

УДК 631.43+528.8

ШЛЯХИ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ

В. М. Стародубцев, Ю. О. Росамаха, С. І. Пастушенко, Р. М. Басараб, Д. С. Комарчук

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Кореспонденція авторів: rosamaha.vchenyij@ukr.net.

Історія статті: отримано – травень 2018, акцентовано – вересень 2018.

Бібл. 19, рис. 13, табл. 0.

Анотація. Розглянуті етапи дослідження й формування наукових уявлень про просторову неоднорідність ґрунтового покриття рівнин Правобережного Лісостепу. Значна увага приділена особливостям водного режиму ґрунтів у зв'язку з затопленням мікрозападин весною талими водами, а влітку – зливами. Показаний вплив такого водного режиму на агрохімічні і фізико-хімічні властивості чорноземних ґрунтів на різних елементах мікрорельєфу. Виявлено зменшення врожайності ґрунтів дна і схилів мікрозападин при різному водному режимі. Оцінені втрати врожаю на полях з мікрозападами, які сягають коло 22-23%. Обґрунтовано комплексне використання як традиційних наземних методів досліджень просторової неоднорідності ґрунтового покриття і продуктивності полів, так і використання БПЛА (дронів), GPS-приймачів для точного позиціонування пунктів досліджень, а також космічних знімків Ландсат-8 і Сентинел-2а і 2б. Запропоновано використання таких засобів для корегування детальних ґрунтових карт рівнинних територій із мікро- і навіть мезо- і нанозападами. Визнано доцільним складання карт просторової неоднорідності землекористувань та продуктивності полів.

Ключові слова: ґрунт, неоднорідність, простір, угіддя.

Постановка проблеми

Практичне землеробство завжди пред'являло суттєві вимоги до інформації щодо ґрунтового покриття території, особливостей ґрунтів, їх властивостей і родючості. Тобто просторова неоднорідність ґрунтового покриття завжди була об'єктом уваги і досліджень. Проте масштаб цих знань з часом стає усе глибшим і вагомим. Ситуацію стрімко змінило впровадження в останні десятиліття так званого «точного землеробства», яке потребує нових підходів до знань про ґрунти, про землеробські технології, про комплекси необхідної техніки для успішного ведення господарства. А зараз в Україні точні знання про ґрунтовий покрив необхідні ще й з потреб ринкової економіки. Адже проблема купівлі-продажу землі уже на часі.

Аналіз останніх досліджень

Ще в минулому столітті були розпочаті фундаментальні дослідження неоднорідності ґрунтового покриття, диференціації властивостей і родючості ґрунтів. Вони активно продовжуються в різних регіонах України й зараз. У класичних роботах Фрідланда В.М. [14], Годельмана Я.М. [4], а в Україні – Медведєва В.В. з колегами [5] та інших відомих ґрунтознавців були розкриті важливі закономірності неоднорідності та комплексності ґрунтового покриття в залежності від властивостей ґрунтів, їх морфологічних ознак, літологічної будови, водного режиму та інших показників. У лівобережній частині України особливого значення набули класичні дослідження Гедройца К.К. [3], який пов'язав створення комплексного ґрунтового покриття в умовах рівнинного рельєфу, який включає мікро- і мезопониження, із процесами засолення, солонцюватості та утворенням осолоділих ґрунтів. На рівнинах правобережної частини України таких досліджень було незрівнянно менше, а складний ґрунтовий покрив тут більше пов'язувався із процесами ерозії. Але ж тут ґрунти пониженнь рельєфу у межах великих рівнин формуються під впливом перезволоження атмосферними опадами, періодичного (навіть короткострокового) затоплення талими і зливовими водами і підтоплення за участі вилуговування та оглеєння. У той же час геологічні, геоморфологічні та інші ґрунтознавчі дослідження [6-13, 15-19] показують, що роль мікрозападин у формування ландшафтів суттєво більша, ніж тільки утворення складного комплексного покриття [1-14]. Адже у цих пониженнях рельєфу фільтрація поверхневих вод обумовлює проникання на значні глибини агрохімікатів, техногенних забруднюючих речовин й навіть радіонуклідів. А існування таких малих форм рельєфу протягом віків свідчить про те, що з потоками вологи в глибину проникає і частина твердої фази ґрунту. Тому вони й не замулюються, хоча щорічний притік дрібнозему із талими і дощовими водами добре помітний. Тому усе більшої уваги привертають теорії масо-енерго-перенесення у таких пониженнях рельєфу [2]. У закордонних країнах теж зростає увага до формування просторової неоднорідності ґрунтового покриття, але там

переважає скоріше «виробничо-економічний» підхід до цієї проблеми [18]. Проте і для нас такий підхід теж стає дедалі актуальнішим.

