

## Динаміка чисельності мікрофлори і біохімічної активності чорнозему типового за застосування комплексу пестицидів

О. Є. Найдюнова

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

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
<p>Отримано 25.08.2020. Отримано після доопрацювання 07.09.2020. Затверджено до публікації 15.09.2020. Доступно онлайн 05.11.2020</p> <hr/> <p><i>Ключові слова:</i> мікробні угруповання ґрунту; пестициди; ферментативна активність ґрунту</p>	<p>У стаціонарному польовому досліді протягом вегетаційного періоду 2019 р. досліджено динаміку параметрів мікробіологічних та біохімічних показників чорнозему типового важкосуглинкового на ділянках, оброблених комплексом пестицидів, порівняно з контрольними, необробленими ділянками. Оцінено стан мікробних угруповань у ґрунті під пшеницею озимою за одноразового та під кукурудзою за одно- і дворазового застосування сумішей декількох сучасних гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів. Стан мікрофлори контролювали тричі за вегетаційний період за параметрами чисельності мікроорганізмів різних еколого-функціональних і таксономічних груп, ферментативної активності ґрунту та інтегрованих біологічних показників. Спочатку, через 1 і 4 доби після застосування пестицидів, чисельність мікроорганізмів і активність ферментів зростали, але згодом (через 3 тижні) відбувалося зниження значень показників відносно необробленого пестицидами ґрунту – чисельність мікрофлори під пшеницею знизилася у середньому на 28 %, а під кукурудзою, яку за тиждень до другого відбирання проб обробили сумішшю пестицидів другий раз, – на 63 %. Через п'ять місяців після одноразового застосування комплексу пестицидів на посівах пшениці озимої значення чисельності мікроорганізмів окремих груп у ґрунті були вдвічі, а деякі і втричі меншими за відповідні значення у контрольному варіанті. З посиленням пестицидного навантаження (збільшенням кратності обробки) ступінь пригніченості мікрофлори зростав. Після двох обробок посівів кукурудзи чисельність мікрофлори й активність ферментів у ґрунті були значно нижчими порівняно з контролем, ступінь зниження був більшим, ніж за одноразової обробки пшениці. З часом відбувалося поступове відновлення біологічних властивостей ґрунту, але навіть через п'ять місяців після двох обробок посівів кукурудзи пестицидами чисельність мікрофлори залишалася значно нижчою порівняно з контролем. Наприкінці вегетації обох культур біологічні властивості чорнозему типового не досягли рівня аналогічного ґрунту без застосування пестицидів.</p>

E-mail: oksana\_naydyonova@ukr.net

*Форма цитування:* Найдюнова О.Є. Динаміка чисельності мікрофлори і біохімічної активності чорнозему типового за застосування комплексу пестицидів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 90. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". 2020. С. 65-75. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss90-07>

