

УДК 631.4

Александрова А.Б., Маланин, В.В., Марасов А.А.

**ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ АГРОЭКОСИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ
АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Казань, Даурская 28, 420087

Alexandrova A.B., Malanin V.V., Marasov A.A.

**SOIL FEATURES OF AGROECOSYSTEMS IN ADAPTIVE-LANDSCAPE
FARMING**

Institute of Ecology and Mineral Sciences of Tatarstan

Kazan, Daurskaya 28, 420087

Аннотация. В статье приводится характеристика физико-химических свойств почв в условиях ландшафтно-адаптивной системы земледелия. Выявлены статистически значимые различия физико-химических свойств почв по типам биоценозов. Многомерный анализ показал, что наибольший вклад в дискриминацию вносят содержание ила, содержание физического песка, азот общий, фосфор валовый, гидролитическая кислотность почв.

Ключевые слова: адаптивно-ландшафтное земледелие, серые лесные почвы.

Abstract. The article presents the characteristics of the physico-chemical properties of soils in conditions of landscape-adaptive farming systems. There were statistically significant differences in physico-chemical properties in different types of biocenosis. Multivariate analysis showed that the greatest contribution to discrimination had the silt content, the physical content of sand, total content of nitrogen, total content of phosphorus, hydrolytic acidity of soil.

Key words: adaptive-landscape farming, gray forest soils.

Введение. Актуальной проблемой ресурсо- и энергосбережения, сохранения биоразнообразия как в России, так и за рубежом является внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия, базирующихся на использовании неисчерпаемых и воспроизводимых природой естественных ресурсов [1, 11, 15, 16]. Эта проблема актуальна и для Республики Татарстан (РТ). Понимание процессов формирования устойчивых агроэкосистем, специфики изменчивости агроландшафтных комплексов и их динамики в ходе антропогенной трансформации невозможно без рассмотрения свойств почв. В связи с этим, целью нашей работы было изучение особенностей почв агроэкосистемы в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия.

Объекты и методы исследования. Объектами изучения были серые лесные почвы заказника «Чулпан» Высокогорского района РТ (55°59'–56°05' с.ш., 48°55'–49°08' в.д). Заказник представляет собой пример защиты почв от эрозии и противозерозионной организации территории, благодаря внедрению на его территории в 1969 году адаптивно-ландшафтной системы земледелия [13]. До внедрения контурно-мелиоративного земледелия в почвенном покрове территории преобладали смытые серые лесные почвы. В геоморфологическом плане территория заказника представлена склоновыми формами рельефа [10].

Образцы почв отбирали на глубину гумусового горизонта в шести биоценозах: на пашне, поле с многолетними травами, березовой, лиственничной, сосновой лесополосах, кострцово-разнотравном лугу и широколиственном лесу. В 77 почвенных образцах определяли гранулометрический состав (ГМС) по ГОСТ 12536-79 [3], рН водной вытяжки по ГОСТ 26423-85 [7], содержание гумуса по ГОСТ 26213-91 [9], азот общий по ГОСТ 26107-84 [5], фосфор валовый по ГОСТ 26261-84 [6], сумма обменных оснований ($\Sigma \text{Ca}+\text{Mg}$) по ГОСТ 27821-88 [8], емкость катионного обмена (ЕКО) по ГОСТ 17.4.4.01-84 [4]. Математическую обработку данных проводили с помощью программ Microsoft Excel 2007 и Statistica 8.0 [14].

Результаты и их обсуждение. Изучение почв заказника «Чулпан», развивающихся под разными биоценозами в условиях склонового рельефа выявило различие их физических и физико-химических свойств (табл.).

Таблица

Описательная статистика физических и физико-химических свойств почв заказника «Чулпан» под различными биоценозами (M – среднее, m – ошибка среднего, min – минимум, max – максимум, CV, % – коэффициент вариации, n – количество образцов).

