

## ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ

*Уткин Алексей Анатольевич, к.с.-х.н, доцент, заведующий кафедрой агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.К. Беляева, E-mail: aleut@inbox.ru*

**Аннотация:** В работе представлены результаты многолетнего агрохимического исследования пахотного горизонта реперных участков серых лесных почв Владимирской области, которое проводили с целью установления уровня плодородия по основным агрохимическим показателям. Произведена оценка плодородия изучаемых почв по расчету почвенно-экологического индекса.

**Ключевые слова:** серая лесная почва, агрохимические свойства, плодородие, реперные участки, Владимирское Ополье, почвенно-экологический индекс.

**Введение.** В настоящее время в России в результате снижения культуры ведения земледелия и резкого сокращения объемов применения минеральных и органических удобрений, наблюдается существенное падение уровня плодородия обрабатываемых почв, выражающееся в ухудшении основных агрохимических показателей и, как следствие, в снижении урожайности культурных растений и качества растительной продукции [3, 5].

Агрохимическое обследование почв обеспечивает землепользователя необходимой информацией по содержанию подвижных форм питательных элементов, гумуса, реакции почвенной среды, обеспеченности почвы обменными формами оснований и т.д.

В последние десятилетия в Нечерноземной зоне и, в частности, во Владимирской области отмечается значительная потеря почвами своего плодородия, загрязнение различными экотоксикантами и постепенный переход в разряд малоплодородных земель, что создает угрозу вывода их из сельскохозяйственного оборота [2, 4].

Высокоэффективное ведение сельского хозяйства возможно только при соблюдении правильного подхода к проблемам, связанным с использованием, восстановлением и сохранением почвенного плодородия. Установлено, что для обеспечения высоких урожаев культур необходимо регулярно наблюдать за показателями связанными с плодородием почв [1, 5].

Современная изменчивость параметров плодородия серых лесных почв Владимирского Ополья, в научной литературе освещена недостаточно и требует дополнительного изучения, что повышает ценность и актуальность проведенного исследования.

**Цель** – оценить существующий уровень эффективного плодородия серых лесных почв по основным агрохимическим показателям.

**Материалы и методы.** Объектом нашего исследования являлись серые лесные почвы Владимирского Ополя, доля которых в сельскохозяйственном фонде почв области составляет 33%.

Агрохимическое обследование почв проводилось в 1993 и 2019 годах, в соответствии с ежегодным комплексным мониторингом плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения на 12 реперных участках, путем отбора образцов почв из пахотного горизонта (0-20 см) для анализов.

Общая площадь обследованных серых лесных почв реперных участков составила – 480 га. Крутизна склонов участков не превышала 5° при средней величине в 1,2°. Реперные участки располагались, в основном, на пахотных землях и кормовых естественных угодьях, преобладающая растительность участков – культурные растения, в редких случаях – злаковое разнотравье. Величины гидротермического коэффициента Г. Т. Селянинова за вегетационный период в 1993 и 2019 годах проведения обследований составляли 1,31 и 1,39, соответственно, что отвечает достаточному увлажнению территории.

Почвенно-экологический индекс определяли по методике, разработанной в Почвенном институте им. В. В. Докучаева:

$$\text{ПЭИ} = 12,5 \times (2 - V) \times \Pi \times \text{Дс} \times \sum t > 10^\circ \times (\text{КУ} - \text{Р}) \times \text{А/Кк} + 100,$$

где  $V$  – плотность сложения почвы (средняя для метрового слоя), г/см<sup>3</sup>; 2 – максимально возможная плотность сложения почв при их предельном уплотнении, г/см<sup>3</sup>;  $\Pi$  – коэффициент, учитывающий объем почвы в метровом слое различного гранулометрического состава;  $\text{Дс}$  – дополнительно учитываемые свойства почв;  $\sum t > 10^\circ\text{C}$  – сумма среднесуточных температур, превышающих 10°C;  $\text{КУ}$  – коэффициент увлажнения ( $\text{Р}$  – поправка к этому коэффициенту);  $\text{Кк}$  – коэффициент континентальности;  $\text{А}$  – итоговый агрохимический показатель.