Мета досліджень

Дослідження просторової неоднорідності ґрунтового покриву та продуктивності полів проводяться на рівнинних територіях Фастівського й Васильківського районів Київської області, зокрема – на полях навчально-дослідних господарств НУБіП України «Великоснітинське» та «Агростанція». Ця територія відноситься до Правобережної лісостепової провінції, зокрема – до регіонів поширення типових чорноземів. Детально проблема вивчається на ключових ділянках у вказаних господарствах та на виробничому полі площею 32,5 га у НДГ «Великоснітинське». А рекогносциувальні дослідження проводяться на полях площею 400 га у цьому ж господарстві. Методики дослідження змінювались поетапно з роками із залученням нових технологій і ресурсів, про що буде вказано при описі кожного етапу.

Результати досліджень

Етап наземних досліджень розпочався у 2008 р., коли при проведенні навчальних практик з детального картографування ґрунтів у вказаних господарствах була виявлена надзвичайна неоднорідність ґрунтового покриву, хоча на великомасштабних ґрунтових картах були показані однорідні типові чорноземи. На рівних ділянках та у численних мікропониженнях рельєфу (рис. 1) були закладені ґрунтові розрізи до глибини 2 м, стандартний опис яких показав значні відмінності ґрунтів на таксономічному рівні видів і родів, а іноді й підтипів ґрунту.



Рис. 1. Розміри западини та її вигляд у полі.

Вони суттєво відрізнялись за морфологічними ознаками (рис. 2), глибиною залягання карбонатного горизонту, запасами води (рис. 3). Істотна різниця була виявлена й у запасах гумусу (рис. 4) та фізико-хімічних властивостях ґрунту. В найбільш характерних западинах було організовано спостереження за водним режимом ґрунтів посезонно із визначенням також глибини ґрунтових вод. Для детального вивчення просторової неоднорідності ґрунтового покриву був вибраний такий важливий для чорноземних ґрунтів показник, як глибина

залягання карбонатів у профілі. Адже саме глибина залягання карбонатного горизонту у ґрунті певним чином відображає глибину промивання профілю ґрунту атмосферною вологою у багаторічному аспекті. Для цього була вибрана ділянка поля площею 17 га, де проводились багаторічні агрономічні та агрохімічні дослідження університету.

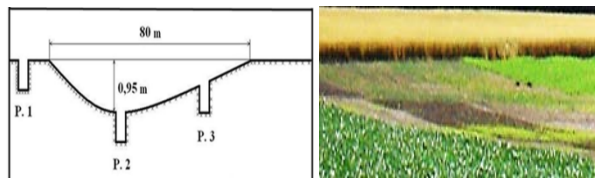


Рис. 2. Різниця морфологічних ознак профілю ґрунту на рівних ділянках і на дні западини.

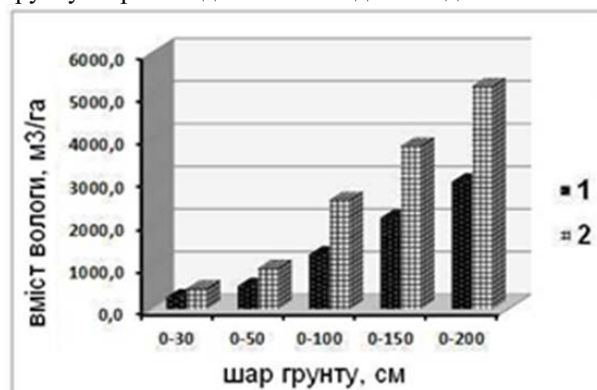


Рис. 3. Запаси води у ґрунті на дні западини (1) та на рівнині (2).

