

EVALUATION OF LEACHED CHERNOZEM FERTILITY CHANGES IN KRASNODAR KRAI AS A FUNCTION OF TILLAGE SYSTEMS

P.P. Vasyukov¹, G.M. Lesovaya¹, G.V. Chuvarleeva¹, A.A. Mnatsakanyan¹, O.B. Bykov¹, M.T. Mukhina²,

¹ National Grain Center named by P.P. Lukyanenko, KNIISH Manor, 350012 Krasnodar, Krasnodar Krai, Russia

² Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia

The changes in the agrophysical, agrochemical and biological properties of the soil in a six-field crop rotation under the influence of traditional, minimal mulching with decompression and minimal mulching systems of basic tillage were analyzed in a stationary long-term experiment on leached chernozem of Krasnodar Krai. Their influence on the humus content, structure of the soil and its density, on the biological activity of the soil is examined by the method of decomposition of linen cloths by cellulose-destroying microorganisms. It is shown that minimal mulching soil cultivation provides a more favorable ratio of organic matter mineralization and humification than the traditional processing system. This approach improves soil structure, although slightly increases the soil density. Under the minimal mulching with decompression intense activity of cellulose-decomposing microorganisms was noted. At the same time, the productivity of winter wheat and sunflower did not depend on the system of basic tillage, whereas higher yields of soy and maize for grain were obtained under the traditional system.

Key words: soil cultivation, monitoring, leached chernozem, organic matter, soil structure, soil microbiological activity, yield.

УДК 631.48

ГУМУС И ЕГО РОЛЬ В ГЕНЕЗИСЕ СУХИХ И ВЛАЖНО-СУБТРОПИЧЕСКИХ ПОЧВ АЗЕРБАЙДЖАНА

A.M. Гусейнов, Б.С. Байрамов, Н.В. Гусейнов, К.Ю. Мамедова, Азербайджанский ГАУ, Азербайджан, г. Гянджа, проспект Атаюрка, 262, AZ2000 E-mail: kemale733@mail.ru

Представлены результаты исследований по изучению состава и форм связи гумусовых веществ в наиболее типичных почвах сухой и влажно-субтропической части юго-восточного Азербайджана. Выявлены зависимость состава и свойств, гумусовых фракций от биоклиматических условий разложения и высотных градиентов (вертикальной зональности), оптическая плотность гуминовых кислот как показатель различия их природы.

Ключевые слова: сероземные, лугово-сероземные, желтоземно-подзолистые почвы, химический состав гумуса, гуминовые и фульвокислоты.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.102.07

При изучении генезиса сухих и влажно-субтропических почв Азербайджана основное внимание уделяют их минеральному составу. При этом особое значение придают соотношению $\text{SiO}_2:\text{R}_2\text{O}_3$ как показателю степени выветриваемости почвообразующих пород и развития процесса латеризации или аллитизации в почвах.

Ученые меньше всего обращают внимание на изучение состава гумуса и его зависимость от растительного покрова, условий разложения последнего и взаимодействия получающихся при этом продуктов с минеральной частью почв. Такое одностороннее изучение генезиса сухих и влажно-субтропических почв связано с недооценкой роли биологических факторов в субтропическом поясе. Этому способствовало не совсем верное представление о том, что в субтропиках вследствие бурно протекающих процессов разложения и минерализации органических остатков влияние их на минеральную часть почв ограничено. Не меньшее значение имели желтые и серые тона окраски, заставлявшие исследователей все внимание концентрировать на изучении общего содержания и форм соединений Al, Fe и Mn, как наиболее вероятных показателей различия в генезисе почв.

В связи с развитием сопряженного (биогеоценотического) изучения почв под растительностью сухих и влажно-субтропических областей Азербайджана все большее внимания обращают на установление состава, свойств гумуса, а также взаимодействие различных типов растительности с почвой. Это связано не только с тем, что размеры накопления гумуса – один из важных показателей плодородия почв, но и с тем, что состав и

свойства его можно использовать в качестве объективного критерия для выяснения генезиса почв и разработки их классификации. Современные исследования ученых направлены на изучение различий в составе гумуса в сухих и влажно-субтропических почвах Азербайджана. В зависимости от характера растительности и изменения климатических условий разложения (влажные вечнозеленые, листопадные леса и безлесные площади) состав и свойства гумуса существенно меняются [2, 7]. С.З.Мамедова [6, 8] охарактеризовала состав гумуса некоторых влажно-субтропических почв.