### Список використаних джерел

1. Бублик Л.І., Крук І.В. Методи моніторингу забруднення пестицидами ґрунту агроценозів. *Захист і карантин рослин*. 2008. Вип. 54. С. 87–99.
2. Impact of long-term pesticide application on some soil biological parameters / M.M. Andrea, .B. Peres, L.C. Luchini, A.J. Pettinelli *Journal of Environmental Science and Health*. Part. B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes. 2000. Vol. 35. Issue 3. P. 297–307 DOI: <https://doi.org/10.1080/03601230009373271>.
3. Kalia A., Gosal S.K. Effect of pesticide application on soil microorganisms. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2011. Vol. 57. Issue 6. P. 669–696. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650341003787582>.
4. Baxter J., Cummings S.P. The degradation of the herbicide bromoxynil and its impact on bacterial diversity in a top soil. *Journal of Applied Microbiology*. 2008. Vol. 104. Issue 6. P. 1605–1616. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03709>.
5. Bio-efficacy of Herbicides on Performance of Mustard, Brassica juncea (L.) and Population Dynamics of Agriculturally Important Bacteria / N.K. Singh, C.K. Desai, B.S. Rathore, B.G. Chaudhari. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*. 2015. Vol. 86. Issue 3. P. 743–748. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40011-015-0521-1>.
6. Devi Y.B., Meetei T.T., Kumari N. Impact of Pesticides on Soil Microbial Diversity and Enzymes: A Review. *Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018. Vol. 7. Issue 6. P. 952–958. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.113>.
7. Круглов Ю.В. Микрофлора почвы и пестициды. Москва: Агропромиздат, 1991. 129 с.
8. Благодатская Е.В., Ананьева Н.Д. Оценка устойчивости микробных сообществ в процессе разложения поллютантов в почве. *Почвоведение*. 1996. № 11. С. 1341–1346.
9. Матаруева И.А. Об оценке микробиологической активности дерново-подзолистых почв. *Почвоведение*. 1998. № 1. С. 78–87.
10. Тертична О.В., Андрієнко Г.Г., Моклячук Л.І. Агроекологічна оцінка впливу високих концентрацій пестицидів на мікробний ценоз ґрунту. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. Том 4 (23). Полтава, 2005. С. 174–177.
11. Іутинська Г.О., Ямборко Н.А., Піндрус А.А. Дослідження мутагенної активності гексахлорциклогексану та продуктів його мікробної деградації. *Мікробіологічний журнал*. 2010. Вип. 72. № 6. С. 18–21. URL: [http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/MB\\_72\\_6\\_2010.pdf](http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/MB_72_6_2010.pdf).
12. Оцінка впливу забруднення стійкими пестицидами на формування мікробіоценозу ґрунту / Андрієнко В.О., Моклячук Л.І., Андрієнко Г.Г. [та ін.]. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. Київ, 2006. Вип. 100. С. 281–287.
13. Functioning of soil microbiota under the influence of herbicides / Y. Chabanyuk, I. Brovko, A. Koretsky, S. Mazur. *Agroecological Journal*. 2016. № 4. С. 122–127.
14. Биосенсорные свойства почвенной микробиоты при воздействии пестицидов / I.C. Бровко, Ю.В. Чабанюк, С.В. Мазур, В.У. Ящук. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 3. С. 111–116.
15. Взаємозв'язки між біологічними показниками ґрунту за дії гербіцидів / I.C. Бровко, Ю.В. Чабанюк, А.П. Корецький, С.В. Мазур. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 1. С. 87–93.
16. Усатая А.С., Катрук Э.А., Меренюк Г.В. Динамика почвенных микробиологических процессов под влиянием фунгицидов, используемых в виноградарстве. Биодинамика почв: тезисы докл. III Всес. симп., Харку, 25 – 27 октября, 1988 г. Таллин, 1988. С. 159.