Физико-химические анализы почв были выполнены согласно принятым в агрохимической практике методикам: обменная кислотность ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ): ГОСТ Р 58594–2019; гидролитическая кислотность ( $\text{H}_\text{г}$ ): ГОСТ 26212–91; подвижные фосфор ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) и калий ( $\text{K}_2\text{O}$ ): ГОСТ Р 54650–2011 (по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО); обменные основания кальция и магния ( $\text{Ca}$  и  $\text{Mg}$ ): ГОСТ 26487–85; органическое вещество (по методу Тюрина в модификации ЦИНАО): ГОСТ 26213–91; сумма поглощенных оснований ( $\text{S}$ ) (по методу Каппена): ГОСТ 27821–88; фракции физической глины и ила (по методу Качинского).

Емкость катионного обмена и степень насыщенности почвы основаниями определяли расчетным способом.

Отдельные результаты исследования почв подвергались математической обработке и корреляционному анализу с расчетом коэффициента линейной корреляции с использованием статистической программы MS Excel 2010.

**Результаты и их обсуждение.** В среднем, кислотность серых лесных почв соответствовала слабокислой реакции среды (табл.).

Таблица. Агрохимические свойства серых лесных почв (2019 г.)

| № р. уч.*                    | Район           | Фракция, %    |               | C <sub>орг</sub> , % | Подвижные формы               |                     | pH <sub>KCl</sub> | Н <sub>г</sub> | Са           | Mg          | S            | ЕКО            | V, %          | ПЭИ           |
|------------------------------|-----------------|---------------|---------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|----------------|--------------|-------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
|                              |                 | <0.001        | <0.01         |                      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O    |                   |                |              |             |              |                |               |               |
|                              |                 | мг/кг почвы   |               |                      |                               | смоль(экв)/кг почвы |                   |                |              |             |              |                |               |               |
| 2                            | Собинский       | 19,7          | 37,2          | 2,0                  | 243                           | 176                 | 5,3               | 2,68           | 6,9          | 1,4         | 8,8          | 11,48          | 76,7          | 45,4          |
| 3                            | Юрьев-Польский  | 18,6          | 34,9          | 2,9                  | 125                           | 123                 | 5,4               | 2,08           | 12,5         | 3,3         | 19,6         | 21,68          | 90,4          | 57,5          |
| 4                            | Юрьев-Польский  | 20,1          | 38,2          | 3,4                  | 241                           | 138                 | 5,6               | 2,80           | 15,8         | 2,7         | 21,0         | 23,80          | 88,2          | 65,2          |
| 5                            | Суздальский     | 17,9          | 35,6          | 3,2                  | 432                           | 428                 | 5,7               | 2,07           | 11,3         | 3,4         | 20,0         | 22,07          | 90,6          | 76,0          |
| 12                           | Гороховецкий    | 13,4          | 28,6          | 2,6                  | 239                           | 181                 | 5,6               | 2,41           | 7,6          | 2,3         | 11,8         | 14,21          | 83,0          | 60,2          |