Методика. Для изучения были взяты почвы, формирующиеся в типичных субтропических условиях Ширванской степи.

Разрез 3. Из района Уджары, села Караборк на территории Ширванской опытной станции, расположенной в степной местности на высоте 15-20 м над уровнем моря. Почва – субтропический серозем тяжелосуглинистый, развитый в мощной мелкоземистой толще.

Разрез 19. Из района Кюрдамир, по трассе Баку-Тбилиси. Растительность саванного типа, возможно вторичная, после изреживания и вырубki тугайных листопадных (сухих) лесов. Расположен в степной местности на высоте 50-70 м над уровнем моря. Почвы – лугово-сероземные, развитые на глинистых элювиях известняков.

Из влажно-субтропической зоны отобраны почвы, формирующиеся в следующих условиях.

Разрез 28. Из района Астара на хребте Талыш, сложенном известняками, с плоской вершиной. В настоящее время покрыта мелкотравной растительностью с остатками влажного субтропического леса. Высота

1400 м над уровнем моря. Почва – латеритная конкреционная, развитая на древнеаллювиальных отложениях, подстилаемых известняками.

Разрез 35. Субтропический желтозем, развитый на элювии гранитов из района Ленкорани (окрестности одноименной чайной опытной станции под влажным вечнозеленым субтропическим лесом). Высота 1500 м над уровнем моря.

Разрез 47. Субтропический подзолистый желтозем, развитый на элювии гнейса, на хребте высотой 1800 м около г. Талыш (близ границы с Ираном), под вечнозеленым лесом.

Три последних образца почв, в отличие от первого и второго, развиваются в условиях вертикального проявления субтропического почвообразования.

В каждой из этих зон условия гумусообразования существенно различаются.

Субтропическая зона отличается меньшим увлажнением и сухим сезоном от влажно-субтропической, где

годовая сумма осадков выше и более благоприятные условия для разложения органических остатков. Этому же способствует и более низкая температура воздуха, чем в субтропической зоне, где она выше в дождливый сезон на 7⁰С, а среднегодовая – на 6⁰С.

Изучение гумуса проведено по следующим методам: содержание гумуса (по Тюрину), валового азота (по Кьельдалю); групповой и фракционный состав (по Тюрину), гумусовые соединения, связанные с Fe и Al (по Александровой) и оптическая плотность гуминовых кислот (по Кононовой).

Результаты и их обсуждение. Для сухого субтропического климата Кура-Аразской низменности при более высоких температурах в течении всего года характерны резкое снижение осадков и повышение испарения.

Как видно из таблицы 1, химические свойства почв сухих и влажных субтропиков существенно различаются.