17. Система оценки потенциальной генетической опасности химических загрязнителей для почвенных микроорганизмов. Методические рекомендации / Е.Е. Емнова, Г.В. Меренюк, Л.Г. Цуркан, В.А. Сланина. Кишинёв, 1991. 47 с.
18. Rashid B., Husnain T., Riazuddin S. Herbicides and Pesticides as potential pollutants: A Global Problem. *Plant adaptation and Phytoremediation*. Chapter 19. 2010. Part 2. 427–447. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-90-481-9370-7\\_19](https://doi.org/10.1007/978-90-481-9370-7_19).
19. Alexander M. Biodegradation and Bioremediation. Academic Press, New York, 1994. 692 p.
20. Bollag W.B., Dec J., and Bollag J.-M. Biodegradation. In: Encyclopedia of Microbiology. Second Edition. Academic Press, Inc., New York. 2000. Vol. 1. P. 461–471.
21. Garipova S. Perspectives on using endophytic bacteria for the bioremediation of arable soils polluted by residual amounts of pesticides and xenobiotics. *Biology Bulletin Reviews*. 2014. Vol. 4. Issue 4. P. 300–310. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079086414040033>.
22. Ingram C.W., Coyne M., Williams D.W. Effects of commercial diazinon and imidacloprid on microbial urease activity in soil. *Journal of Environmental Quality*. 2005. Vol. 34. No. 5. P. 1573–1580. DOI: <https://doi.org/10.2134/jeq2004.0433>.
23. Littlefield-Wyer J.G., Brooks P., Katouli M. Application of biochemical fingerprinting and fatty acid methyl ester profiling to assess the effect of the pesticide Atradox on aquatic microbial community. *Environmental Pollution*. 2008. Vol. 153. Issue 2. P. 393–400. DOI: <https://doi.org/10.1016/j>.
24. Niewiadomska A. Effect of carbendazim, imazetapir and thiramon nitrogenase activity, the number of microorganisms in soil and yield of red clover (*Trifolium pretense* L.). *Polish Journal of Environmental Studies*. 2004. Vol. 13. Issue 4. P. 403–410. URL: <http://www.pjoes.com/Effect-of-Carbendazim-Imazetapir-and-Thiram-on-r-nNitrogenase-Activity-the-Number,87676,0,2.html>.
25. Effect of methamidophos and urea application on microbial communities in soils as determined by microbial biomass and community level physiological profiles / M.C. Wang, M. Gong, H.B. Zang [et al.]. *Journal of Environmental Science and Health. Part B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*. 2006. Vol. 41. Issue 4. P. 399–413. DOI: <https://doi.org/10.1080/03601230600616155>.
26. Лоханська В.І. Вивчення забруднення агроценозів пестицидами. Наукові доповіді НАУ. 2008. 2 (10). С. 1–12. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/e-Journals/nd/2008-2/08lvioap.pdf>.
27. Niewiadomska A., Klama J. Pesticide side effect on the symbiotic efficiency and nitrogenase activity of *Rhizobiaceae* bacteria family. *Polish Journal of Microbiology*. 2005. Vol. 54. Issue 1. P. 43–48. URL: [https://www.researchgate.net/publication/7556608\\_Pesticide\\_side\\_effect\\_on\\_the\\_symbiotic\\_efficiency\\_and\\_nitrogenase\\_activity\\_of\\_Rhizobiaceae\\_bacteria\\_family](https://www.researchgate.net/publication/7556608_Pesticide_side_effect_on_the_symbiotic_efficiency_and_nitrogenase_activity_of_Rhizobiaceae_bacteria_family).
28. Sardar D., Kole R.K. Metabolism of chlorpyrifos in relation to its effect on the availability of some plant nutrients in soil. *Chemosphere*. 2005. Vol. 61. Issue 9. P. 1273–1280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.03.078>.
29. Antonious G.F. Impact of soil management and two botanical insecticides on urease and invertase activity. *Journal of Environmental Science and Health. Part B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*. 2003. Vol. 38. Issue 4. P. 479–488. DOI: <https://doi.org/10.1081/PFC-120021667>.
30. Monkiedje A., Spittler M. Effects of the phenylamide fungicides, mefenoxam and metalaxyl, on the biological properties of sandy loam and sandy clay soils. *Biology and Fertility of Soils*. 2002. Vol. 35. Issue 6. P. 393–398. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0485-1>.
31. Monkiedje A., Ilori M.O., Spittler M. Soil quality changes resulting from the application of the fungicides mefenoxam and metalaxyl to a sandy loam soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 2002. Vol. 34. Issue 12. P. 1939–1948. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00211-0](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00211-0).
32. Методы почвенной микробиологии и биохимии. [Д.Г. Звягинцев, И.В. Асеева, И.П. Бабьева, Т.Г. Мирчинк]; под ред. Д.Г. Звягинцева. Москва: Изд-во Московского ун-та, 1980. 224 с.
33. Аристовская Т.В., Худякова Ю.А. Методы изучения микрофлоры почв и её жизнедеятельности. Методы стационарного изучения почв. Москва: Наука, 1977. С. 141–286.
34. Мишустин Е.Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов. Москва: Наука, 1975. 24 с.
35. Муха В.Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов. Сб. науч. тр. ХСХИ. 1980. Т. 273. С. 13–16.
36. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология; пер. с англ. Н.А. Емельяновой, О.В. Лисовской, М.П. Шикеданц; под ред. В.Е. Писарева. Москва: Изд-во иностранной литературы, 1959. С. 242–243.
37. Naydyonova O.E., Baliuk S.A. Biological degradation of Chernozems under irrigation. *Eurasian Journal of Soil Science*. 2014. Vol. 3. Issue 4. P. 267–273. DOI: <https://doi.org/10.18393/ejss.87170>.
38. Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв. Москва: Наука, 1976. С. 39–40.
39. Карягина Л.А., Михайловская Н.А. Определение активности полифеноксидазы и пероксидазы в почве. *Весті АН БССР, серія с/г наук*. Мінск, 1986. № 2. С. 40–41.
40. Arora S., Sahni D. Pesticides effect on soil microbial ecology and enzyme activity – An overview. *Journal of Applied and Natural Science*. 2016. Vol. 8. Issue 2. P. 1126–1132. DOI: <https://doi.org/10.31018/jans.v8i2.929>.
41. Effects of butachlor on microbial populations and enzymes activities in paddy soil / H. Min, Y.F. Ye, Z.Y. Chen [et al.]. *Journal of Environmental Science and Health, Part B. Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*. 2001. Vol. 36. Issue 5. P. 581–595. DOI: <https://doi.org/10.1081/PFC-100106187>.
42. Сторчоус І.М. Вплив гербіцидів на мікрофлору ґрунту. *Захист і карантин рослин*. 2013. Вип. 59. С. 277–284.
43. Mayanglambam T., Vig K., Singh D.K. Quinalphos persistence and leaching under field conditions and effects of residues on dehydrogenase and alkaline phosphomonoesterases activities in soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2005. Vol. 75. Issue 6. P. 1067–1076. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00128-005-0858-x>.
44. Menon P., Gopal M., Parsad R. Effects of chlorpyrifos and quinalphos on dehydrogenase activities and reduction of Fe<sup>3+</sup> in the soils of two semi-arid fields of tropical India. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 2005. Vol. 108. Issue 1. P. 73–83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.12.008>.
45. Effects of pesticides on soil biochemical characteristics of a paddy soil / Xie X.M., Liao M., Huang C.Y. [et al.]. *Journal of Environmental Sciences*. 2004. Vol. 16. Issue 2. P. 252–255.
46. Changes in soil chemical properties and microbial activities in response to the fungicide Ridomil gold plus copper / J. Demanou, A. Monkiedje, T. Njine [et al.]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2004. Vol. 1. Issue 1. P. 26–34. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph2004010026>.
47. Monitoring impacts of a pesticide treatment on bacterial soil communities by metabolic and genetic fingerprinting in addition to conventional testing procedures / B. Engelen, K. Meinken, F. Von Wintzingerode [et al.]. *Applied Environmental Microbiology*. 1998. Vol. 64. Issue 8. P. 2814–2821. URL: <https://aem.asm.org/content/aem/64/8/2814.full.pdf>.
48. Changes in the microflora and biological activity of the soil during the degradation of isoproturon / A. Nowak, J. Nowak, D. Klodka [et al.]. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2004. 19. P. 1003–1016.
49. Singh J., Singh D.K. Dehydrogenase and phosphomonoesterase activities in groundnut (*Arachis hypogaeae* L.) field after diazinon, imidachlorprid and lindane treatments. *Chemosphere*. 2005. Vol. 60. Issue 1. P. 32–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.11.096>.
50. Singh D.K., Kumar S. Nitrate reductase, arginine deaminase, urease and dehydrogenase activities in natural soil (ridges with forest) and in cotton soil after acetamidprid treatments. *Chemosphere*. 2008. Vol. 71. Issue 3. P. 412–418. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.11.005>.