| 16                           | Александровский | 27,7          | 44,8          | 2,4                  | 118                           | 203                 | 5,2               | 3,05           | 9,6          | 2,6         | 14,9         | 17,95          | 83,0          | 54,6          |
| 19                           | Кольчугинский   | 20,1          | 38,1          | 3,6                  | 302                           | 244                 | 5,9               | 2,02           | 10,3         | 1,8         | 13,9         | 15,92          | 87,3          | 75,5          |
| 29                           | Суздальский     | 18,4          | 32,9          | 3,3                  | 119                           | 142                 | 5,0               | 2,31           | 15,4         | 3,7         | 23,6         | 25,91          | 91,1          | 47,3          |
| 30                           | Суздальский     | 18,1          | 33,7          | 3,6                  | 196                           | 192                 | 5,6               | 2,46           | 13,1         | 3,2         | 19,6         | 22,06          | 88,8          | 62,2          |
| 31                           | Муромский       | 13,0          | 28,1          | 1,7                  | 103                           | 69                  | 5,5               | 1,70           | 4,6          | 1,4         | 6,9          | 8,60           | 80,2          | 51,7          |
| 32                           | Муромский       | 28,6          | 45,1          | н/о**                | н/о                           | н/о                 | н/о               | н/о            | н/о          | н/о         | н/о          | н/о            | н/о           | 41,5          |
| 34                           | Суздальский     | 20,2          | 37,0          | 3,2                  | 235                           | 91                  | 5,5               | 2,07           | 13,4         | 2,4         | 24,9         | 26,97          | 92,3          | 72,3          |
| М (среднее арифметическое)   |                 | 19,7          | 36,2          | 2,9                  | 214                           | 181                 | 5,5               | 2,33           | 11,0         | 2,6         | 16,8         | 19,13          | 87,8          | 59,1          |
| Коэффициент вариации, %      |                 | н/о           | н/о           | 22,2                 | 46,0                          | 53,4                | 4,5               | 17,0           | 32,5         | 31,1        | 36,0         | н/о            | н/о           | 19,7          |
| Медиана                      |                 | н/о           | н/о           | 3,2                  | 235                           | 176                 | 5,5               | 2,3            | 11,3         | 2,6         | 19,6         | н/о            | н/о           | 58,8          |
| m (ошибка средн. арифмет.)   |                 | н/о           | н/о           | ±0,2                 | ±29,6                         | ±29,0               | ±0,1              | ±0,1           | ±1,1         | ±0,2        | ±1,8         | н/о            | н/о           | 3,4           |
| Lim (пределы значений)       |                 | 13,0–<br>28,6 | 28,1–<br>45,1 | 1,7–<br>3,6          | 103–<br>432                   | 69–<br>428          | 5,0–<br>5,9       | 1,70–<br>3,05  | 4,6–<br>15,8 | 1,4–<br>3,7 | 6,9–<br>24,9 | 8,60–<br>26,97 | 76,7–<br>92,3 | 41,5–<br>76,0 |
| М (среднее арифм.) (1993 г.) |                 | н/о           | н/о           | 2,7                  | 277                           | 204                 | 5,8               | 1,71           | 6,7          | 2,9         | 14,1         | 15,81          | 89,2          | 65,2          |