1. Химический состав почв Кура-Аразской низменности

| № разреза | Глубина, см | pH водной суспензии | Валовое содержание, % от прокаленной навески | | | Молекулярные отношения | | | Содержание обменных катионов, мг-экв. на абсолютно сухую почву | | | | |
|-----------|-------------|---------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|---|--|--|--|-----|-----|-----|-------|
| | | | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | SiO ₂ :R ₂ O ₃ | SiO ₂ :Al ₂ O ₃ | SiO ₂ :Fe ₂ O ₃ | Ca | Mg | H | Al | Сумма |
| 3 | 0-10 | 7,1 | 63,5 | 19,2 | 6,2 | 4,6 | 5,6 | 27,0 | 18,2 | 6,1 | 0,3 | 1,6 | 26,1 |
| | 10-20 | 7,6 | 61,2 | 21,3 | 6,9 | 4,0 | 4,9 | 23,7 | 19,1 | 5,2 | 0,2 | 2,4 | 27,9 |
| | 20-30 | 7,4 | 61,7 | 21,6 | 7,3 | 4,0 | 4,9 | 22,2 | 13,2 | 3,4 | 0,3 | 2,1 | 21,0 |
| 19 | 0-10 | 7,4 | 49,4 | 26,2 | 10,4 | 2,6 | 3,2 | 12,7 | 19,6 | 2,8 | Нет | Нет | 22,4 |
| | 20-30 | 8,0 | 52,3 | 24,5 | 9,6 | 2,9 | 3,6 | 14,5 | 20,0 | 2,4 | - | - | 22,3 |
| | 30-45 | 7,9 | 53,2 | 26,7 | 8,8 | 2,8 | 3,4 | 16,1 | 15,8 | 2,1 | - | - | 17,8 |
| 28 | 2-10 | 6,5 | 51,4 | 20,9 | 12,7 | 3,1 | 4,2 | 11,8 | 8,34 | 1,3 | Нет | Нет | 9,6 |
| | 15-25 | 6,0 | 48,1 | 24,6 | 12,7 | 2,5 | 3,3 | 11,0 | 6,20 | 1,3 | - | - | 7,5 |
| | 30-40 | 6,5 | 44,5 | 28,1 | 14,5 | 2,0 | 2,7 | 8,1 | 4,16 | 0,9 | - | - | 5,1 |
| 35 | 3-13 | 5,6 | 43,3 | 29,3 | 10,7 | 2,1 | 2,52 | 10,80 | 1,65 | 0,6 | 0,2 | 2,8 | 5,2 |
| | 20-30 | 5,0 | 42,8 | 31,5 | 11,2 | 1,9 | 2,3 | 10,2 | 1,2 | 0,3 | 0,8 | 2,3 | 3,9 |
| | 30-50 | 5,4 | 45,6 | 32,2 | 11,6 | 2,0 | 2,4 | 10,5 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 2,4 | 2,7 |
| 47 | 3-9 | 5,3 | 38,3 | 21,4 | 8,4 | 2,4 | 3,0 | 12,2 | 5,5 | 1,0 | 0,4 | 4,0 | 10,9 |
| | 10-20 | 5,6 | 43,7 | 21,5 | 12,6 | 2,5 | 3,5 | 9,3 | 1,7 | 0,5 | 0,4 | 3,6 | 6,1 |
| | 20-30 | 5,0 | 44,2 | 20,0 | 15,0 | 2,5 | 3,7 | 7,8 | 1,5 | 0,3 | 0,4 | 2,6 | 4,8 |

2. Содержание гумуса и азота в субтропических и влажно-субтропических почвах

| субтропических почвах | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------|----------|------------------------------|-------|
| № разреза | Почва, растительность | Глубина, см | Гумус, % | Общий азот, % от массы почвы | C:N |
| Субтропические почвы | | | | | |
| 3 | Субтропический серозем под травянистой растительностью | 0-10 | 2,23 | 0,17 | 9,71 |
| | | 10-20 | 1,91 | 0,12 | 9,25 |
| | | 20-30 | 0,82 | 0,11 | 9,01 |
| 19 | Лугово-сероземная под Тугайными листопадными лесами | 0-10 | 2,38 | 0,14 | 7,94 |
| | | 20-30 | 1,55 | 0,13 | 6,26 |
| | | 30-45 | 1,05 | 0,21 | 4,29 |
| Влажно-субтропические почвы | | | | | |
| 28 | Латеритная конкреционная под мелкотравной растительностью | 2-10 | 3,55 | 0,25 | 8,24 |
| | | 15-25 | 1,81 | 0,17 | 6,18 |
| | | 30-40 | 0,82 | 0,12 | 4,00 |
| 35 | Субтропический желтозем под влажным вечнозеленым лесом | 3-13 | 6,48 | 0,33 | 11,91 |
| | | 20-30 | 4,26 | 0,28 | 10,26 |
| | | 30-50 | 1,78 | 0,16 | 6,50 |
| 47 | Субтропический подзолистый желтозем под вечнозеленым лесом | 3-9 | 7,95 | 0,91 | 12,04 |
| | | 10-20 | 5,56 | 0,63 | 7,91 |
| | | 20-30 | 3,15 | 0,43 | 5,75 |

Почва сухих субтропиков (разрез 3) нейтральная, с пониженным содержанием Al₂O₃ и Fe₂O₃, из суммы обменных катионов преобладает Ca. Почвы сухих субтропиков (разрез 19) имеют реакцию (pH) от нейтральной до слабощелочной (в нижних горизонтах), что связано с влиянием материнской породы. Содержание Al₂O₃ и Fe₂O₃, как и суммы обменных катионов, более высокое. Последние, представлены Ca и Mg.

