

ВЗАИМОСВЯЗИ ПОЧВ С КОМПОНЕНТАМИ ЛАНДШАФТА В ПОДГОРНО-ПРИМОРСКИХ РАВНИНАХ ДАГЕСТАНА С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЙ ВО ВРЕМЕНИ И В ПРОСТРАНСТВЕ

М.Е. Котенко, Дагестанский ГТУ

Почвенный покров подгорно-приморских равнин Западного Прикаспия закономерно изменяется во времени и в пространстве с учетом мезорельефа (превышения до 200 м), микрорельефа и уровня грунтовых вод. Установлена пространственная смена типов засоления от сульфатного в подгорных равнинах до смешанного (сульфатно-хлоридного и хлоридно-сульфатного) в центральной равнине и хлоридного в приморской равнине. Показано существенное изменение характера и степени засоления в сезонной динамике и в зависимости от микрорельефа поверхности, что определяет особенности сельскохозяйственного использования почв (под пашню, выпас, сенокос). Установлено, что увеличение дисгрессии каштановых почв приводит к росту фульватности гумуса, доли подвижных форм тяжелых металлов, засолению и уплотнению почв, изменению состава ассоциаций и биопродуктивности, уменьшению «здоровья» микробных сообществ. Предлагается учитывать данные изменения и закономерности варьирования свойств почв в пространстве, по профилю, в сезонной динамике при оценке бонитета почв.

Ключевые слова: вертикальная зональность, структура почвенного покрова, засоление, дисгрессия, плодородие почв, ландшафт.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.09

Антропогенное опустынивание подгорно-приморских равнин Западного Прикаспия представляет большую социальную и экономическую проблему. Повышение плодородия почв этого региона, разработка наиболее рациональных путей их хозяйственного использования имеют, несомненно, научное и практическое значение. В литературе хорошо освещены вопросы вертикальной зональности почв (изменение свойств почв при превышении высот более 500 м), изменения почв в катене в соответствии с микрорельефом поверхности. Однако изменения протекания почвообразовательных процессов при превышении высот от 20 до 500 м изучены слабо. Это определило задачи проведенных исследований.

Объектом исследования выбраны темно-каштановые, каштановые, светло-каштановые почвы предгорных равнин Дагестана разной степени засоления, развитые на высоте 20-500 м над уровнем моря на различных элементах микрорельефа [1, 3, 11].

Методика. Состояла в определении агрохимических и физико-химических свойств почв традиционными методами, в оценке минералогического состава почв, группового и фракционного состава гумуса, функционального разнообразия микробных сообществ в почвах предгорной, центральной и приморской частях, при развитии дисгрессии [1, 4-6, 8, 11].

На основании полученных данных и с использованием цветовой гаммы почв и космических снимков рассмотрены теоретические закономерности изменения свойств почв и процессов, происходящих в них во времени и в пространстве [2, 7, 9, 10].

Экспериментальная часть. 1. Проведенные теоретические исследования свойств 180 разрезов подгорной, центральной и приморской равнин Дагестана показали, что смена почв, их свойств с высотой местности от 20 до 500 м над уровнем моря (ниже шкалы вертикальной зональности) определяется закономерным изменением смены пород, растительности, степени увлажнения и температуры и подчиняется общим закономерностям ландшафтоведения. Идентифицированы особенности почвенно-растительного покрова приморской, цен-

тральной и предгорной равнин Дагестана с высотой от –2 до +200 м.

Для предгорно-приморских равнин Дагестана показано проявление закона азональной геолого-геоморфологической высотно-генетической ярусности ландшафтов. Установлены особенности проявления закона взаимодействия и взаимосвязи природных компонентов ландшафта.

2. Подтверждена локальность протекания почвообразовательных процессов во времени и в пространстве (весна, лето, осень; по микро-, мезо- и макрорельефу). Установлены математические связи закономерностей формирования свойств почв в подгорных равнинах Дагестана в зависимости от микрорельефа.

По полученным данным, солевой состав водной вытяжки из почв различается для микроповышений и микропонижений и зависит от уровня засоленных или пресных грунтовых вод. Так, в лугово-каштановых почвах при близком залегании пресных вод на микроповышениях содержание Ca, Mg, Na в A₁ (мг-экв/100 г почвы) составляло, соответственно, 16,7; 0,7; 0,4, содержание гумуса – 3,2%. В микропонижениях содержание Ca, Mg, Na – 19,2; 2,0 и 1,1, а гумуса – 1,1%.