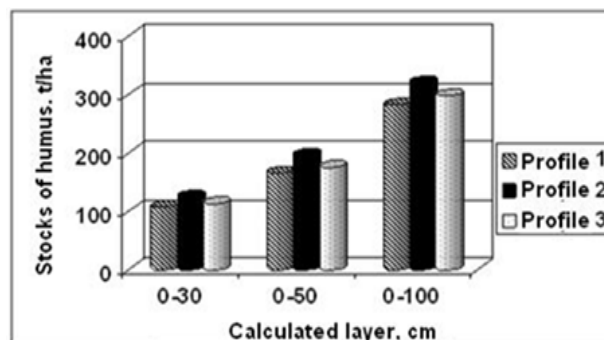


Рис. 4. Запаси гумусу у ґрунті рівнини (1), дна западини (2) та схилу (3).



Рис. 5. Розташування свердловин на експериментальній ділянці.

На ній рівномірно на відстані 50 м закладена мережа свердловин (рис. 5) глибиною до карбонатного горизонту ґрунту, при необхідності буріння вели до глибини ґрунтових вод (4,5-5,0 м). Зразки ґрунту відбирались ручним буром, наявність в ґрунті карбонатів визначалась 10-% HCl. Результати аналізувались на ПК з допомогою програми Q-GIS.

Результати дослідження показані у вигляді картограми глибини залягання карбонатів (рис. 6) у 2-Д та 3-Д вигляді [1]. Ці дані показали унікальну неоднорідність ґрунтового покриття навіть при дуже слабкій вираженості западин на полі.

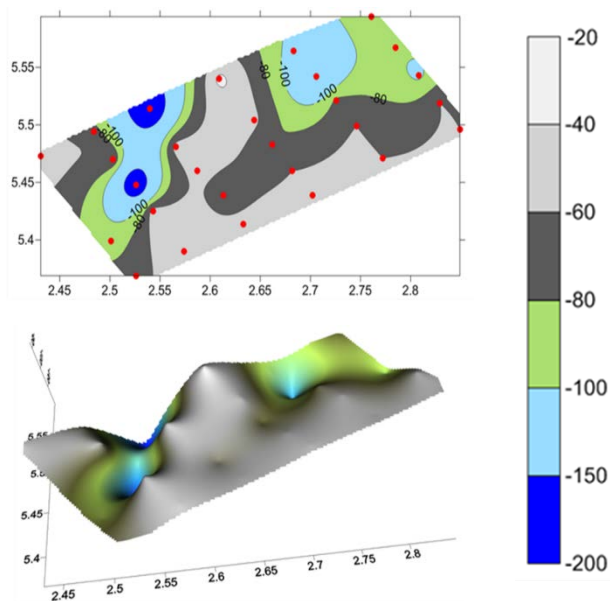


Рис. 6. Картограма глибини залягання карбонатів у ґрунті.

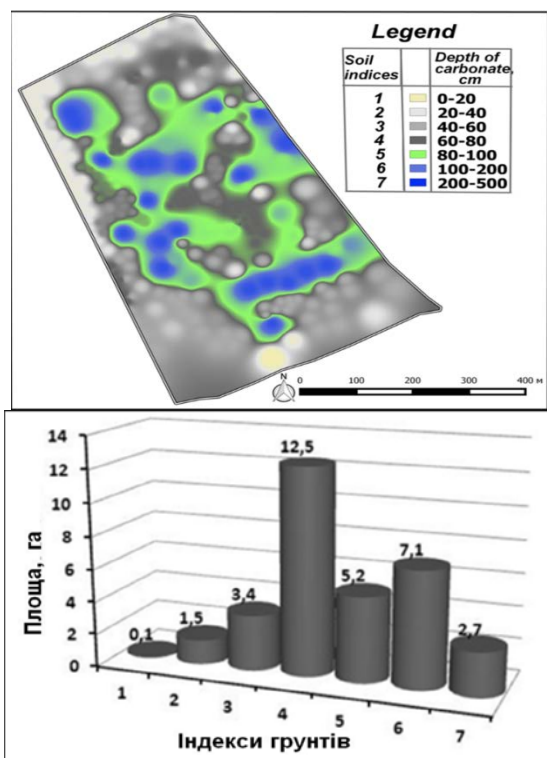


Рис. 7. Картограма глибини залягання карбонатів у ґрунтах виробничого поля та структура ґрунтового покриття.