Статистические показатели	Биоценозы (1 – пашня, 2 – многолетние травы, 3 – луг, 4 – лесополосы хвойные, 5 – лесополосы лиственные; 6 – лес широколиственный)					
	1 (n = 15)	2 (n = 16)	3 (n = 5)	4 (n = 10)	5 (n = 20)	6 (n = 11)
Содержание частиц < 0.01 мм, %						
<u>M ± m</u>	<u>47.9±2.4</u>	<u>55.5±1.8</u>	<u>34.4±0.2</u>	<u>33.3±3.8</u>	<u>41.8±2.7</u>	<u>40.8±1.3</u>
min–max	36.7–59.6	47.2–65.6	33.9–34.9	21.4–45.4	26.0–57.2	36.6–49.1
CV, %	19.8	13.2	1.3	36.0	28.7	10.6
Содержание фракции размером < 0.001 мм, %						
<u>M ± m</u>	<u>25.3±2.1</u>	<u>35.9±1.6</u>	<u>19.6±0.3</u>	<u>18.6±2.9</u>	<u>21.6±2.0</u>	<u>18.7±0.8</u>
min–max	16.2–36.4	28.7–49.4	19.1–20.9	9.3–28.1	8.7–30.8	16.4–25.0
CV, %	32.7	17.8	3.8	49.8	40.8	14.3
pH водный						
<u>M ± m</u>	<u>6.8±0.1</u>	<u>6.5±0.1</u>	<u>6.2±0.2</u>	<u>5.7±0.1</u>	<u>5.7±0.1</u>	<u>5.5±0.1</u>
min–max	6.1–7.6	6.0–7.7	5.7–6.6	5.4–6.0	5.3–6.2	5.0–6.2
CV, %	6.3	6.3	6.2	3.8	5.1	6.6
Hr, мг·экв/100г						
<u>M ± m</u>	<u>1.1±0.2</u>	<u>3.2±0.3</u>	<u>3.0±0.3</u>	<u>4.5±0.3</u>	<u>4.5±0.3</u>	<u>5.8±0.6</u>
min–max	0.3–2.5	0.3–4.5	2.1–3.7	3.7–5.7	2.8–7.1	3.0–8.5
CV, %	62.1	33.6	23.0	18.1	24.7	34.1
Гумус, %						
<u>M ± m</u>	<u>2.2±0.2</u>	<u>2.0±0.1</u>	<u>1.3±0.1</u>	<u>1.9±0.2</u>	<u>2.4±0.2</u>	<u>2.2±0.3</u>
min–max	1.2–2.9	1.2–3.2	1.1–1.6	0.3–2.4	0.2–4.1	0.3–3.1
CV, %	26.4	24.9	15.1	31.8	47.2	45.0
N, %						
<u>M ± m</u>	<u>0.13±0.01</u>	<u>0.13±0.0</u>	<u>0.16±0.01</u>	<u>0.08±0.01</u>	<u>0.11±0.01</u>	<u>0.11±0.01</u>
min–max	0.09–0.26	0.06–0.14	0.15–0.17	0.07–0.09	0.05–0.19	0.09–0.13
CV, %	33.1	26.8	3.2	13.4	48.6	12.0
P2O5, %						
<u>M ± m</u>	<u>0.09±0.01</u>	<u>0.08±0.01</u>	<u>0.04±0.00</u>	<u>0.08±0.01</u>	<u>0.08±0.01</u>	<u>0.07±0.01</u>
min–max	0.06–0.11	0.07–0.09	0.03–0.04	0.07–0.09	0.06–0.10	0.05–0.09
CV, %	20.3	7.2	15.9	9.1	13.9	22.8
Σ Ca+Mg, мг·экв/100г						
<u>M ± m</u>	<u>27.3±2.3</u>	<u>28.8±1.9</u>	<u>18.2±0.2</u>	<u>19.6±1.0</u>	<u>19.8±1.7</u>	<u>21.1±1.8</u>
min–max	16.8–40.7	20.6–42.7	17.3–18.7	16.2–24.6	9.0–30.8	14.8–28.2
CV, %	33.2	25.9	3.0	15.8	38.2	28.7

