.B. 2019. Quantitative relationships between climate and magnetic susceptibility of soils on the Bačka Loess Plateau (Vojvodina, Serbia). *Quaternary International*. № 502. P. 85-94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.04.040>.
- Pourmasoumi M, Khormali F, Ayoubi S, Kehl M., Kiani F. 2019. Development and magnetic properties of loess-derived forest soils along a precipitation gradient in northern Iran. *Journal of Mountain Science* 16. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11629-018-5288-4>.
- Lecoanet H., Ler'Veque F., Ambrosi J.P. 2003. Combination of magnetic parameters: an efficient way to discriminate soil-contamination sources (south France). *Environmental Pollution* 122. P. 229–234.
- Sadiki A., Faleh A., Navas A., Bouhlassa S. 2009. Using magnetic susceptibility to assess soil degradation in the Eastern Rif, Morocco. *Earth Surf. Process. & Landforms*. 34, 2057-2069. DOI: <https://doi.org/10.1002/esp.1891>.
- Gyrka-Kostrubiec B, Teisseyre-Jeleńska M, Dytłow S.K. 2016. Magnetic properties as indicators of Chernozem soil development. *Catena*. №138. P. 91-102. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.11.014>.
- Alekseeva T., Sokolowska Z., Hajnos M., Alekseev A., Kalinin P. 2009. Water stability of aggregates in subtropical and tropical soils (Georgia and China) and its relationships with the mineralogy and chemical properties. *Eurasian soils Sci.* №42. P. 415-425. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229309040085>.

10. Peluco R.G., Marques J.J., Siqueira D.S., Pereira G.T., Barbosa R.S., Teixeira D.B., Adame C.R., Cortez L.A. 2013. Suscetibilidade magnetica do solo e estimaro da capacidade de suporte a aplicacao de vinhaia. *Pesq Agropec Bras.* №48. P.661-672. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X20130006000012>.
11. Wang H, Huo Y, Zeng L, Wu X, Cai Y. 2008. A 42-yr soil erosion record inferred from mineral magnetism of reservoir sediments in a small carbonate-rock catchment, Guizhou Plateau, southwest China. *J Paleolimnol.* №40. P.897-921. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10933-008-9206-6>.
12. Barbosa R.S., Marques J.J., Barron V. 2019. Prediction and mapping of erodibility factors (USLE and WEPP) by magnetic susceptibility in basalt-derived soils in northeastern Sao Paulo state, Brazil. *Environmental Earth Sciences* (2019) 78:12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12665-018-8015-0>.
13. Denardin J.E. 1990. Erodibilidade di solo estimado por meio parametros fisicos qumicos. Thesis. Escola Superior de Agricultura Luis de Quieros. Universidade de Sao Paulo.
14. Flanagan D.C., Livingston S.J. 1995. Water erosion prediction project: WEEP user summary. National Soil Research Laboratory & USDA, Washington, D.C, West Lafayette.
15. Menshov O., Vyzhva S., Nazarov P., Pereira P., Pastushenko T. 2018. Magnetic methods in tracing soil erosion, Kharkiv Region, Ukraine. *Stud. Geophys. Geod.* №62(4). P. 681-696. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11200-018-0803-1>.
16. Cornell R., Schwertmann U. 2003. The Iron Oxides. Structure, Properties, Reactions, Occurrence and Uses. NewYork: Weinheim. 573 p.
17. Jakšik O., Kodešová R., Kapička A., Klement A., Fér M., Nikodem A. 2016. Using magnetic susceptibility mapping for assessing soil degradation due to water erosion. *Soil & Water Res.* №11. P. 105-113. DOI: <https://doi.org/10.17221/233/2015-SWR>.
18. Kapicka A., Dlouha S., Grison H., Jaksik O., Kodesova R., Petrovsky E. 2013. Magnetism of soils applied for estimation of erosion at an agricultural land. *Geophysical Research Abstracts* Vol. 15, EGU2013-4774, 2013 EGU General Assembly.
19. Souza Bahia A.S.R., Junior J.M., Junior N.L.S., Cerri C.E.P., Camargo L.A. 2017. Prediction and mapping of soil attributes using diffuse reflectance spectroscopy and magnetic susceptibility. *Soil Sci. Soc. Am. J.* №81. P. 1450-1462. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2017.06.0206>.
20. Camargo L.A., Júnior J.M., Barrón V., Alleoni L.R.F., Barbosa R.S., Pereira G.T. 2015. Mapping of clay, iron oxide and adsorbed phosphate in Oxisols using diffuse reflectance spectroscopy. *Geoderma.* №251-252. P.124-132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.03.027>.
21. Jimenez C.A., Benavides J.J., Ospina-Salazar D.I., Zuniga O.E., Ochoa O.B., Mosquera C.G. 2017. Relationship between physical properties and the magnetic susceptibility in two soils of Valle del Cauca. *Rev. Cienc. Agr.* Vol. 34(2). P. 33-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173402.70>.
22. Sokolowska Z., Hajnos M., Alekseev A., Alekseeva T. 2000. Magnetic susceptibility of the arable layer of soil with organic farming and mineral fertilization. *Acta Agroph.* Vol. 38. P. 175-183.
23. Menshov O., Kruglov O., Zalavskiy Yu., Sukhorada A.. 2018. Soil mapping with magnetic methods at the agriculture land of Pecheniy, Ukraine. "New Trends on Paleo, Rock and Environmental Magnetism, 16th castle meeting": abs.conf. (16 June 2018, Chęciny, Poland). Warsaw. Vol. 423(C-112). P. 97-98. DOI: https://doi.org/10.25171/InstGeoph_PAS_Publs-2018-050.
24. Peluco R.G., Junior J.M., Siqueira D.S., Cortez L.A., Pereira G.T. 2013. Magnetic susceptibility in the prediction of soil attributes in two sugarcane harvesting management systems. *Engenharia Agrícola.* V. 33(6). P. 1134-1143. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162013000600006>.
25. Evans M., Heller F. 2003. Environmental magnetism: principles and applications of enviromagnetics. Academic press. 86 p.
26. Suhorada A.V., Kruglov O.V. 2019. Classification of soils by their magnetic properties. 18th International Conference Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects, (13-16 May 2019). Kyiv. P. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902062>.

