

Стародубцев В. М., Власенко І. С., Басараб Р. М., Комарчук Д. С.

УДК: 631.43+528.8+526(075)

**просторова неоднорідність продуктивності типових чорноземів на полях з мікрозападинами****В. М. СТАРОДУБЦЕВ**, доктор біологічних наук,**І. С. ВЛАСЕНКО**, аспірант,**Р. М. БАСАРАБ**, кандидат технічних наук,**Д. С. КОМАРЧУК**, кандидат технічних наук,*Національний університет біоресурсів і природокористування України**E-mail: vmstarodubtsev@ukr.net*

**Анотація.** просторова неоднорідність продуктивності ґрунтів рівнинних територій Правобережного Лісостепу України у зв'язку з особливостями їх водного режиму, в першу чергу – з тривалістю весняного затоплення мікрозападин талими водами. Виявлено зменшення врожайності ґрунтів на днищах і схилах мікрозападин і загальні втрати врожаю з полів близько 22-23%.

*Розглянута* неоднорідність продуктивності ґрунтів рівнинних територій Правобережного Лісостепу України у зв'язку з особливостями їх водного режиму, в першу чергу – з тривалістю весняного затоплення мікрозападин талими водами. Виявлено зменшення врожайності ґрунтів на днищах і схилах мікрозападин і загальні втрати врожаю з полів близько 22-23%.

*Обґрунтовано* використання БПЛА (дронів), GPS-приймача і космічних знімків Ландсат-8 і Сентіinel-2 для дослідження динаміки водного режиму мікрозападин і стану рослинності. Запропоновано використання цих засобів для складання детальних ґрунтових карт рівнин з мікрозападинами.

**Ключові слова:** просторова неоднорідність, продуктивність, ґрунт, мікрозападини водний режим

**Вступ.** Просторова неоднорідність продуктивності ґрунтів є важливою характеристикою території для впровадження точного землеробства. А тому суттєво підвищуються вимоги до інформації про строкатість ґрунтового покриву, про відмінності у властивостях і родючості ґрунтів. Наукові дослідження неоднорідності ґрунтового покриву почалися ще в минулому столітті, але вони особливо активізувались в останні десятиліття в різних природних зонах світу. У класичних роботах Фрідланда В.М. [10], Годельмана Я.М. [3], а в Україні - Медведєва В.В. [4, 5] та інших

відомих ґрунтознавців були розкриті основні закономірності неоднорідності і комплексності покриву ґрунтів в залежності від їх властивостей, морфологічних ознак, літологічної будови та інших показників. В.В. Медведєв [5] запропонував навіть термін «горизонтальна структура ґрунтового покриву», посилаючись на особисті дослідження та на ідеї багатьох ґрунтознавців і агрохіміків (Горячкина С.В., Ієнні Г., Карпачевського Л.О., Козловського Ф.І., Михеева І.В., Самсонової В.П., Шеїна Є.В. та інших).

Стародубцев В. М., Власенко І. С., Басараб Р. М., Комарчук Д. С.

Але особливого значення для ґрунтознавства як науки та для практики точного землеробства має просторова неоднорідність ґрунтового покриву і продуктивності ґрунтів в умовах Лісостепу за наявності на рівнинах численних мезо- і мікропонижень рельєфу (западин). Для лівобережної України особливе значення мали дослідження Гедройца К.К. [2], який зв'язав утворення комплексного ґрунтового покриву в умовах рівнинного рельєфу, що включає мікро- і мезопониження, з процесами засолення, солонцюватості і утворення осолоділих ґрунтів.