Почвы влажных субтропиков при кислой реакции pH отличаются большей суммой обменных катионов и более высоким содержанием Al₂O₃ и Fe₂O₃ (разрезы 35, 47) по сравнению с почвой сухих субтропиков (разрезы 3, 19). Особое место занимает лишь почва разреза 3, отличающаяся нейтральной реакцией в горизонте А и более щелочной в нижележащих горизонтах, с соответствующим колебанием содержания обменных Ca и Mg. Изменение pH и содержания обменных катионов связано, скорее всего, с составом растительности и условиями накопления гумуса.

Данные по содержанию и распределению гумуса и азота и отношению C:N в почвах (табл.2) показывают, что в условиях субтропического серозема под травянистой растительностью (разрез 3) накопление в почвах гумуса и азота значительно меньше, чем в лугово-

сероземах под Тугайными листопадными лесами (разрез 19).

Соответственно и отношение C:N в первых шире, чем во вторых. Причины такого изменения связаны как с составом минеральной части почв, так и с характером превращений органических остатков, поступающих на поверхность почв. Так по данным [1, 2], в степи, где заложен разрез 3, в сезон дождей разлагается до 70% подстилки. Так как большая часть продуктов разложения подстилки вымывается за пределы профиля, содержание гумуса в верхнем горизонте не превышает 2,2%. Подобное вымывание в сероземах не выражено, на что указывает резкое падение содержания гумуса с

глубиной. Он в этих почвах в большей степени связывается с минеральной частью благодаря повышенному содержанию Ca и Mg.

Отношение C:N также увеличивается. В почвах субтропической зоны накопление гумуса больше чем во влажно-субтропической. При этом отмечается и увеличение мощности толщи активного гумусонакопления, несмотря на малое содержание в почвах обменных Ca и Mg (разр. 35 и 47). Отношение C:N сильно колеблется.

В сухих субтропических условиях ясно выявляются два типа гумусообразования, состав гумусовых соединений (табл. 3).

3. Состав гумуса, % от общего органического углерода исходной почвы

| № раз- реза | Почва, расти- тельность | Глу- бина, см | Об- щий орг. С, % от массы почвы | С спирто- бензоль- ного экстракта | С, извле- каемый при декаль- цини- ровании почвы | С _{т.к.} | | | | С _{ф.к.} | | | | | С ос- татка | С гидро- лизу- ем. 0,5-1,0 н. | С _г :С _ф |
|----------------|--|---------------------|---|---|---|-------------------|------|------|-------|-------------------|------|------|------|-------|-------------------|--|--------------------------------|
| | | | | | | По фракциям | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | I | II | III | всего | I _a | I | II | III | всего | | | |
| 3 | Субтропиче- ский серозем под травяни- стой расти- тельностью | 0-10 | 1,86 | 3,2 | 5,4 | 7,5 | 0 | 8,1 | 15,6 | 10,8 | 2,7 | 12,3 | 0,5 | 26,3 | 38,2 | 11,3 | 0,59 |
| | | 10-20 | 1,30 | 3,7 | 6,6 | 10,3 | 5,2 | 8,1 | 23,5 | 12,5 | 2,2 | 10,3 | 0,7 | 25,7 | 31,7 | 8,8 | 0,91 |
| | | 20-30 | 1,11 | 3,6 | 6,3 | 11,7 | 0 | 9,8 | 20,6 | 15,3 | 0,9 | 8,1 | 0,9 | 25,2 | 32,5 | 11,7 | 0,82 |
| 19 | Лугово- сероземная под Тугайны- ми листопад- ными лесами | 0-10 | 2,54 | 1,6 | 2,8 | 21,3 | 11,4 | 11,4 | 44,1 | 2,4 | 0 | 4,3 | 4,7 | 11,4 | 34,2 | 5,9 | 3,86 |
| | | 20-30 | 1,74 | 1,7 | 1,2 | 13,2 | 25,3 | 14,9 | 53,4 | 2,8 | 0 | 5,2 | 5,2 | 13,2 | 24,8 | 5,7 | 4,04 |
| | | 30-45 | 0,90 | 2,2 | 2,2 | 31,1 | 0 | 14,9 | 45,6 | 3,3 | 0 | 0 | 11,1 | 14,4 | 26,7 | 8,9 | 3,15 |
| 28 | Латеритная конкрецион- ная под мел- котравной растительно- стью | 2-10 | 2,06 | 3,4 | 1,9 | 8,7 | 0 | 4,8 | 13,6 | 10,7 | 14,1 | 0 | 7,8 | 32,6 | 33,9 | 14,6 | 0,42 |
| | | 15-25 | 1,05 | 2,9 | 2,9 | 6,7 | 0,9 | 4,8 | 12,4 | 14,3 | 14,3 | 0 | 2,9 | 31,4 | 33,3 | 17,1 | 0,39 |
| | | 30-40 | 0,48 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 0 | 6,2 | 8,3 | 18,7 | 4,2 | 2,1 | 6,2 | 31,2 | 39,6 | 16,7 | 0,27 |
| 35 | Субтропиче- ский желтозем под влажным вечнозеленым лесом | 3-13 | 4,92 | 4,1 | 3,5 | 16,7 | 0 | 7,1 | 23,8 | 7,9 | 2,9 | 12,6 | 0,6 | 24,0 | 36,9 | 7,7 | 0,90 |
| | | 20-30 | 3,63 | 3,6 | 3,6 | 17,6 | 0 | 10,5 | 28,1 | 10,7 | 10,5 | 0 | 0,6 | 21,8 | 36,0 | 6,9 | 1,29 |
| | | 30-50 | 1,03 | 1,9 | 5,8 | 8,7 | 0 | 6,8 | 15,5 | 14,5 | 1,0 | 7,8 | 1,0 | 24,3 | 40,8 | 11,7 | 0,64 |
| 47 | Субтропиче- ский подзоли- стый желтозем под вечнозе- ленным лесом | 3-9 | 9,31 | 4,8 | 2,3 | 15,4 | 0 | 5,6 | 21,0 | 0 | 24,3 | 0,8 | 5,9 | 31,0 | 33,1 | 6,8 | 0,68 |
| | | 10-20 | 8,45 | 4,3 | 3,4 | 10,2 | 0 | 7,2 | 17,4 | 5,2 | 24,0 | 0 | 4,4 | 33,6 | 31,4 | 8,9 | 0,52 |
| | | 20-30 | 6,93 | 4,5 | 4,0 | 10,0 | 0 | 4,9 | 14,9 | 20,3 | 6,3 | 0 | 8,8 | 35,5 | 26,7 | 13,4 | 0,42 |