Примечание: р. уч.\* – реперный участок; н/о\*\* – не определяли.

Следует отметить, что в 1993 году было проведено первое подобное обследование серых лесных почв всех реперных участков. За 26 лет обменная кислотность серой лесной почвы увеличилась на 0,3 единицы (табл.), т.е. произошло подкисление. Возможно, это явилось результатом снижения объемов известкования исследуемых почв за прошедшие годы.

Известно, что природа проявления обменной кислотности тесно связана с выражением гидролитической кислотности. Частичное подтверждение этому было отмечено в нашем исследовании в 2019 году, когда прослеживалась умеренная корреляционная взаимосвязь:  $r(H_r/pH_{KCl}) = -0,36$ , при  $P = 0,95$ .

Значения гидролитической кислотности серых лесных почв соответствовали преимущественно низкой степени кислотности.

Среднее значение  $H_r$  за последние 26 лет по реперным участкам увеличилось на 0,62 смоль(экв)/кг почвы, что составило 36,25% от исходного уровня (табл.). Средняя обеспеченность изучаемых почв органическим веществом в 1993 и 2019 годах согласно градации соответствовала низкому содержанию. Среднее содержание органического вещества в серой лесной почве с 1993 года несущественно увеличилось на 0,2% (табл.). Подвижные  $P_2O_5$  и  $K_2O$  являются одними из основных элементов питания растений, этим определяется важность изучения форм их соединений в почвах. Обеспеченность серых лесных почв подвижным  $P_2O_5$  варьировала от повышенной до очень высокой степени. Присутствие подвижных форм  $K_2O$  в почвах колебалось от низкого до очень высокого содержания. В целом, за 26 летний период наблюдений зарегистрировано выраженное снижение содержания подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  по реперным участкам. Наибольшее относительное снижение к уровню 1993 года отмечено для фосфора – 22,75%, наименьшее – для калия – 11,28%. Обеспеченность обменным Са на серой лесной почве проявлялась от низкой до высокой, обменным Mg – от средней до высокой. Среднее содержание обменного Са с 1993 года заметно возросло – на 64,18%, среднее содержание обменного Mg снизилось – на 10,35%. Общее присутствие обменных Са и Mg в серой лесной почве за весь период наблюдений заметно увеличилось с 9,6 до 13,6 смоль(экв)/кг. Средняя доля присутствия обменных Са и Mg, в общем составе поглощенных катионов составляла – 82,2% (lim = 63,5-94,3%), что говорит о важной роли данных элементов в процессах генезиса и химизма исследуемых почв. Серые лесные почвы за весь период наблюдений имели среднюю и повышенную степени обеспеченности поглощенными основаниями. Средняя обеспеченность почв поглощенными основаниями (параметр S) увеличилась на 19,1% к уровню 1993 года. Серые лесные почвы за весь период обследования по средней величине степени насыщенности основаниями относятся к почвам повышенной степени насыщенности. Согласно градации распределения глинистых частиц в гранулометрическом составе серые лесные почвы в среднем по всем реперным участкам имели преимущественно среднесуглинистый состав. Расчет ПЭИ, как комплекса показателей позволяет объективно оценить состояние почвы по агрохимическим и физико-химическим свойствам, а также учесть такие

факторы почвообразования как климатические условия и рельеф местности, выявлять негативные процессы, которые приводят к деградации и снижению плодородия. Установлено, что с 1993 по 2019 год потеря своего плодородия серыми лесными почвами составила 6,1 балла или 9,4% (табл.).

К наиболее вероятным причинам снижения значений ПЭИ можно отнести уменьшение обеспеченности почв подвижными формами  $P_2O_5$  и  $K_2O$ , увеличение кислотности почв, что явилось причиной уменьшения объемов применения известкования и удобрений, содержащих фосфор и калий.

**Заключение.** За 26-летний период мониторинга на реперных участках серых лесных почв Владимирского Ополя отмечалось отчетливое снижение средней обеспеченности подвижными формами  $K_2O$  и, особенно,  $P_2O_5$ , а также обменным Mg на фоне незначительного увеличения содержания  $C_{орг}$ , обменного Ca, величин S и ЕКО. Установлено заметное увеличение средних значений обменной и гидролитической кислотностей почв.

Оценка серых лесных почв области с 1993 по 2019 год по системе ПЭИ, выявила устойчивую тенденцию к его снижению на 6,1 балла или на 9,4%.

### **Библиографический список**

1. Кирюшин, В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия [Текст] / В.И. Кирюшин // Почвоведение. - 2019. - №9. - С. 1130-1139.

2. Уткин, А.А. Тяжелые металлы (цинк, свинец и кадмий) в системе: торфяная низинная почва - растение: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04, 03.00.16 / Уткин Алексей Анатольевич. - СПб-Пушкин: СПбГАУ, 2004. - 18 с.

3. Уткин, А.А. Химия минеральных удобрений : учебное пособие / А.А. Уткин. - Иваново: ФГБОУ ВО ИГСХА. 2021. - 91 с. - ISBN 978-98482-091-2.

4. Уткин, А.А. Оценка уровня плодородия и агроэкологического состояния выработанных торфяных почв Владимирской области [Текст] / А.А. Уткин, С.Н. Лукьянов // Агрехимия. - 2021. - №9. - С. 3-12.

5. Шафран, С.А. Динамика плодородия почв Нечерноземной зоны [Текст] / С.А. Шафран // Агрехимия. - 2016. - №8. - С. 3-10.

### ***ASSESSMENT OF THE FERTILITY OF GRAY FOREST SOILS OF THE VLADIMIR OPOLE***

***Utkin A.A., candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of agrochemistry and ecology***

*Ivanovo State Agricultural Academy*

***Abstract:*** The paper presents the results of a long-term agrochemical study of the arable horizon of reference areas of gray forest soils of the Vladimir region, which was carried out in order to establish the level of fertility according to the main agrochemical indicators. The fertility of the studied soils is estimated by calculating the soil-ecological index.

***Key words:*** gray forest soil, agrochemical properties, fertility, reference sites, Vladimir Opole, soil and ecological index.