Отримані таким методом результати спонукали нас до вивчення проблеми неоднорідності покриття на виробничому полі площею 32,5 га із добре вираженою мережею мікрозападин глибиною 0,3-1,0 м. Картограма глибини карбонатів, а, відповідно, і різноманітності ґрунтового покриття, показана на рис. 7 [9, 10]. Виділені на діаграмі ґрунти діагностовано за глибиною карбонатів як: 1 – чорноземи типові високоскипаючі – (20-40 см); 2 – чорноземи типові (модальні чи еталонні) – (40-60 см); 3 – чорноземи типові глибокоскипаючі – (60-80 см); 4 – чорноземи вилугувані – (80-100 см); 5 – лучно-чорноземні ґрунти – (100-150 см); 6 – лучно-чорноземні ґрунти на безкарбонатних лесах – (150-200 см).

Етап аеровізуальних досліджень розпочався у 2016 р., коли почали використовувати БПЛА (дрон) «Фантом» разом із традиційними методами вивчення водного режиму ґрунтів. Це дало можливість вивчати динаміку процесів затоплення западин весною талою водою та влітку – зливовими опадами, а також розвитку (чи загибелі) рослин в залежності від умов зволоження. Протягом 2017 р. отримані достовірні результати щодо впливу тривалості весняного затоплення западин на ріст і розвиток рослин озимої пшениці (рис. 8-11), а влітку визначена врожайність пшениці на різних морфо-елементах рельєфу [12, 13]. Найбільша врожайність озимої пшениці відмічена на чорноземах типових легкосуглинкових (51,2 ц/га), поширених на рівних ділянках поля. На схилах мікрозападин врожайність зменшувалась, а на дні западин складала лише 16,5 ц/га (рис.11). Протягом 2018 р. дослідження проводили також на полях з багаторічними травами (люцерна) та ячменем.



Рис. 8. Затоплення талими водами западин із озимою пшеницею 01.03.2017 та стан поля через 3 тижні.



Рис. 9. Динаміка висихання ключової западини протягом трьох неділей.



Рис. 10. Стан озимої пшениці на цьому полі перед збиранням врожаю.

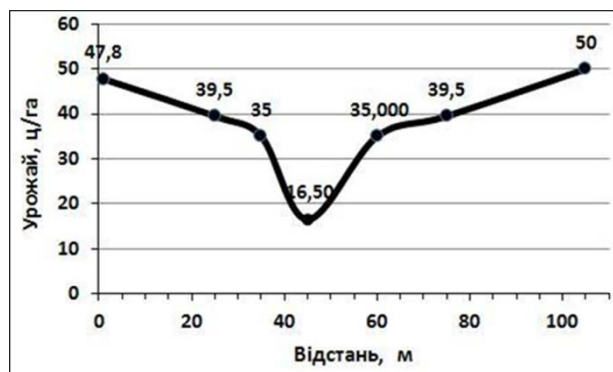


Рис. 11. Врожайність озимої пшениці у западині глибиною 0,5 м.

Етап використання космічних знімків Ландсат-8 та Сентінед 2а і 2б дозволив суттєво розширити масштаби досліджень на територію навчально-дослідних господарств НУБіП України та на суміжні території. А також він сприяв оцінці просторової неоднорідності ґрунтового покриття цілих господарств з використанням уже отриманих результатів на ключових ділянках. Зараз розробляються методики такої оцінки, а також плануються заходи подолання неоднорідності продуктивності полів. Детальні космічні знімки та нові технічні засоби (GPS-приймачі та датчики маси врожаю) на комбайнах дають можливість у виробничих умовах складати детальні карти врожайності та аналізувати причини різної продуктивності земель, враховуючи й просторову неоднорідність ґрунтового покриття та різний водний режим і властивості ґрунтів (рис. 12, рис. 13).



Рис. 12. Зображення мікрозападин дослідного поля із озимою пшеницею на космічному знімку Сентінед 2А.



Рис. 13. Порівняння стану поля весною на космічному знімку Сентінед 2А та фактична врожайність озимої пшениці.

Висновок

Дослідження просторової неоднорідності ґрунтового покриття, водного режиму ґрунтів та продуктивності полів дало можливість оцінити стан і перспективи використання земельних ресурсів у Правобережному Лісостепу України. А математичні залежності просторової неоднорідності полів та їх врожайності, які зараз нами розробляються, будуть мати не тільки наукове, а значне бізнесове значення.