Первый тип – *гуматно-фульватный*, отношение С_{т.к.}:С_{ф.к.} изменяется от 0,59 в верхней части до 0,91-0,82 в нижней части гумусового профиля. Такое изменение отношения указывает на передвижение гуминовых кислот по профилю. Это особенно подчеркивается распределением фракций I и III гуминовых кислот. Распределение фульвокислот показывает, что известному вымыванию подвержены только фракция I и отчасти III.

Фракции I и II, наоборот, менее подвижны; они накапливаются в верхней 25-сантиметровой толще почвы, что указывает на их связанность с полуторными оксидами Fe и Al.

Значительное содержание гидролизуемого углерода и малое – углерода в остатке почвы также подтверждают большую подвижность гумусовых соединений вследствие их вымывания и потребления микроорганизмами и животными. Относительно высокое содержание в составе гумуса углерода, извлекаемого спирто-бензолом связано, скорее всего, с повышенным количе-

ством дубильных и других подобных веществ в листьях растений.

Второй тип – *гуматный*. Он формируется под сухими субтропическими листопадными лесами в почвах, развитых как на карбонатных, так и на бескарбонатных породах. Последние, по данным [5], имеют отношение С_{т.к.}:С_{ф.к.} > 2. На карбонатных породах оно возрастает до 4,04, показывая преобладание в составе гумуса гуминовых кислот (до 53,4%) над фульвокислотами (11-14%).

Среди гуминовых кислот наибольшему передвижению подвержены фракция I и отчасти III. Фракция II вымывается только из верхней 20-сантиметровой толщи и накапливается в горизонте А на глубине 20-30 см. Среди фульвокислот на глубине 35-45 см подвижностью характеризуется фракция III. Таким образом, в почвах этого типа передвижению подвержены преимущественно бурые гуминовые кислоты. Гуматы Са также имеют некоторую подвижность, что указывает на их неустойчивость. Судя по еще меньшему содержанию

гидролизуемого углерода и углерода в остатке почвы, в ней преобладает накопление подвижных гумусовых соединений.

На это же указывает и малое содержание углерода, экстрагируемого спиртобензолом и выделяемого декальцинированием.

Возможная причина накопления свободных бурых гуминовых кислот – содержание в этих почвах подвижных соединений Fe и Al. В условиях длительной засухи и высоких температур, как показали исследования [6, 7 и др.], они могут переходить в труднорастворимые оксидные соединения.