Однак складний ґрунтовий покрив з великою кількістю мікропонижень (мікрозападин) поширений і на рівнинах правобережної України. Тут ґрунти западин формуються під впливом перезволоження атмосферними опадами, включаючи навіть тимчасове затоплення талими водами навесні, і підтоплення за участю процесів вилуговування і оглеєння. Тому на різних морфо-елементах западин складається суттєво різний водний режим ґрунту, а отже і різні за морфологічними ознаками, глибиною карбонатного горизонту та властивостями ґрунти. У той же час геологічні, геоморфологічні і наші ґрунтові [6-9,11,12] дослідження показують, що роль мікрозападин у формуванні ландшафтів більша, ніж тільки утворення складного ґрунтового покриву. У них при

фільтрації поверхневих вод в глибокі горизонти проникають на значну глибину хімікати, забруднюючі речовини, радіонукліди. Проникає вглиб і частина твердої фази ґрунту, тому мікрозападини не замулюються століттями. У зв'язку з цим все більше уваги привертає теорія масо-енерго-перенесення в таких западинах [1]. В зарубіжних країнах переважає «виробничо-економічний» підхід до проблеми і впровадження сленгових термінів [13]. Так, мікрозападини називають терміном “potholes” незалежно від їх глибини і площі.

#### **Об'єкт і методи дослідження.**

Наші дослідження проводяться з 2008 р. в Правобережній лісостеповій ґрунтовій провінції на типових чорноземах в навчальному господарстві Національного університету біоресурсів і природокористування України поблизу м. Фастів. Детальні дослідження ведуться на полі площею 32,5 га, а оціночні - на виробничих полях площею 400 га. На рівнині, а також на дні і схилах мікрозападин різної глибини закладені ґрунтові розрізи до 200 см. Для визначення глибини залягання карбонатного горизонту поле було вкрите мережею свердловин орієнтовно 50x50 м глибиною до 500 см. Для точного позиціонування місця закладення свердловин використовували GPS-приймач. Просторову неоднорідність і сезонну динаміку затоплення мікрозападин талими водами

Стародубцев В. М., Власенко І. С., Басараб Р. М., Комарчук Д. С.

спостерігали за допомогою БПЛА елементах рельєфу западин і на (квадрокоптера), а водний режим рівнині (контроль) методом ґрунтів - відбором зразків буром. викошування «метровок» у 4 повторностях.

Розвиток рослин на досліджуваному полі (у 2017 році - озима пшениця) Загальна геоморфологічна спостерігали також за космічними характеристика об'єкту дослідження знімками Ландсат-8 і Сентіinel-2а. (НДГ «Велико-Снітинське») показана Врожайність пшениці сорту на рис. 1

«Марлена» визначали на різних

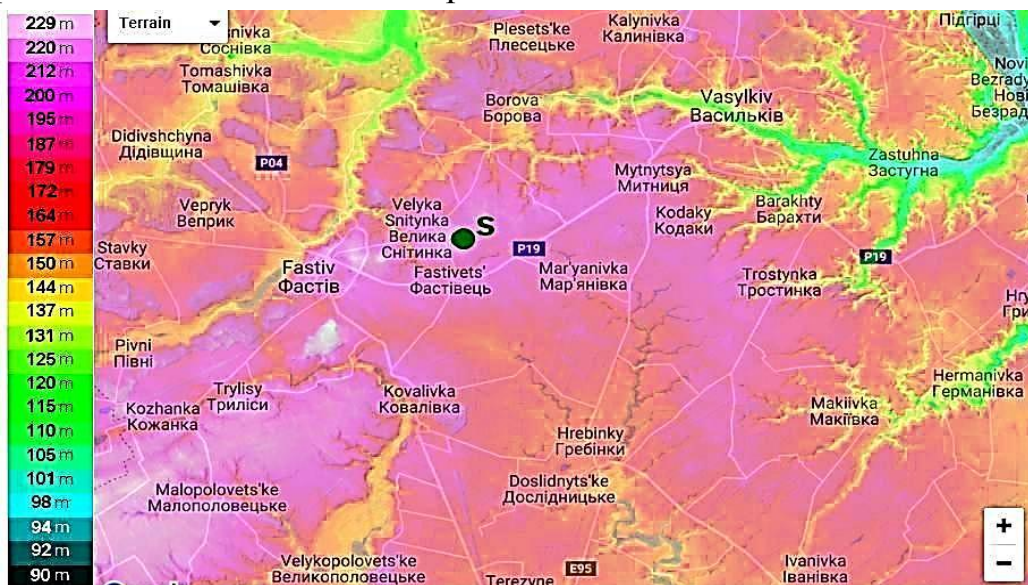


Рис.1. Геоморфологічна характеристика району дослідження (S – дослідне поле у НДГ «Велико-Снітинське»)