Список літератури

1. Аніскевич Л. В., Стародубцев В. М. Оцінка просторової неоднорідності ґрунтового покриття рівнинного Лісостепу. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2015. Вип. 226. С. 115–123.
2. Бублясь М. В. Геологічна дія порових розчинів в умовах діагенезу осадових порід. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2011. Вип. 4. С. 39–46.

3. *Гедройц К. К.* Избранные сочинения. Москва. Сельхозгиз. 1955. 600 с.
4. *Годельман Я. М.* Неоднородность почвенного покрова и использование земель. Москва. Наука. 1981. 200 с.
5. *Медведев В. В.* Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 1. Введение в проблему. Харьков. УААН, 2007. 262 с.
6. *Стародубцев В. М., Яценко С. В., Павлюк С. Д., Ілленко В. В.* Вплив водного режиму мікрозападин Лісостепу на неоднорідність ґрунтового покриття та його використання. II Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю. Ecology-2009. 23-26 вересня 2009 року. Вінниця. 2009. С. 176–179.
7. *Стародубцев В. М., Розстальний В. Є., Яценко С. В., Бордусь О. О.* Водний режим мікрозападин як фактор неоднорідності ґрунтового покриття правобережного Лісостепу. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: агроінженерія. 2010. Вип. 149. С. 108–112.
8. *Стародубцев В. М., Богданець В. А.* Новий погляд на картування й оцінку неоднорідності ґрунтового покриття рівнинного Лісостепу. Сборник научных трудов SWorld. 2015. Выпуск №1(38). С. 89–94.
9. *Стародубцев В. М., Анискевич Л. В., Урбан Б. В.* К оценке пространственной неоднородности почвенного покрова равнинной Лесостепи. Научные труды SWorld. Т. 11. Вып. 3(40). 2015. Сельское хозяйство. С. 4–11.
10. *Стародубцев В. М., Анискевич Л. В., Власенко І. С.* Особливості ґрунтового покриття і водного режиму ґрунтів на рівнинах Правобережного Лісостепу. XV Международная заочная конференция «Развитие науки в XXI веке» (15.07.2016 года). 1 часть. Харьков. НИЦ «Знание». 2016. С. 152–156.
11. *Стародубцев В. М., Комарчук Д. С., Богданець В. А., Власенко І. С.* Нові технічні засоби для дослідження просторової неоднорідності ґрунтового покриття. Правобережного Лісостепу. XV Международная заочная конференция «Развитие науки в XXI веке» (15.07.2016 года). 1 часть. Харьков. НИЦ «Знание». 2016. С. 82–86.
12. *Стародубцев В. М., Власенко І. С., Басараб Р. М., Комарчук Д. С.* Просторова неоднорідність врожайів озимої пшениці на полях з мікрозападами. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. №3 (73). 8 с.
13. *Стародубцев В. М., Власенко І. С., Басараб Р. М., Комарчук Д. С.* Пространственная неоднородность водного режима и продуктивности типичных черноземов Правобережной Украины. Степи Северной Евразии_материалы VIII международного симпозиума_1.pdf. Оренбург. 2018. С. 946–949. www.orensteppe.org.
14. *Фридланд В. М.* Структура почвенного покрова. Москва. Мысль. 1972. 424 с.
15. *Starodubtsev V. M., Bogdanets V. A.* New vision for mapping and estimation of soil cover heterogeneity in plain Forest-Steppe zone. SWorld Journal. Agriculture. Volume J11509-007. May 2015. 2015. P. 30–36.
16. *Starodubtsev V. M., Vlasenko I. S., Urban B. V., Aniskevych L. V., Lysenko V. P., Komarchuk D. S.* New technical tools and space images - basis for scientific discovery in agroecology: «Spatial heterogeneity of water regime of soil, its ecological and economic significance» / International exhibition “AGRO-2016”, Kyiv, Ukraine, 08.06.2016. DOI: 10.13140/RG.2.1.5034.9682. 12 p.
17. *Starodubtsev V. M., Basarab R. M., Komarchuk D. S., Vlasenko I. S.* Spatial heterogeneity of soil cover and water regime of soils in flat forest-steppe. SWorld – Scientific papers, issue 49, Vol. 2. 2017. P. 51–57. <http://www.sworld.education/ntsw/49-2.pdf>.
18. *Starodubtsev V. M., Basarab R. M., Komarchuk D. S., Vlasenko I. S.* Heterogeneity of typical chernozem productivity in Ukraine. Presentations of International congress of soil science, Kazakhstan, Almaty, 2018. 4 p.
19. *Practical Blog.* Single Post. Field Day Recap: Profitability of Farming Prairie Potholes. 2017. <http://www.practicalfarmers.org/blog/2017/10/18/field-day-recap-profitability-farming-prairie-potholes-aug-31/>. Visited on 01.04.2018.