Состав гумуса в почвах влажных субтропиков более разнообразен, что связано с изменением биоклиматических условий разложения растительных остатков и составом минеральной части почв. Под травянистой растительностью (разр. 28) формируется наиболее кислый – фульватный гумус с отношением $C_{г.к.} : C_{ф.к.}$ от 0,42 в верхнем до 0,27 в нижнем горизонте.

В наибольшем количестве в таких почвах образуются и подвержены передвижению фульвокислоты фракции Ia и гуминовые кислоты фракции III.

Что касается остальных фракций тех и других кислот, то их содержание невелико и четких закономерностей в распределении не выявлено. Обращает на себя внимание высокое содержание гидролизуемого углерода (от 14,6 до 17,1%); этим почвы выделяются среди всех остальных. Возможно, что наличие этой фракции обусловлено связыванием ее с более труднорастворимыми соединениями железа, образующимися при выпадении его в виде конкреций. Содержание экстрагируемого и декальцируемого углерода невелико.

Почвы под лесной растительностью (разрезы 35 и 47) выделяются более высоким накоплением гуминовых кислот в верхних горизонтах по сравнению с почвами сухих субтропиков под травянистой растительностью и под тугайными листопадными лесами. С изменением характера растительности и высоты, происходят снижение содержания гуминовых и увеличение фульвокислот в почвенном покрове. Так если на высоте 1500 м отношение $C_{г.к.} : C_{ф.к.}$ в почве изменяется от 0,99-1,29 до 0,64, то на высоте 1800 м оно колеблется по профилю от 0,68 до 0,42. В обоих случаях эти отношения уменьшаются с глубиной.

В отличие от почв под тугайным лесом в этих почвах среди гуминовых кислот преобладает фракция I, особенно в верхних горизонтах. Содержание фракции III невелико, и закономерности ее распределения по профилю явно не выражены.

В составе фульвокислоты фракция Ia преобладает над всеми остальными в почве, расположенной на высоте 1500 м (разрез 35) и распределение ее свидетельствует о вымывании в нижние горизонты. В этой почве повышенное содержание в горизонте A фракции II, связанной с Ca.

В почве на высоте 1800 м (разрез 47) фракция Ia еще более подвижна и накапливается в горизонте B (20-30 см). В горизонте A преобладает фракция I. В этих же горизонтах отмечается повышение содержания фракции III с явным продвижением в горизонте B.

Таким образом, с увеличением высоты залегания почв в субтропических условиях возрастает подвижность как растворимых, так и гидролизуемых соединений и снижается содержание гуминов. Преобладание в составе гумуса бурых гуминовых и фульвокислот

сближает их до некоторой степени с лесными почвами.

В отличие от предыдущих почв гумусообразование под типично субтропическими лесами может быть отнесено к буро-гуматному типу без мхов (разрез 35) и буро-фульватному с мхами и кипарисом (разрез 47). Возможно, что причины различий связаны с характером растительности, что требует дальнейшего изучения.

Изучение оптической плотности проводили на препаратах гуминовых кислот, выделенных 0,1 н. NaOH после декальцинирования почв; из них приготовлены растворы гуматов Na, уравненные по содержанию углерода (0,136 г углерода в 1 л раствора) и с реакцией, близкой к нейтральной (рис.).

Результаты определений подтверждают установленные ранее различия и показывают наиболее существенные изменения оптической плотности гуминовых кислот, образующихся в условиях влажного и сухого субтропических климатов.

Во влажных условиях коэффициент экстинкции не высок в горизонте A и значительно снижается с глубиной. В сухих условиях (рис. б) коэффициент экстинкции в 2-2,5 раза выше и значительно меньше снижается с глубиной.

Во влажных субтропических условиях оптическая плотность гуминовых кислот из латеритной конкреционной почвы (рис. в) близка к субтропическому желтозему (рис. г) и с глубиной почти не меняется. В желтоземе на высоте 1500 м она до 1,5 раз больше и только на глубине 40-50 см приближается к первой. Наименьшей (< 1) оптической плотностью характеризуются гуминовые кислоты из желтоземной почвы на высоте 1800 м (рис. д).