Результати та обговорення. понижень при ще мерзлому ґрунті Перерозподіл талої води по поверхні показано на рис. 2, отриманому за рівнині з мікрозападинами допомогою квадрокоптера. Шар води досліджували з 1 березня 2017 року, в западинах становив переважно 30-50 см, тобто з другого дня після масового танення снігу. Наповнення водою

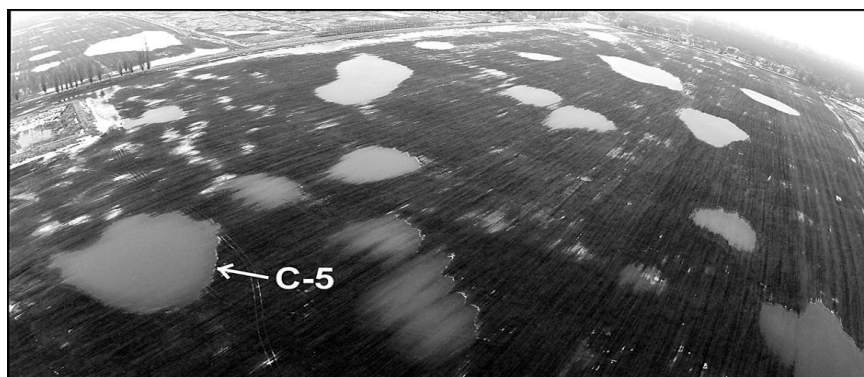
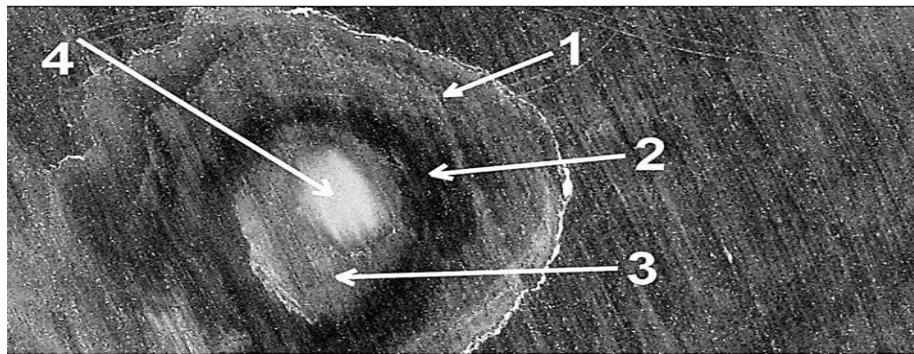


Рис. 2. Наповнення талою водою мікрозападин дослідного поля (С-5 – приклад «ключової» западини) [11].

Стародубцев В. М., Власенко І. С., Басараб Р. М., Комарчук Д. С.

Подальші спостереження за станом озимої пшениці проводилися на ключових мікрозападинах С-1 та С-5 (рис.2). Вода поступово вбиралася в ґрунт при прохолодній погоді протягом трьох тижнів. Станом на 20 березня, тобто через 21 день затоплення, вода зберігалася лише на дні найглибших (50-60 см) понижень (рис. 2). Стан пшениці чітко відображав тривалість такого

затоплення - на плоскому дні западин рослини вимокли, а на схилах западин їх стан відображав тривалість затоплення. При затопленні протягом одного тижня пригнічення рослин було помірне, а після двотижневого затоплення - сильне. Зроблений 20 березня 2017 р. квадрокоптером (БПЛА) знімок чітко відображає зональність стану рослин в залежності від тривалості затоплення (рис. 3).



**Рис. 3. Стан рослин озимої пшениці в залежності від тривалості затоплення: 1 - один тиждень, 2 - два тижні, 3 - три тижні, 4 - вода на дні западини.**

Протягом вегетаційного періоду стан рослин пшениці дещо відновився на дні западин і на нижній третині їх

схилів (рис. 4), проте просторова неоднорідність стану посівів на усьому полі була очевидна.