51. Influence of repeated applications of glyphosate on its persistence and soil bioactivity. / M.M. Andrea, T.B. Peres, L.C. Luchini [et al.]. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2003. Vol. 38. Issue 11. P. 1329–1335. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003001100012>.

52. Sukul P. Enzymes activities and microbial biomass in soil as influenced by metalaxyl residues. *Soil Biology and Biochemistry*. 2006. Vol. 38. Issue 2. P. 320–326. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.05.009>.

53. Pesticides use and its Effect on Soil Bacteria and Fungal Populations, Microbial Biomass Carbon and Enzymatic Activity / S. Arora, S. Arora, D. Sahni [et al.]. *Current science*. 2019. Vol. 116. Issue 4. P. 643–649. DOI: <https://doi.org/10.18520/cs/v116/i4/643-649>.

54. Respiration induced by substrate and bacteria diversity after application of diuron, hexazinone, and sulfometuron-methyl alone and in mixture / F. Reis, V. Tornisielo, B. Martins [et al.]. *Journal of Environmental Science and Health. Part B Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes*. 2019. Vol. 54. Issue 6. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1080/03601234.2019.1620043>.

55. Individual and combined effects of tebuconazole and carbendazim on soil microbial activity / C. Wang, F. Wang, Q. Zhang, W. Liang. *European Journal of Soil Biology*. 2016. Vol. 72. P. 6–13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2015.12.005>.

UDC 631.427

## Dynamics of microflora number and biochemical activity in typical chernozem under pesticides complex application

O. E. Naidonova

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

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received 25.08.2020 Received in revised form 07.09.2020 Accepted 15.09.2019 Available online 05.11.2020	In a stationary field experiment during the growing season 2019, the dynamics of microbiological and biochemical indicators' parameters of typical heavy loamy chernozem in the plots treated with a complex of pesticides was studied in comparison with the control, untreated plots. The state of microbial communities in the soil under winter wheat with a single application, and under corn with single and double application of mixtures of several modern herbicides, fungicides and insecticides was assessed. The state of the microflora was monitored three times during the growing season according to the parameters of the number of microorganisms of various ecological-functional and taxonomic groups, the enzymatic activity of the soil, and integrated biological indices. At first, 1 and 4 days after the application of pesticides, the number of microorganisms and the activity of enzymes increased, but subsequently (after 3 weeks) the values of indicators decreased relatively untreated with pesticides soil. The number of microflora under wheat decreased by an average of 28 %, and under maize, which a week before the second sampling, they were treated with a mixture of pesticides for the second time – by 63 %. Five months after a single application of a complex of pesticides on winter wheat crops, the values of the number of microorganisms of certain groups in the soil were half, and some three times less than the corresponding values in the control variant. With an increase in the pesticide load (an increase in the frequency of treatments), the degree of inhibition of microflora increased. After two treatments of corn crops, the number of microflora and enzyme activity in the soil were significantly lower compared to the control, the degree of reduction was greater than with a single treatment of wheat. Over time, there was a gradual restoration of the biological properties of the soil, but even five months after two treatments of corn crops with pesticides, the number of microflora remained significantly lower than in the control. At the end of the growing season of both crops, the biological properties of typical chernozem did not reach the level of similar soil without the use of pesticides.
<b>Keywords:</b>  pesticides; soil microbial community; soil enzymatic activity	

E-mail: oksana\_naydyonova@ukr.net

Citing: Naidonova O. E. 2020. Dynamics of microflora number and biochemical activity in typical chernozem under pesticides complex application. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 90. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 65-75. (Ukr.). DOI: <https://doi.org/10.31073/acss90-07>.