Возможно, изменения оптической плотности гуминовых кислот сухих субтропических почв обусловлены различиями в увлажнении, как это предполагают [4, 9]. В сухих условиях гуминовые кислоты обладают более высокой конденсированностью ароматического ядра и в этом отношении приближаются к сероземам.

Повышение и понижение оптической плотности гуминовых кислот субтропических почв связаны не только с различиями в увлажнении, но, возможно, и с особенностями минеральной части почв, влияющей на их строение. Низкая оптическая плотность гуминовых кислот сухих субтропических почв объясняется их «химической молодостью» [1], что в свою очередь связано с особенностями гумусообразования, в частности, с преобладанием бурых гуминовых кислот.

Закключение. В почвах Ширванской степи, которые формируются в типичных сухих субтропических условиях, накопление гумуса не превышает 2,38%, а общего азота от 0,12 до 0,17%. В них содержание гумуса и азота уменьшается с глубиной. По групповому и фракционному составу гумуса, оптической плотности гуминовых кислот и содержанию свободных и связанных с Fe и Al гуминовых кислот установлены следующие типы гумусообразования: гуматно-фульватный в почвах под травянистой растительностью; свободно гуматный в почвах тугайных листопадных лесов. В почвах влажно-субтропической зоны в условиях Астаринского района на хребте Талышских гор отмечены следующие типы гумусообразования: кислый, фульватно-железо-алюминиевый в почвах под мелкотравной растительностью; гуматно-алюмо-железистый в желтоземах под вечнозелеными лесами до высоты 1500 м; гуматно-

железо-алюминиевый в желтоземах под вечнозелеными лесами выше 1800 м.

Таким образом, эти типы гумусообразования характеризуют различия в генезисе типичных сухих и влажно-субтропических почв более четко и ясно, чем отношения $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{SiO}_2 : \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Литература

1. Алиев С.А., Мамедов Р.Г., Ахундов Ф.Г. Рекомендации по составлению агрохимических картограмм по содержанию гумуса в почве. – Баку, 1981. – 9 с.
2. Бабаев М.П., – Современный почвенный покров Большого Кавказа. – Баку: Элм, 2017. – 344 с.

3. Гусейнов А.М., Гусейнов Н.В. Химия почв. – Баку: Ганун, 2015. – 584 с.
4. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. – М.: Наука, 1963. – 269 с.
5. Мамедов Г.Ш. Экологическая оценка почв Азербайджана. – Баку: Элм, 1998. – 282 с.
6. Мамедова С.З. Плодородие почв. – Баку: Элм, 2005. – 194 с.
7. Мамедова С.З. Модель плодородия желтоземно-подзолистых почв. – Баку, 1995. – 132 с.
8. Мамедова С.З. Модели плодородия чаепригодных желтоземных почв Ленкоранской области. – Баку: Элм, 2002. – 180 с.
9. Понаморева В.В., Плотникова Т.А. Определение группового и фракционного состава гумуса по схеме И.В.Тюрина в модификации В.В. Понаморовой и Т.А.Плотниковой, Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – С. 47-56.

Коэффициент ослабления света (E)

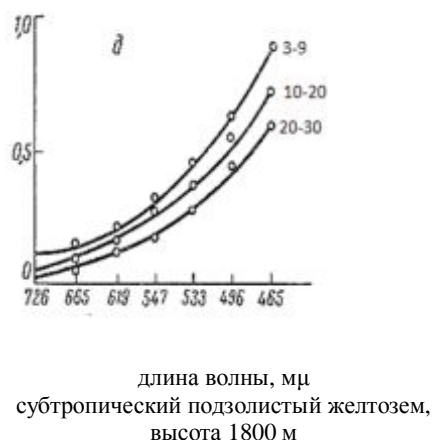
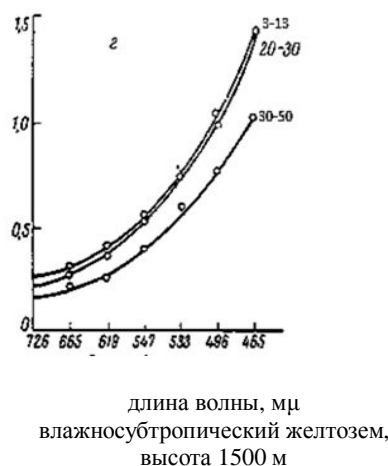
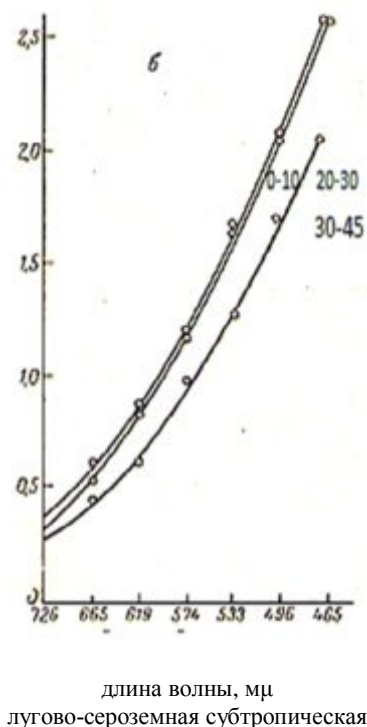
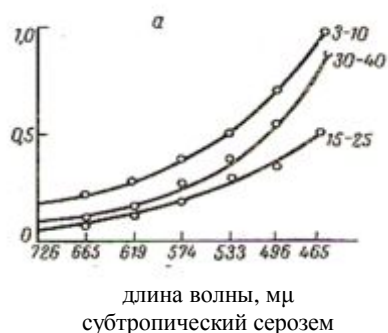