**Рис. 4. Стан озимої пшениці через 1 місяць після висихання западин.**

До стану стиглості пшениці ділянок була явно нижчою, ніж на посіви в мікрозападинах помітно заросли бур'янами і врожайність таких

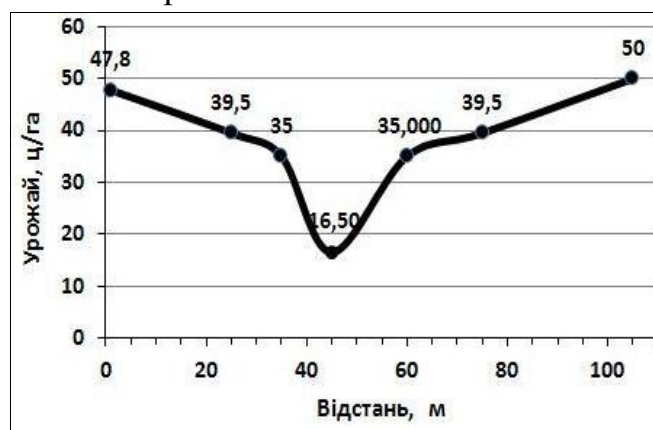
рівнинних ділянках поля (рис. 5).



**Рис. 5. Стан пшениці напередодні збирання (30.06.2017 р.).**

Визначення врожайності озимої пшениці сорту «Марлена» проводилося методом викошування «метровок» в 4 повторностях на дні западин, на схилах і на контролі. Для прикладу показана врожайність пшениці в западині С-1 довжиною 90 м, шириною 40 м і глибиною до 0,5 м (рис. 6). Ці дані показують, що врожайність на лучно-чорноземних ґрунтах днища западин була в три рази меншою, ніж на рівнині

(контроль). На схилах западин, зайнятих чорноземами вилуженими і чорноземами типовими глибокоскипаючими, втрати врожаю були помітними. Істотно відрізнялось зерно з мікрозападин і за якістю. Рослини пшениці в западинах відставали у розвитку і до моменту збирання були ще зеленими, а зерно - недозріле. Після висушування таке зерно було менше за розміром і вагою.



**Рис. 6. Зміна врожайності озимої пшениці в мікрозападині (по довжині западини), ц/га**

Для оцінки втрат врожаю з полів, що мають велику кількість мікрозападин, ми зіставили

врожайність з площами ґрунтів, визначеними на детальній (1: 2000) ґрунтовій карті поля. Співвідношення

Стародубцев В. М., Власенко І. С., Басараб Р. М., Комарчук Д. С.

грунтових виділів на даному полі ґрунтів наведені в таблиці. показано на діаграмі (рис.7), а назви

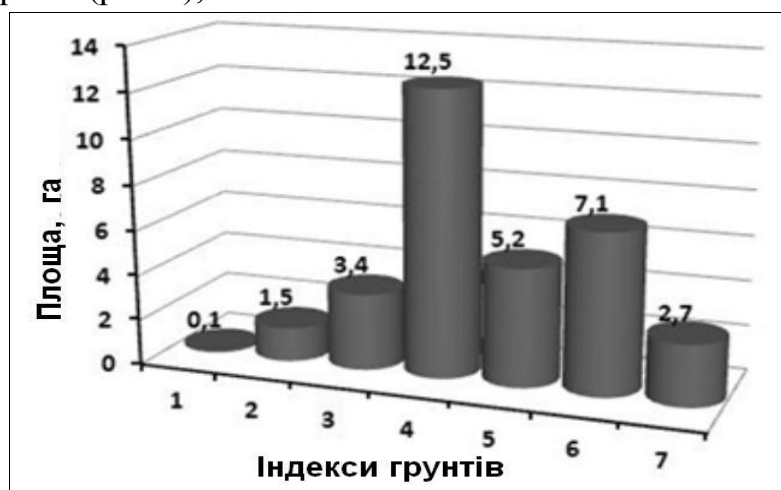


Рис. 7. Площі ґрунтових виділів на дослідному полі (назва ґрунтів наведена в таблиці).