### References

1. Bublyk L.I., Kruk I.V., Kruk L.S. 2008. Methods for monitoring of soil contamination in agrocenoses. *Plants Protection and Quarantine. (Zakhyst i karantyn Roslyn)*. Vol. 54. P. 87–99. (Ukr.).
2. Andrea M.M., Peres T.B., Luchini L.C., Pettinelli A.J. 2000. Impact of long-term pesticide application on some soil biological parameters. *Journal of Environmental Science and Health. Part. B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*. Vol. 35. Issue 3. P. 297–307. DOI: <https://doi.org/10.1080/03601230009373271>.
3. Kalia A., Gosal S.K. 2011. Effect of pesticide application on soil microorganisms. *Archives of Agronomy and Soil Science*. Vol. 57. Issue 6. P. 669–696. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650341003787582>.
4. Baxter J., Cummings S.P. 2008. The degradation of the herbicide bromoxynil and its impact on bacterial diversity in a top soil. *Journal of Applied Microbiology*. Vol. 104. Issue 6. P. 1605–1616. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03709>.
5. Singh N.K., Desai C.K., Rathore B.S., Chaudhari B.G. 2015. Bio-efficacy of Herbicides on Performance of Mustard, *Brassica juncea* (L.) and Population Dynamics of Agriculturally Important Bacteria. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*. Vol. 86. Issue 3. P. 743–748. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40011-015-0521-1>.
6. Devi Y.B., Meetei T.T., Kumari N. 2018. Impact of Pesticides on Soil Microbial Diversity and Enzymes: A Review. *Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. Vol. 7. Issue 6. P. 952–958. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.113>.
7. Kruglov Y.V. 1991. Soil microflora and pesticides. Moscow: Agropromizdat, 129 p. (Rus.).
8. Blagodatskaya E.V., Anan'eva N.D. 1996. Assessment of the resistance of soil microbial communities to pollutants. *Eurasian Soil Science*. Vol. 29. Issue 11. P. 1251–1255.
9. Matarueva I.A. 1998. On the assessment of sod-podzolic soils' microbiological activity. *Soil Science (Pochvovedenie)*. No. 1. P. 78–87. (Rus.).
10. Tertychna O.V., Andrienko G.G., Moklyachuk L.E. 2005. Agroecological assessment of the effect high concentrations of pesticides on soil microbial coenosis. *Scientific works of Poltava State Agrarian Academy*. Vol. 4. Issue 23. P. 174–177. (Ukr.).