При близком залегании соленых вод в солончаковой почве в A₁ на микроповышениях содержание Ca, Mg, Na составляло, соответственно, 16,0; 0,9 и 0,4 мг-экв/100 г почвы, гумуса – 4,4%, в микропонижениях 17,2; 1,2; и 0,4 мг-экв/100 г почвы, гумуса – 2,8%.

3. Установлены закономерности изменения соотношения накопления отдельных солей в почвенном профиле в сезонной динамике, обусловленного сменой факторов почвообразования с высотой местности. Показано, что состав водной вытяжки из почв закономерно изменяется от влажности и температуры почв в естественных условиях и от микрорельефа.

На основании полученных данных можно заключить, что концентрация и соотношение солей в водной вытяжке не соответствуют реальным условиям. При изменении влажности и температуры, рСО₂, pH, Eh концентрация солей в почвенных растворах и их соотношение будут меняться. Необходимы определение депонирующей способности почв по отношению к солям (солеот-

дача), скорости их перехода в раствор, прогноз эффективной растворимости осадков.

Анализ литературных и полученных данных показывает, что критические значения степени засоления и состава солей должны различаться для разных почв и климатических условий, отдельных видов растений и могут быть изменены при повышении плодородия почв (водно-физических свойств, питательного режима, содержания гумуса).

Установлено, что смена увлажнения иссушением приводит к другому эффекту изменения почв по сравнению со сменой иссушения увлажнением.

4. Проведенные исследования показали целесообразность оценки витальности микробных сообществ для оценки плодородия и генезиса почв. Здоровье микробных сообществ определяется метаболической работой W и числом потребляемых субстратов (N). Для лугово-каштановой почвы, по полученным данным, $W = 1160$; $N = 23$, для солончака $W = 550$; $N = 5$.

Впервые показано, что этот показатель растет с повышением pH до 7,7, Na до 0,8 ммоль/100 г почв; Cl до 0,4 ммоль/100 г почв; плотного остатка до 0,12%. Установлены градации «здоровья» (G) микробных сообществ для почв изучаемого региона. Показано, что в солончаках этот показатель намного ниже. Установлена математическая зависимость этого показателя от плотного остатка, содержания Na, pH, содержания гумуса ($G = 77 \cdot G\% - 151$; $R^2 = 0,85$, $G = 170 \cdot pH - 1100$; $R^2 = 0,78$). Очевидно, что предельно допустимые уровни этих показателей для одних почв, микробов и растений не будут оптимальными для других почвенных условий, что часто не учитывается.

5. Почвы подгорной равнины используются в основном как пастбища. В проведенных исследованиях установлены закономерности изменения свойств почв, их биопродуктивности от степени развития дигрессии почв. При увеличении пастбищной нагрузки происходили потеря иллитовой фракции, снижение содержания иллита и повышение доли каолинита и хлорита от $22,57 \pm 0,5$ до $26,5 \pm 0,5$. Отмечено уменьшение накопления органического вещества, увеличение доли 1а фракции гумусовых кислот с $2,7 \pm 0,1$ до $3,8 \pm 0,1$ и 1а фракции фульвокислот с $0,8 \pm 0,01$ до $1,5 \pm 0,1$. На третий год выпаса овец в почвах наблюдалось увеличение доли фульвокислот.

Доказано, что процесс дигрессии обратим. Установлены критические уровни ее развития для светло-каштановых почв региона. Показано, что влияние на почвы оказывают как биология растений – «фитопродуктивность», так и поступающие в почву экскременты животных. Показано взаимовлияние этих показателей с проявлением эффектов синергизма и антагонизма. Так, отношение при выпасе 1 и 4 овец на 1 га фитомассы полны составляло осенью – 1,2; разнотравья – 1,3. При этом увеличивалось количество экскрементов (ц/га) при выпасе 1 овцы – 8,9; 2 овец – 11,7; 3 овец – 13,6; 4 овец – 14,8. Однако прирост экскрементов от пастбищной нагрузки подчинялся закону убывающей отдачи:

$$Y = -0,8X + 4; R^2 = 0,90.$$

Для конкретных почв и условий (состав травостоя, время выпаса, климатические факторы) оптимум количества овец, выпасаемых на 1 га, предлагается определять графически по пересечению линий падения биопродуктивности при повышении дигрессии и увеличении при этом экскрементов.

Установлены закономерности развития дигрессии, изменения свойств почв и гумусового состояния, дигрессии и загрязнения почв тяжелыми металлами. С увеличением степени дигрессии растет засоленность верхнего слоя; возрастающие дозы экскрементов увеличивают комплексобразующую способность почвенных растворов. В совокупности это приводит к повышению подвижности тяжелых металлов при постоянстве валовых форм.