**Урожай озимої пшениці «Марлена» на дослідному полі.**

№	Назва ґрунту	Площа, га	Урожай, ц/га	Маса врожаю, ц
1	Чорнозем типовий карбонатний легкосуглинковий	0,1	41,0	4,1
2	Чорнозем типовий високоскипаючий легкосуглинковий	1,5	47,5	71,25
3	Чорнозем типовий (модальний) легкосуглинковий	3,4	51,2	174,1
4	Чорнозем типовий глибокоскипаючий легкосуглинковий	12,5	47,7	596,25
5	Чорнозем вилугуваний легкосуглинковий	5,2	39,5	205,4
6	Чорнозем вилугуваний глеюватий легкосуглинковий	7,1	31,8	225,78
7	Лучно-чорноземний легкосуглинковий	2,7	16,5	44,55
Усього	-	32,5	-	1321,43

**Висновки.** Дослідження озимої пшениці відзначена на просторової неоднорідності чорноземах типових продуктивності ґрунтів (за легкосуглинкових (51,2 ц/га), врожайністю озимої пшениці) в поширених на рівних ділянках поля. залежності від їх зволоження талими На схилах мікрозападин врожайність водами і неоднорідності ґрунтового зменшується і на дні западин складає покриву показало, що продуктивність лише 16,5 ц/га. Зменшення ґрунтів таких полів із врожайності відзначено і на мікрозападинами помітно чорноземах карбонатних, що зменшується. Найбільша врожайність займають самі підвищені ділянки

Стародубцев В. М., Власенко І. С., Басараб Р. М., Комарчук Д. С.

полів. Загальне зниження врожайності на дослідженому полі з неоднорідним ґрунтовим покривом склало близько 12 ц/га у порівнянні з урожайністю типових (модальних) чорноземів. Валовий збір озимої пшениці сорту «Марлена» з цього поля був на 38 т менше, ніж він міг бути при однорідному ґрунтовому покриві. Якщо ж застосувати отримані показники до усієї площі пшениці в

господарстві (633 га), то у 2017 році було отримано на 740 т зерна пшениці менше від потенційно можливого при відсутності мікрозападин рельєфу. Результати досліджень також засвідчили нагальну необхідність нового підходу до детального картографування ґрунтів з визначенням просторової неоднорідності ґрунтового покриву.

### Список використаних джерел

1. Азімов О.Т., Бублясь В.М., Бублясь М.В. Геодинамічні процеси та їх відображення у ландшафтах. *Сучасні напрямки української геологічної науки. Збірник праць УГН НАН України*. – Київ. – 2006. – С.13-20.

2. Гедройц К.К. *Избранные сочинения*. Т. 1-3. Москва: Сельхозгиз, 1955. – 600 с.

3. Годельман Я.М. *Неоднородность почвенного покрова и использование земель*. М.: Наука, 1981. – 200 с.

4. Медведев В.В. *Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 1. Введение в проблему*. Харьков: УААН, 2007. – 262 с.

5. Медведев В.В. Неоднородность как закономерное проявление горизонтальной структуры почвенного покрова. *Ґрунтознавство*. 2010. Т.11.№1-2. - С. 6-15.

6. Стародубцев В.М., Яценко С.В., Павлюк С.Д., Ілленко В.В. Вплив водного режиму мікрозападин Лісостепу на неоднорідність ґрунтового покриву та його використання. *2-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю. Збірник наукових статей*. - 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 покриву правобережного Лісостепу. *Науковий вісник НУБіП України*. №149. Серія «Агрономія». - 2010. – С.108-112.

8. 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). Сельское хозяйство. - 2015.- С.4-11.

9. Стародубцев В.М., Комарчук Д.С., Богданець В.А., Власенко І.С. Нові технічні засоби для дослідження просторової неоднорідності ґрунтового покриву. *XVII міжнародна конференція «Развитие науки в XXI веке» (16.09.2016г.)*. 1 часть. Харьков: НИЦ «Знание», 2016. - С.82-86.

10. Фридланд В.М. *Структура почвенного покрова*. М.: Мысль, 1972. – 424 с.