11. Iutynska G.O., Yamborko N.A., Pindrus A.A. 2010. Investigation of Mutagenic Activity of Hexachlorocyclohexane and Products of Its Microbial Degradation. *Microbiological Journal*. Vol. 72. Issue 6. P. 18–22. URL: [http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/MB\\_72\\_6\\_2010.pdf](http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/MB_72_6_2010.pdf). (Ukr.).
12. Andrienko V.O., Moklyachuk L.I., Andrienko G.G., Tertychna O.V., Gorodiska M.I. 2006. Assessment of the effect of contamination by persistent pesticides on the soil microbiocenosis formation. *Scientific Bulletin of the National Agrarian University*. Issue 100. P. 281–287. (Ukr.).
13. Chabanyuk Y., Brovko I., Koretsky A., Mazur S. 2016. Functioning of soil microbiota under the influence of herbicides. *Agroecological journal*. No. 4. P. 122–127. URL: [http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2016/12/%D0%B6%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0%D0%BB\\_4\\_2016-%D1%81.57-66.pdf](http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2016/12/%D0%B6%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0%D0%BB_4_2016-%D1%81.57-66.pdf). (Ukr.).
14. Brovko I.S., Chabanyuk Y.V., Mazur S.V., Yashchuk V.U. 2016. Biosensor properties of soil microbiota under the influence of pesticides. *Agroecological journal*. No. 3. P. 111–116. URL: [http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2016/12/%D0%B6%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0%D0%BB\\_%E2%84%963\\_2016.pdf](http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2016/12/%D0%B6%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0%D0%BB_%E2%84%963_2016.pdf). (Ukr.).
15. Brovko I.S., Chabanyuk Y.V., Koretsky A.P., Mazur S.V. 2017. Relationships between biological indicators of soil due to herbicide action. *Agroecological journal*. No. 1. P. 87–93. URL: [http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2016/12/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%B6%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0%D0%BB\\_1\\_2017.pdf](http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2016/12/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%B6%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0%D0%BB_1_2017.pdf). (Ukr.).
16. Usataya O.S., Katruk E.A., Merenyuk H.S. 1988. Dynamics of soil microbiological processes under the influence of fungicides used in viticulture: Abstracts III All. Sym. "Soil Biodynamics", Kharku, October 25-27, 1988, Tallinn, 159 p. (Rus.).
17. Emnova E.E., Merenyuk G.V., Tsurkan L.G., Slanina V.A. 1991. A system for assessing the potential genetic hazard of chemical pollutants for soil microorganisms. Guidelines. Chisinau, 47 p. (Rus.).
18. Rashid B., Husnain T., Riazuddin S. 2010. Herbicides and Pesticides as potential pollutants: A *Global Problem. Plant adaptation and Phytoremediation*. Chapter 19. Part 2. P. 427–447. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-90-481-9370-7\\_19](https://doi.org/10.1007/978-90-481-9370-7_19).
19. Alexander M. 1994. Biodegradation and Bioremediation. Academic Press, New York. 692 p.
20. Bollag W.B., Dec J., and Bollag J.-M. 2000. Biodegradation. In: Encyclopedia of Microbiology. Second Edition. Academic Press, Inc., New York. Vol. 1. P. 461–471.
21. Garipova S. 2014. Perspectives on using endophytic bacteria for the bioremediation of arable soils polluted by residual amounts of pesticides and xenobiotics. *Biology Bulletin Reviews*. Vol. 4. Issue 4. P. 300–310. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079086414040033>.
22. Ingram C.W., Coyne M., and Williams D.W. 2005. Effects of commercial diazinon and imidacloprid on microbial urease activity in soil. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 34. Issue 5. P. 1573–1580. DOI: <https://doi.org/10.2134/jeq2004.0433>.
23. Littlefield-Wyer J.G., Brooks P., and Katouli M. 2008. Application of biochemical fingerprinting and fatty acid methyl ester profiling to assess the effect of the pesticide Atradox on aquatic microbial community. *Environmental Pollution*. Vol. 153. Issue 2. P. 393–400. DOI: <https://doi.org/10.1016/j>.
24. Niewiadomska A. 2004. Effect of carbendazim, imazetapir and thiram on nitrogenase activity, the number of microorganisms in soil and yield of red clover (*Trifolium pretense* L.). *Polish Journal of Environmental Studies*. Vol. 13. Issue 4. P. 403–410. URL: <http://www.pjoes.com/Effect-of-Carbendazim-Imazetapir-and-Thiram-on-r-nNitrogenase-Activity-the-Number,87676,0,2.html>.
25. Wang M.C., Gong M., Zang H.B., Hua X.M., Yao J., Pang Y.J., and Yang Y.H. 2006. Effect of methamidophos and urea application on microbial communities in soils as determined by microbial biomass and community level physiological profiles. *Journal of Environmental Science and Health. Part B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*. Vol. 41. Issue 4. P. 399–413. DOI: <https://doi.org/10.1080/03601230600616155>.
26. Lokhanskaya V.Y. 2008. Study of Agrocenosis Pollution by Pesticides. *NAU Scientific Reports*. 2 (10). P. 1–12. URL: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2008-2/08lvioap.pdf>. (Ukr.).
27. Niewiadomska A., and Klama J. 2005. Pesticide side effect on the symbiotic efficiency and nitrogenase activity of Rhizobiaceae bacteria family. *Polish Journal of Microbiology*. Vol. 54. Issue 1. P. 43–48. URL: [https://www.researchgate.net/publication/7556608\\_Pesticide\\_side\\_effect\\_on\\_the\\_symbiotic\\_efficiency\\_and\\_nitrogenase\\_activity\\_of\\_Rhizobiaceae\\_bacteria\\_family](https://www.researchgate.net/publication/7556608_Pesticide_side_effect_on_the_symbiotic_efficiency_and_nitrogenase_activity_of_Rhizobiaceae_bacteria_family).
28. Sardar D., and Kole R.K. 2005. Metabolism of chlorpyrifos in relation to its effect on the availability of some plant nutrients in soil. *Chemosphere*. Vol. 61. Issue 9. P. 1273–1280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.03.078>.
29. Antonious G.F. 2003. Impact of soil management and two botanical insecticides on urease and invertase activity. *Journal of Environmental Science and Health. Part B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*. Vol. 38. Issue 4. P. 479–488. DOI: <https://doi.org/10.1081/PFC-120021667>.
30. Monkiedje A., Spittler M. 2002. Effects of the phenylamide fungicides, mefenoxam and metalaxyl, on the biological properties of sandy loam and sandy clay soils. *Biology and Fertility of Soils*. Vol. 35. Issue 6. P. 393–398. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0485-1>.
31. Monkiedje A., Illori M.O., Spittler M. 2002. Soil quality changes resulting from the application of the fungicides mefenoxam and metalaxyl to a sandy loam soil. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 34. Issue 12. P. 1939–1948. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00211-0](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00211-0).
32. Zviagintsev D.G., Aseeva I.V., Babyeva I.P., Mirchink T.G. 1980. Methods of soil microbiology and biochemistry. Ed. by Zviagintsev D.G. Moscow: MGU. 224 p. (Rus.).
33. Aristovskaya T.V., Khudyakova Y.A. 1977. Methods of studying the soils microflora and its vital functions. Methods of stationary soil study. Moscow: Nauka. P. 141–286. (Rus.).
34. Mishustin E.N. 1975. Associations of soil microorganisms. Moscow: Nauka. 114 p. (Rus.).
35. Mukha V.D. 1980. About indicators reflecting the intensity and orientation of soil processes. *Collection of scientific papers of the Kharkov Agricultural Institute*. Vol. 273. P. 13–16. (Rus.).
36. Azzi G. 1959. Agricultural Ecology. Trans. from English Emelyanova N.A., Lisovskoy O.V., Shikedants M.P.; ed. by Pisarev V.E. Moscow: Publishing house of foreign literature. P. 242–243. (Rus.).
37. Naydyonova O.E., Baliuk S.A. 2014. Biological degradation of Chernozems under irrigation. *Eurasian Journal of Soil Science*. Vol. 3. Issue 4. P. 267–273. DOI: <https://doi.org/10.18393/ejss.87170>.
38. Haziev F.H. 1976. Fermentative activity of soils. Moscow: Science. P. 39–40. (Rus.).
39. Karyagina L.A., Michaylovskaya N.A. 1986. Determination of polyphenol oxidase and peroxidase activity in the soil. *News of AS BSSR, series agricultural sciences*. Minsk. № 2. P. 40–41. (Rus.).
40. Arora S., Sahni D. 2016. Pesticides effect on soil microbial ecology and enzyme activity – An overview. *Journal of Applied and Natural Science*. Vol. 8. Issue 2. P. 1126–1132. DOI: <https://doi.org/10.31018/jans.v8i2.929>.
41. Min H., Ye Y.F., Chen Z.Y., Wu W.X., and Yufeng D. 2001. Effects of butachlor on microbial populations and enzymes activities in paddy soil. *Journal of Environmental Science and Health, Part B. Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*. Vol. 36. Issue 5. P. 581–595. DOI: <https://doi.org/10.1081/PFC-100106187>.
42. Storchous I.M. 2013. Influence of herbicides on soil microflora. *Zakhyst i karantyn roslyn*. Issue 59. P. 277–284. (Ukr.).
43. Mayanglambam T., Vig K., and Singh D.K. 2005. Quinalphos persistence and leaching under field conditions and effects of residues on dehydrogenase and alkaline phosphomonoesterases activities in soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. Vol. 75. Issue 6. P. 1067–1076. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00128-005-0858-x>.
44. Menon P., Gopal M., Parsad R. 2005. Effects of chlorpyrifos and quinalphos on dehydrogenase activities and reduction of Fe<sup>3+</sup> in the soils of two semi-arid fields of tropical India. *Agriculture Ecosystems & Environment*. Vol. 108. Issue 1. P. 73–83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.12.008>.