ЕКО, мг·экв/100г						
$\underline{M \pm m}$	$\underline{28.5 \pm 2.3}$	$\underline{32.0 \pm 1.7}$	$\underline{21.1 \pm 0.2}$	$\underline{24.2 \pm 0.8}$	$\underline{24.2 \pm 1.7}$	$\underline{26.8 \pm 2.4}$
min-max	18.6–41.5	24.2–43.0	20.5–21.7	20.5–28.7	12.2–36.0	17.8–35.7
CV, %	30.9	20.7	2.1	10.6	31.2	29.6

Почвы пашни, лиственных лесополос, широколиственного леса характеризуются как тяжелосуглинистые, под многолетними травами – легкоглинистые, лугом и хвойными лесополосами – среднесуглинистые. Отмечены широкие пределы варьирования (min-max) содержания физической глины (< 0.01 мм) в почвах исследуемых биогеоценозов, обусловленные проявлением процессов водной эрозии различной интенсивности на склоновых формах рельефа. Сравнение содержания физической глины (< 0.01 мм) в почвах пашни выявило статистически значимое отличие от таковой почв под многолетними травами, лугом, хвойными лесополосами ($p < 0.05$). Несмотря на то, что в настоящее время смыв почв в заказнике снижен до безопасных величин [12], на пашне в условиях склонового рельефа естественные процессы эрозии продолжают. Почвы пашни содержат больше илистой фракции (< 0.001 мм) по сравнению с почвами широколиственного леса и лиственных лесополос ($p < 0.05$), что связано с проявлением смыва верхнего горизонта и включением в процессы почвообразования нижележащих, более тяжелых по ГМС горизонтов. Высокое содержание физической глины (55.5%) и ила (35.9%) в почве под многолетними травами наглядно демонстрирует их противозерозионную роль как механического барьера, задерживающего перемещающиеся с потоком воды тонкодисперсные частицы с пашни. Содержание физической глины в почвах, развивающихся под хвойными и широколиственными лесополосами, лугом и широколиственным лесом попадает в диапазон, характерный для представителей неэродированных агросерых лесных почв РТ [2].

Исследование физико-химических свойств почв показало, что рН водной вытяжки почв, формирующихся под широколиственным лесом, хвойными и лиственными лесополосами, слабокислый, а почв пашни, под многолетними травами и лугом – близкий к нейтральному (табл.). Применение на пашне

наиболее распространенного мелиоративного приема (известкования) приводит к уменьшению значений водородного показателя и сдвигу реакции среды почв в сторону нейтральной или слабощелочной. Значения рН водной вытяжки и гидролитической кислотности (Нr) почв, развивающихся под хвойными и лиственными лесополосами близки с таковыми широколиственного леса, что приближает их к естественным серым лесным почвам [2]. Среднее содержание гумуса (2.2%) в исследуемых биогеоценозах находится в пределах значений, характерных для пахотных серых лесных почв. Содержание валовых форм азота и фосфора характеризует потенциальное плодородие почв. Отмечается высокое содержание валового азота и пониженное – валового фосфора.

Проведенный дискриминантный анализ позволил выявить статистически значимые различия (Wilks' Lambda: 0.00857, approx. $F(45.284)=12.019$, $p < 0.0000$) физико-химических свойств почв по типам биоценозов (рис.).

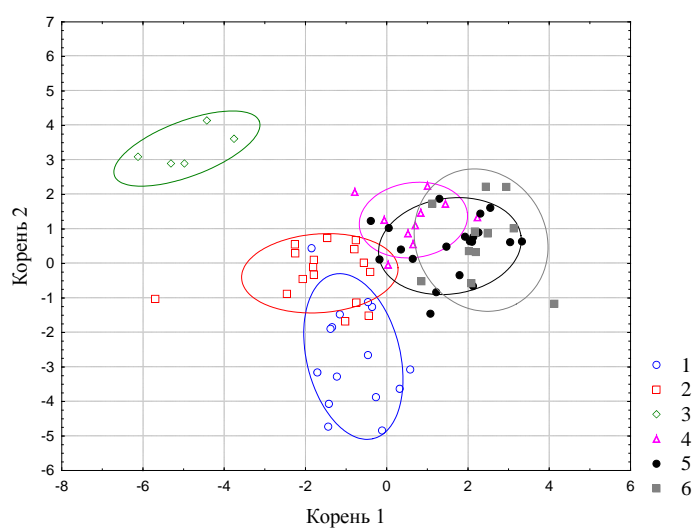


Рис. Ординация физико-химических свойств почв в разных типах биоценозов (1 – пашня, 2 – многолетние травы, 3 – луг, 4 – лесополосы хвойные, 5 – лесополосы лиственные, 6 – лес широколиственный) в плоскости двух дискриминантных осей.