11. Starodubtsev V.M., Bogdanets V.A. (2015). New vision for mapping and estimation of soil cover heterogeneity in plain Forest-Steppe

Стародубцев В. М., Власенко І. С., Басараб Р. М., Комарчук Д. С.

zone. *SWorld Journal. Agriculture.* - Volume J11509, 30-36.

12. 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, v.2.* ІВАНОВО: Научний мир, 51-57.

13. The 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. Azimov O.T., Bublyas' V.M., Bublyas' M.V. Neodynamichni protsesy ta yikh vidobrazhennya u landshaftakh. Suchasni napryamky ukrayins'koyi heolohichnoyi nauky. Zbirnyk prats' UHN NAN Ukrayiny. – Kyiv. – 2006. – S.13-20.[ Azimov O.T., Bublyas V.M., Bublyas MV Geodynamic processes and their reflection in landscapes. Modern directions of Ukrainian geological science. Collection of works of UHN NAS of Ukraine. - Kiev - 2006. - p.13-20.]

2. Gedroyts K.K. Izbrannyye sochineniya. T. 1-3. Moskva: Sel'khozgiz, 1955. – 600 s.[ Gedroits K.K. Selected works. T. 1-3. Moscow: Sel'khozgiz, 1955. - 600 p.]

3. Godel'man YA.M. Neodnorodnost' pochvennogo pokrova i ispol'zovaniye zemel'. M.: Nauka, 1981. – 200 s.[ Godelman Ya.M. Heterogeneity of soil cover and land use. M. : Nauka, 1981. - 200 p.]

4. Medvedev V.V. Neodnorodnost' pochv i tochnoye zemledeliye. Chast' 1. Vvedeniye v problemu. Khar'kov:

UAAN, 2007. – 262 s.[ Medvedev V.V. Unevenness of soils and accurate farming. Part 1. Introduction to the problem. Kharkov: UAAS, 2007. - 262 p.]

5. Medvedev V.V. Neodnorodnost' kak zakonomernoye proyavleniye gorizontal'noy struktury pochvennogo pokrova. Gruntoznastvo. 2010. T.11.№1-2. - S. 6-15.[ Medvedev V.V. Heterogeneity as a natural manifestation of the horizontal structure of the soil cover. Gruntoznastvo. 2010. T.11.№1-2. - P. 6-15.]

6. Starodubtsev V.M., Yatsenko S.V., Pavlyuk S.D., Illyenko V.V. Vplyv vodnoho rezhymu mikrozapadyn Lisostepu na neodnorodnist' gruntovoho pokryvu ta yoho vykorystannya. 2-y Vseukrayins'kyy z"yidz ekolohiv z mizhnarodnoyu uchastyu. Zbirnyk naukovykh statey. - Vinnytsya. - 2009. - S.176-179.[ Starodubtsev V.M., Yatsenko S.V., Pavlyuk S.D., Illyenko V.V. Influence of water regime of microfluidic forest-steppe on heterogeneity of soil cover and its use. 2nd All-Ukrainian Congress of Ecologists with International Participation. Collection of scientific articles. - Vinnitsa. - 2009. - p.176-179.]

7. Starodubtsev V.M., Rozstal'nyy V.YE., Yatsenko S.V., Bordus' O.O. Vodnyy rezhym mikrozapadyn yak faktor neodnorodnosti gruntovoho pokryvu pravoberezhnoho Lisostepu. Naukovyy visnyk NUBiP Ukrayiny. №149. Seriya «Ahronomiya». - 2010. – C.108-112.[ Starodubtsev VM, Rosstalny V.E., Yatsenko SV, Bordus O.O. Water regime of microfluidicity as a factor of heterogeneity of the soil cover of right-bank Forest-steppe. Scientific Bulletin of