References

1. *Aniskevich, L. V., Starodubtsev, V. M.* (2015). Estimation of spatial heterogeneity of the soil cover of forest-Steppe plains. Scientific Bulletin of National University of life and environmental Sciences of Ukraine. Series: electronics and energetics, agriculture. Vol. 226. 115-123.
2. *Bublyas, M. V.* (2011). Geological action of pore solutions in the conditions of diagenesis of sedimentary rocks. Collection of scientific works of the Institute of geological Sciences of the NAS of Ukraine. Vol. 4. 39-46.
3. *Gedroits, K. K.* (1955). Selected works. Moscow. Selkhozgiz. 600.
4. *Godelman, Y. M.* (1981). Heterogeneity of the soil cover and land use. Moscow. Science. 200.
5. *Medvedev, V. V.* (2007). Heterogeneity of soils and precision agriculture. Part 1. Introduction to the problem. Kharkov. UAAS, 262.
6. *Starodubtsev, V. M., Yatsenko, S. V., Pavlyuk, S. D., Ilyenko, V. V.* (2009). Influence of water regime of Forest scrosati to the heterogeneity of the soil cover and its use. II all-Ukrainian Congress of ecologists with international participation. Ecology-2009. 23-26 September 2009. Vinnitsa. 176-179.
7. *Starodubtsev, V. M., Rozstalnyy, Ye. V., Yatsenko, S. V., Bordas, A. A.* (2010). Water regime scrosati as a factor of heterogeneity of the soil cover of the right-Bank forest-Steppe. Scientific Bulletin of National University of life and environmental Sciences of Ukraine. Series: Agroengineering. Vol. 149. 108-112.
8. *Starodubtsev, V. M., Bogdanets, V. A.* (2015). New perspective on mapping and assessment of the heterogeneity of the soil cover of forest-Steppe plains. Collection of scientific works SWorld. Issue No 1(38). 89-94.
9. *Starodubtsev, V. M., Aniskevich, L. V., Urban, B. V.* (2015). To assess the spatial heterogeneity of the soil cover of forest-Steppe plains. Scientific works SWorld. T. 11. Vol. 3(40). Agriculture. 4-11.

10. Starodubtsev, V. M., Aniskevich, L. V., Vlasenko, C. I. (2016). Features of the soil cover and the water regime of soils on the plains of the right Bank forest-Steppe. XV international correspondence conference "Development of science in the XXI century" (15.07.2016 years). 1 part. Kharkov. Nits "Knowledge". 152-156.

11. Starodubtsev, V. M., Komarchuk, D. S., Bogdanets, V. A., Vlasenko, C. I. (2016). New tools for the study of spatial heterogeneity of the soil cover. The Right-Bank Forest-Steppe. XV international correspondence conference "Development of science in the XXI century" (15.07.2016 years). 1 part. Kharkov. Nits "Knowledge". 82-86.

12. Starodubtsev, V. M., Vlasenko, S. I., Basarab, G. M., Komarchuk, D. S. (2018). Spatial heterogeneity of winter wheat yields in the fields with mclosetime. Scientific reports of National University of life and environmental Sciences of Ukraine. №3 (73). 8.

13. Starodubtsev, V. M., Vlasenko, S. I., Basarab, G. M., Komarchuk, D. S. (2018). Spatial heterogeneity of the water regime and flow of a typical Chernozem of the right-Bank Ukraine. Steppes of Northern Evrasia VIII international симпозиума_1.pdf. Orenburg. 946-949. www.orensteppe.org.