Наибольший вклад в дискриминацию вносят: содержание ила (фракции размером < 0.001 мм), содержание физического песка (содержание частиц < 0.01 мм), азот общий, фосфор валовый и гидролитическая кислотность почв. Расстояние квадрата Махаланобиса (MD^2) в плоскости канонических

дискриминантных функций (КДФ) максимально ($MD^2=64.1$, $p=0.00000$) между свойствами почв луга и широколиственным лесом, минимально ($MD^2=5.3$, $p=0.00000$) – между лиственными лесополосами и широколиственным лесом.

Заключение. Установлено, что в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия физико-химические свойства почв близки к таковым незероированных агросерых лесных почв. Актуальная кислотность почв, формирующихся под широколиственным лесом, хвойными и лиственными лесополосами слабокислая, а почв пашни, под многолетними травами и лугом – близкая к нейтральной. Содержание гумуса в исследуемых биогеоценозах находится в пределах значений, характерных для пахотных серых лесных почв.

Дискриминантный анализ выявил статистически значимые различия физических и физико-химических свойств по типам биоценозов. Наибольший вклад в дискриминацию вносят: содержание ила, содержание физического песка, азот общий, фосфор валовый, гидролитическая кислотность. Свойства почв максимально различаются на лугу и широколиственном лесу, минимально – в лиственных лесополосах и широколиственном лесу.

Внедрение комплекса лесо-, луго- и гидромелиоративных мероприятий в пределах агроэкосистемы способствует формированию разнообразных лесных и луговых ассоциаций, что обуславливает улучшение свойств почв в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия.

Литература:

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Под ред В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. Методическое руководство. М.: ФГНУ Росинформагротех. 2005. 784 с.
2. Валеева А.А., Александрова А.Б., Копосов Г.Ф. Серые лесные почвы Республики Татарстан // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2011. Т. 153, кн. 2. С. 239-249.

3. ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
4. ГОСТ 17.4.4.01-84. Охрана природы. Почвы. Методы определения емкости катионного обмена
5. ГОСТ 26107-84. Почвы. Методы определения общего азота.
6. ГОСТ 26261-84. Почвы. Методы определения валового фосфора и валового калия.
7. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.
8. ГОСТ 27821-88. Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена.
9. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества.
10. Государственный реестр ООПТ в РТ. Издание второе. Казань: Идел-Пресс, 2007. 408 с.
11. Казаков Г.И., Милюткин В.А. Системы земледелия и агротехнологии возделывания полевых культур в Среднем Поволжье. Самара: РИЦ СГСХА. 2010. 261 с.
12. Капеев В.А. Оценка длительного влияния адаптивной системы земледелия на агрохимические параметры плодородия дерново-сильнопodzolistых почв и урожайность сельскохозяйственных культур в Среднем Предуралье. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Ижевск, 2009. 24 с.
13. Пухачев А.П. Модель агроландшафтной системы земледелия для зоны Среднего Поволжья // Нива Татарстана. 2010. №1-2. С. 31.
14. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. Учебник. М.: ООО Бином-Пресс, 2008. 512 с.
15. Altieri M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems // Agriculture, Ecosystems and Environment. 1999. No 74. P.19–31.
16. Burela F., Butet A., Delettre Y., Pena M. Differential response of selected taxa to landscape context and agricultural intensification // Landscape and Urban Planning. 2004. V. 67. Is.1-4. P. 195- 204.

Статья отправлена 8.12.2014

© Александрова А.Б., Маланин В.В., Марасов А.А.