6. Одним из факторов, существенно влияющих на плодородие почв является закономерная смена увлажнения и иссушения почв как в сезонной динамике, так и в многолетнем цикле. Это подтверждено данными изменения минералогического состава почв в зависимости от этапов их эволюции. Показано, что чередование иссушения и увлажнения и увлажнения и иссушения приводит к различным изменениям свойств почв, что важно при рассмотрении полигенетического формирования почв.

7. Проведенными исследованиями подтверждена перспективность информационной оценки плодородия почв по взаимосвязям между свойствами почв и их изменениям по почвенному профилю.

Свойства почв закономерно изменяются с глубиной почвенного профиля, что необходимо учитывать при оценке плодородия почв. Так, в каштановой почве изменение содержания подвижных Mg, Na, K_2O и гумуса с глубиной почвенного профиля (H , см) описывалось следующими уравнениями:

$$Mg = 11,8 - 6,2 \lg H; r = -0,84;$$

$$Na = 1/[0,42 + 12,4 \exp(-H)]; r = -0,45;$$

$$K_2O = 1/[0,75 + 37,1 \exp(-H)]; r = -0,45;$$

$$\text{Гумус, \%} = 4,0 + 55,7 (-H)^{-2}; r = -0,30.$$

Проведенные исследования показали наличие в почве последовательной корреляции между свойствами почв – изменение влажности и температуры – влияние их на микробиологическую активность, изменение pH, Eh, влияние изменяемых параметров на физико-химические и агрохимические свойства с проявлением прямых и обратных связей, влияние на фитомассу.

По полученным данным, надземная фитомасса (в г/м²) на светло-каштановых почвах в разной степени зависела от содержания гумуса в сезонной динамике: в мае $Y = 88 \cdot X - 16$; $R^2 = 0,72$; в июле $Y = 57 \cdot X - 8$; $R^2 = 0,47$; в сентябре $Y = 71 \cdot X - 8$; $R^2 = 0,80$.

Информационной оценкой протекающих в почвах процессов обладают и соотношения определенных групп микроорганизмов, изменяющихся в отдельных почвах, горизонтах и в сезонной динамике.

8. Проведенные исследования показали перспективность агроэкологической оценки почв с использованием методов исследования – космических снимков, цветовой гаммы почв, оцениваемой методом компьютерной диагностики, вертикального электрического зондирования.

Показано, что электропроводность почв, оцениваемая методом ВЭЗ, зависит не только от степени засоления почв, но и от содержания гумуса и влажности почв, что необходимо учитывать при интерпретации данных вертикального зондирования. Метод позволяет определить глубину смены горизонтов по свойствам и гранулометрическому составу, степени удобренности, гумусированности и засоленности. Его широко используют и в США; выпускается прибор для анализа почв. Новизной исследования является установление факта из-

менения электропроводности почв от pH, соотношения ионов в солях, содержания гумуса (в связи с процессом комплексобразования) и от влажности почв. Показано изменение электрического сопротивления почв в сезонной динамике, что необходимо учитывать при интерпретации данных.

В работе предлагается оценка плодородия почв и их деградации на основе цветовой гаммы, оцениваемой методом компьютерной диагностики в цветовых системах CMYK, Lab, RGB. Показана перспективность использования данной методики при оценке развития ветровой эрозии по номограмме, где откладывают доли горизонтов и соответствующие им соотношения цветов.

Проведенными исследованиями установлена целесообразность выделения отдельных геоморфологически различных предгорных равнин по совмещенным цветным космическим снимкам и по идентификации их цветов в других цветовых системах.

Таким образом, сельскохозяйственное использование почв определяется их свойствами, процессами и режимами, социальной необходимостью, экономической рентабельностью и экологическими ограничениями. Почвы центральной равнины используются под пашню с орошением и без него, почвы подгорной равнины – под пастбище и сенокос. Очевидно, что оптимальные параметры свойств почв при использовании их для разных хозяйственных целей будут различаться.

При контрастной структуре почвенного покрова содержание и состав солей, подвижных форм N, P, K очень сильно варьируют. Поэтому в балльной оценке качества почв их не учитывают [1].

В то же время, по полученным данным, при оценке плодородия почв необходимо внести коррективы с учетом изменения свойств почв по профилю, сезонной динамике и структуры почвенного покрова. При этом

оптимумы для разного характера хозяйственного использования будут различаться. В свою очередь, бонитет почв определяет выбор вариантов всех звеньев системы земледелия.