14. Fridland, V. M. (1972). Structure of the soil. Moscow. Idea. 424.

15. Starodubtsev, V. M., Bogdanets, V. A. (2015). New vision for mapping and estimation of soil cover heterogeneity in plain Forest-Steppe zone. SWorld Journal. Agriculture. Vol. J11509-007. May 2015. 30-36.

16. Starodubtsev, V. M., Vlasenko, I. S., Urban, B. V., Aniskevych, L. V., Lysenko, V. P., Komarchuk, D. S. (2016). New technical tools and space images - basis for scientific discovery in agroecology: «Spatial heterogeneity of water regime of soil, its ecological and economic significance». International exhibition "AGRO-2016", Kyiv, Ukraine, 08.06.2016. DOI: 10.13140/RG.2.1.5034.9682. 12.

17. Starodubtsev, V. M., Basarab, R. M., Komarchuk, D. S., Vlasenko, I. S. (2017). Spatial heterogeneity of soil cover and water regime of soils in flat forest-steppe. SWorld – Scientific papers, issue 49, Vol. 2. 51-57.

18. Starodubtsev, V. M., Basarab, R. M., Komarchuk, D. S., Vlasenko, I. S. (2018). Heterogeneity of typical chernozem productivity in Ukraine. Presentations of International congress of soil science, Kazakhstan, Almaty, 4.

19. Practical Blog. (2017). Single Post. Field Day Recap: Profitability of Farming Prairie Potholes. <http://www.practicalfarmers.org/blog/2017/10/18/field-day-recap-profitability-farming-prairie-potholes-aug-31/>. Visited on 01.04.2018.

ПУТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

В. М. Стародубцев, Ю. А. Росамаха,

С. И. Пастушенко, Р. М. Басараб, Д. С. Комарчук

Аннотация. Рассмотрены этапы исследования и формирования научных представлений о

пространственной неоднородности почвенного покрова равнин Правобережной Лесостепи. Значительное внимание уделено особенностям водного режима почв в связи с затоплением микрозападин весной талыми водами, а летом – ливнями. Показано влияние такого водного режима на агрохимические и физико-химические свойства черноземных почв на разных элементах микрорельефа. Выявлено уменьшение урожайности грунтов дна и склонов микрозападин при различном водном режиме. Оценены потери урожая на полях с микрозападами, которые достигают круг 22-23%. Обосновано комплексное использование как традиционных наземных методов исследований пространственной неоднородности почвенного покрова и продуктивности полей, так и использования БПЛА (дронов), GPS-приемников для точного позиционирования пунктов исследований, а также космических снимков Ландсат-8 и Сентинел-2а и 2б. Предложено использование таких средств для корректировки детальных почвенных карт равнинных территорий с микро- и мезо- и нанозападами. Признано целесообразным составление карт пространственной неоднородности землепользований и продуктивности полей.

Ключевые слова: почва, неоднородность, пространство, угодья.

WAY OF DETERMINING SPATIAL HETEROGENEITY OF SOIL COVER OF AGRICULTURAL LAND

Starodubtsev V. M., Rosamaha Yu. O., Pastushenko S. I., Basarab R. M., Komarchuk D. S.

Abstract. The stages of research and formation of scientific ideas about the spatial heterogeneity of the soil cover in the plains of the Right-Bank Forest-Steppe are considered. Particular attention is paid to the peculiarities of the water regime of soils caused by flooding of microdepressions ("potholes") in the spring with melt waters, and in the summer, with showers. The impact of such a water regime on the agrochemical and physico-chemical properties of chernozem soils on various elements of the microrelief is shown. The decrease of soil yields of the bottom and slopes of microdepressions in a different water regime was revealed. Loss of yield on fields with microdepressions, reaching about 22-23%, was estimated as well. The complex use of both traditional ground-based methods for investigating the spatial heterogeneity of soil cover and field productivity, as well as the use of UAVs (drones), GPS receivers for precise positioning of research sites, as well as Landsat-8 and Sentinel-2a and 2b space images are substantiated. The use of such means for correction of detailed soil maps of plain areas with micro- and even meso- and nano-depressions is suggested. It is recognized that it is expedient to compile maps of spatial heterogeneity of land use and field productivity.

Key words: soil, heterogeneity, space, land.