- Стародубцев В. М., Власенко І. С., Басараб Р. М., Комарчук Д. С. NUBiP of Ukraine. No. 149. Series "Agronomy". - 2010. - С.108-112.]
8. Starodubtsev V.M., Aniskevich L.V., Urban B.V. K otsenke prostranstvennoy neodnorodnosti pochvennogo pokrova ravninnoy lesostepi. Nauchnyye trudy SWorld. T.11, vyp.3(40). Sel'skoye khozyaystvo. - 2015.- С.4-11.[ Starodubtsev VM, Aniskevich LV, Urban BV To the estimation of the spatial heterogeneity of the soil cover of the flat forest-steppe. Scientific works SWorld. T.11, issue 3 (40). Agriculture. -2015.- С.4-11.]
9. Starodubtsev V.M., Komarchuk D.S., Bohdanets' V.A., Vlasenko I.S. Novi tekhnichni zasoby dlya doslidzhennya prostorovoy neodnorodnosti gruntovoho pokryvu. XVII mezhdunarodnaya konferentsyya «Razvytye nauky v XXI veke» (16.09.2016h.). 1 chast'. Khar'kov: NYTS «Znanye», 2016. - С.82-86.[ Starodubtsev V.M., Komarchuk DS, Bogdanets V.A., Vlasenko I.S. New technical means for studying the spatial heterogeneity of soil cover. XVII International Conference "Development of Science in the 21st Century" (16.09.2016). 1 part Kharkov: SIC "Knowledge", 2016. - С.82-86.]
10. Fridland V.M. Struktura pochvennogo pokrova. M.: Mysl', 1972. – 424 s.[ Fridland VM Structure of the soil cover. Moscow: Mysl, 1972. - 424 p.]
11. 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. - Volume J11509, 30-36.
12. 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, v.2. Иваново: Научный мир, 51-57.
13. The 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.

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ  
НЕОДНОРОДНОСТЬ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ  
ТИПИЧНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ  
НА ПОЛЯХ С  
МИКРОПОНИЖЕНИЯМИ**

**В. М. Стародубцев, И. С. Власенко,  
Р. М. Басараб, Д. С. Комарчук**

*Аннотация.* Рассмотрена пространственная неоднородность продуктивности почв равнинных территорий Правобережной Лесостепи Украины в связи с особенностями их водного режима, в первую очередь - с

*продолжительностью весеннего затопления микропонижений тальми водами. Выявлено уменьшение урожайности почв на днищах и склонах микропонижений и общие потери урожая с полей около 22-23%. Обосновано использование БПЛА (дронов), GPS-приемника и космических снимков Ландсат-8 и Сентинел-2 для исследования динамики водного режима микропонижений и состояния растительности. Предложено использование этих средств для*

Стародубцев В. М., Власенко І. С., Басараб Р. М., Комарчук Д. С.

*составления детальных почвенных карт равнин с микропонижениями.*

**Ключевые слова:**  
пространственная неоднородность, продуктивность почвы, микропонижения, водный режим

*highest yield of winter wheat was observed on light-loam typical chernozem (black soil) -51.2 c / ha, distributed on plain parts of the field. On the slopes of micro-depressions yields decreased and at the bottom of the depressions (potholes) it was only 16.5 centners per hectare. Total harvest losses from fields amounted to about 22-23%, lack of wheat yield was 38 tonnes on a research field area of 32.5 hectares. In general, in the farms with 633 hectares of wheat, the shortfall of crops was 740 tons. The use of UAVs (drones), GPS receiver and Landsat-8 and Sentinel-2 space images was substantiated to study the dynamics of typical chernozem productivity, water regime of micro-depressions and vegetation state . The use of these tools for the preparation of detailed soil maps of plains with micro-depressions (potholes) is proposed.*

**Key words:** special heterogeneity, productivity, soil, micro-depressions, water regime

**SPECIAL HETEROGENEITY IN PRODUCTIVITY OF TYPAL CHERNOZEM IN FIELDS WITH MICRODEPRESSIONS (“POTHOLES”)**

**V. M. Starodubtsev,**

**I. S. Vlasenko, R. M. Basarab,**

**D. S. Komarchuk**

*Abstract. The spatial heterogeneity of soil productivity in the plain areas of the Right Bank Forest-steppe of Ukraine is considered in connection with the peculiarities of their water regime, first of all, with the duration of spring flooding of micro-depressions (or potholes) with melt water. The decrease of soil yields on the bottoms and slopes of micro-depressions was revealed. The*