45. Xie X.M., Liao M., Huang C.Y., Liu W.P., Abid S. 2004. Effects of pesticides on soil biochemical characteristics of a paddy soil. *Journal of Environmental Sciences*. Vol. 16. Issue 2. P. 252–255.
46. Demanou J., Monkiedje A., Njine T., Foto S.M., Nola M., Serges H., Togouet Z., Kemka N. 2004. Changes in soil chemical properties and microbial activities in response to the fungicide Ridomil gold plus copper. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 1. Issue 1. P. 26–34. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph2004010026>.
47. Engelen B., Meinken K., Von Wintzingerode F., Heuer H., Malkomes H.P., Backhaus H. 1998. Monitoring impacts of a pesticide treatment on bacterial soil communities by metabolic and genetic fingerprinting in addition to conventional testing procedures. *Applied Environmental Microbiology*. Vol. 64. Issue 8. P. 2814–2821. URL: <https://aem.asm.org/content/aem/64/8/2814.full.pdf>.
48. Nowak A., Nowak J., Klodka D., Pryzbulewska K., Telesinski A., Szopa E. 2004. Changes in the microflora and biological activity of the soil during the degradation of isoproturon. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 19. P. 1003–1016.
49. Singh J., Singh D.K. 2005. Dehydrogenase and phosphomonoesterase activities in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) field after diazinon, imidachlorprid and lindane treatments. *Chemosphere*. Vol. 60. Issue 1. P. 32–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.11.096>.
50. Singh D.K., and Kumar S. 2008. Nitrate reductase, arginine deaminase, urease and dehydrogenase activities in natural soil (ridges with forest) and in cotton soil after acetamiprid treatments. *Chemosphere*. Vol. 71. Issue 3. P. 412–418. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.11.005>.
51. Andrea M.M., Peres T.B., Luchini L.C., Bazarin S., Papini S., Matallo M.B., Savoy V.L.T. 2003. Influence of repeated applications of glyphosate on its persistence and soil bioactivity. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Vol. 38. Issue 11. P. 1329–1335. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003001100012>.
52. Sukul P. 2006. Enzymes activities and microbial biomass in soil as influenced by metalaxyl residues. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 38. Issue 2. P. 320–326. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.05.009>.
53. Arora S., Arora S., Sahni D., Sehgal M., Srivastava D.S., Singh A. 2019. Pesticides use and its Effect on Soil Bacteria and Fungal Populations, Microbial Biomass Carbon and Enzymatic Activity. *Current science*. Vol. 116. Issue 4. P. 643–649. DOI: <https://doi.org/10.18520/cs/v116/i4/643-649>.
54. Reis F., Tornisielo V., Martins B., Souza A., De Andrade P.A., Andreote F., Silveira R., Filho R. 2019. Respiration induced by substrate and bacteria diversity after application of diuron, hexazinone, and sulfometuron-methyl alone and in mixture. *Journal of Environmental Science and Health. Part B Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes*. Vol. 54. Issue 6. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1080/03601234.2019.1620043>.
55. Wang C., Wang F., Zhang Q., Liang W. 2016. Individual and combined effects of tebuconazole and carbendazim on soil microbial activity. *European Journal of Soil Biology*. Vol. 72. P. 6–13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2015.12.005>.