УДК 631.551.321

Магнитометрия почв в диагностировании деградационных процессов

А.В. Круглов

Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», Харьков, Украина
E-mail: alex_kruglov@ukr.net

Деградация почв – основная проблема современности. Задача аграрной науки – совершенствование методов ее исследования и мониторинга. Среди многочисленного перечня таких методов, благодаря экспрессности и низкой стоимости, выделяются магнитометрические. Цель работы – показать их информативность при определении процессов деградации пахотных почв. Использовались методики отбора почвенных проб по ДСТУ 4287:2004 и определения содержания гумуса (ДСТУ 4289:2004). Для всех образцов были определены удельная магнитная восприимчивость почвы с помощью капамоста KLY-2 по методике Evans (2003). Исследования проведены в агроландшафтах на территории Харьковской и Полтавской областей. Выявлена высокая информативность результатов определения удельной магнитной восприимчивости почвы для диагностирования эродированности. Физической основой такого диагностирования является тесная корреляционная связь между магнитной восприимчивостью и содержанием гумуса. Это позволяет утверждать о возможности замещения определения содержания гумуса на определение магнитной восприимчивости (за исключением опорных разрезов, на основе которых проводится интерполяция и экстраполяция данных). Процессы гидроморфизма и галоморфизма также негативно влияют на значения магнитной восприимчивости. В этом случае корреляционная связь между ней и содержанием гумуса слабеет с ростом неоднородности проявлений деградационных процессов. Картограммы магнитных характеристик позволяют диагностировать такие проявления, даже в случаях, когда это никак не выражено состоянием поверхности почвы. Солевые и гидроморфные процессы существенно снижают магнитную восприимчивость как верхнего горизонта почвы, так и почвообразующих пород, причем наиболее существенное снижение связано с процессами оглеения. Таким образом можно проводить дифференциацию не только агротехнологических групп почв, но и почвообразующих пород.

Ключевые слова: гумус; деградация; магнитометрия; почва; эрозия.