Литература

1. Баламирзоев, М.А. Почвы Дагестана / Экологические аспекты их рационального использования / М.А. Баламирзоев, Э.М.-Р. Мирзоев, А.М. Аджиев. – Махачкала: Даг. кн. изд., 2008. – 336 с.
2. Кирюшин, В.И. Использование дистанционных методов исследования при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия / В.И. Кирюшин, В.И. Савич, В.И. Савин. – М.: РГАУ-МСХА, 2014. – 181 с.
3. Котенко, М.Е. Влияние микрорельефа на засоление почв полупустыни / М.Е. Котенко, Т.А. Зубкова // Почвоведение. – 2008. – №10. – С. 1171-1178.
4. Котенко, М.Е. Функциональное биоразнообразие микробных сообществ засоленных почв полупустынной зоны / М.Е. Котенко, Т.А. Зубкова, М. Горленко // Вестник Московского государственного университета. – Сер. 17. Почвоведение. – 2009. – №2. – С. 37-40.
5. Котенко, М.Е. Влияние процессов затопления и иссушения на минералогический состав светло-каштановых почв Терско-Кумской низменности / М.Е. Котенко // Юг России: экология, развитие. – 2011. – №1. – С. 138-142.
6. Котенко, М.Е. Влияние выпаса овец на гумусовое состояние светло-каштановых почв Терско-Кумской низменности / М.Е. Котенко // Аридные экосистемы. – 2011. – №2 (47). – С. 63-67.
7. Савич, В.И. Физико-химические основы плодородия почв / В.И. Савич. – М.: РГАУ-МСХА, 2013. – 431 с.
8. Савич, В.И. Свойства, процессы, режимы мерзлотно-таежных почв / В.И. Савич, О.И. Худяков, В.А. Черников и др. – М.: РГАУ-МСХА, 2016. – 312 с.
9. Савич, В.И. Влияние вертикальной зональности почв на интенсивность и скорость протекающих почвообразовательных процессов / В.И. Савич, С.Л. Белопухов, М.Е. Котенко // Вестник казанского технологического университета. – 2017. – Т. 20. – №7. – С. 134-137.
10. Савич, В.И. Локальное протекание почвообразовательных процессов как фактор корректировки моделей плодородия почв / В.И. Савич, В.Д. Наумов, М.Е. Котенко // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. – №1. – С. 49-53.
11. Саидов, А.К. Почвы кизлярских пастбищ, их современная диагностика и экология / А.К. Саидов. – Махачкала: Наука, 2008. – 264 с.

RELATIONSHIPS OF SOILS WITH THE COMPONENTS OF THE LANDSCAPE IN THE PIEDMONT COASTAL PLAINS OF DAGESTAN TAKING INTO ACCOUNT CHANGES IN TIME AND SPACE

M.E. Kotenko

Daghestan State Technical University, I.Shamay Ave 70, 367015 Makhachkala, Russia

The soil cover of the piedmont coastal plains of the Western Caspian naturally changes in time and space, taking into account the mesorelief (elevation up to 200 m), the microrelief and the groundwater level. The spatial change of types of salinization from sulphate in piedmont plains to mixed (sulphate-chloride and chloride-sulphate) in the central plain and chloride in the seaside plain has been established. A significant change in the nature and degree of salinization is shown in seasonal dynamics and depending on the surface microrelief, which determines the peculiarities of agricultural use of the soil (for arable land, grazing, haymaking). It has been established that an increase in the digression of chestnut soils leads to an increase in the fulness of humus, the proportion of mobile heavy metals, salinization and soil compaction, changes in the composition of associations and bioproductivity, and a decrease in the "health" of microbial communities. It is proposed to take into account these changes and patterns of changes in the properties of soils in space, by profile, in seasonal dynamics when assessing soil quality.

Keywords: vertical zoning, Structure of soil surface, salinization, digression, soil fertility, landscape.

УДК 631.81

АГРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДА В ПОЧВАХ АГРОЛАНДШАФТОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

*В.И. Панасин, д.с.-х.н., Калининградский ГТУ, М.И Вихман, д.б.н., ЦАС «Калининградский»,
Д.С. Чечулин, КФХ «Калина», Д.А. Рымаренко, к.б.н., ЦАС «Калининградский»*

Исследовано содержание йода в почвообразующих породах и почвах агроландшафтов Калининградской области. Установлены пространственно-географические аспекты обеспеченности почв региона микроэлементом. Показано, что содержание йода в гумусово-аккумулятивных горизонтах почв зависит от гранулометрического состава, почвообразующих пород, содержания органического вещества и окислительно-восстановительных усло-