УДК 631.427

## Динамика численности микрофлоры и биохимической активности чернозёма типичного при применении комплекса пестицидов

О.Е. Найдёнова

Национальный научный центр “Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского”,  
Харьков, Украина  
E-mail: oksana\_naydyonova@ukr.net

В стационарном полевом опыте в течение вегетационного периода 2019 г. исследовали динамику параметров микробиологических и биохимических показателей чернозёма типичного тяжелосуглинистого на участках, обработанных комплексом пестицидов, по сравнению с контрольными, необработанными участками. Оценено состояние микробных сообществ в почве под пшеницей озимой при однократном, и под кукурузой при одно- и двукратном применении смесей нескольких современных гербицидов, фунгицидов и инсектицидов. Состояние микрофлоры контролировали трижды за вегетационный период по параметрам численности микроорганизмов различных эколого-функциональных и таксономических групп, ферментативной активности почвы и интегрированных биологических показателей. Сначала, через 1 и 4 суток после применения пестицидов, численность микроорганизмов и активность ферментов возрастали, но впоследствии (через 3 недели) происходило снижение значений показателей относительно необработанной пестицидами почвы – численность микрофлоры под пшеницей снизилась в среднем на 28 %, а под кукурузой, которую за неделю до второго отбора проб обработали смесью пестицидов второй раз, – на 63 %. Через пять месяцев после однократного применения комплекса пестицидов на посевах пшеницы озимой значения численности микроорганизмов отдельных групп в почве были вдвое, а некоторые и втрое меньше соответствующих значений в контрольном варианте. С усилением пестицидной нагрузки (увеличением кратности обработок) степень угнетения микрофлоры возрастала. После двух обработок посевов кукурузы численность микрофлоры и активность ферментов в почве были значительно ниже по сравнению с контролем, степень снижения была большей, чем при однократной обработке пшеницы. С течением времени происходило постепенное восстановление биологических свойств почвы, но даже через пять месяцев после двух обработок посевов кукурузы пестицидами численность микрофлоры продолжала оставаться значительно более низкой по сравнению с контролем. В конце вегетации обеих культур биологические свойства чернозёма типичного не достигли уровня аналогичной почвы без применения пестицидов.

*Ключевые слова:* пестициды; микробное сообщество почвы; ферментативная активность почвы.