Рис. Оптическая плотность гуминовых кислот (цифры у кривых – глубина в сантиметрах)

Presented the results of studies on the composition and connection forms of humic substances in the most typical soils of dry and humid subtropical part of southeastern Azerbaijan. Study revealed that composition and properties of humus fractions depends on bioclimatic decomposition conditions and high-altitude gradients (vertical zoning). The optical density of humic acids was used as an indicator of the differences in acids composition.

Keywords: serozem, meadow-serozem soils, yellow-podzolic soil, chemical composition of humus, humic and fulvic acids.

УДК 631.42:631.82/.83:631.445.4

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ФРАКЦИЙ И РЕЗЕРВЫ КАЛИЯ В ЧЕРНОЗЕМЕ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н.Н. Шаповалова^{1*}, Н.П. Чижикова², д.с.-х.н., Е.И. Годунова¹, д.с.-х.н., И.Г. Сторчак¹, к.с.-х.н.
¹ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», Россия, 356241, Ставропольский край,
Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, 49

²Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Россия, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2
*e-mail: shapovalova.nadejda@yandex.ru

Рассмотрено влияние 15-кратного наложения разных видов и доз минеральных удобрений на реакцию среды, содержание фракций ила и тонкой пыли в пахотном слое чернозема обыкновенного. Изучены минералогический состав тонкодисперсных фракций и изменения, произошедшие в структуре слоистых силикатов, в соотношении минеральных фаз в результате кислотного гидролиза минералов. Проведен расчет резервов калия на основании валового количества и содержания в гранулометрических фракциях меньше и больше 1 мкм. Установлено, что систематическое внесение фосфора, а также невысокой дозы азотного удобрения (N₃₀, P₃₀₋₁₅₀) не привело к существенным изменениям минерального состава илистой фракции и снижению ближнего и непосредственного резервов калия. Применение азотного, калийного и полного минерального удобрений в высокой дозе (N₉₀₋₁₅₀, K₁₅₀, N₁₂₀P₁₅₀K₁₂₀) вызвало механическую дезинтеграцию почвенных частиц и трансформацию минералов, что уменьшило содержание илистой фракции в почве (ближний резерв калия) и ослабило способность почвы к восполнению обменных форм калия.

Ключевые слова: минеральные удобрения, илстая фракция, тонкая пыль, минералогический состав, смешанослойные образования, гидрослюды, резервы калия.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.102.08

Почвы Ставропольского края в основном хорошо обеспечены калием вследствие их высокого естественного плодородия, обусловленного большим содержанием в почве минералов – природных носителей этого элемента. В пахотном слое (0-20 см) количество валового калия составляет 2-2,5%, из них в подвижной форме находится 200-350 мг/кг (по Мачигину). При такой обеспеченности почв калием применению калийных удобрений уделяется очень мало внимания, и для земледелия края характерен его дефицитный баланс. В среднем по краю на 1 га посевной площади с органическими удобрениями поступает калия около 14 кг, с минеральными – не более 2,5 кг. В лучшем случае только пятая часть вынесенного с урожаем калия возвращается в почву с удобрениями.

Объемы применения калийных удобрений в крае почти в 10 и 14 раз ниже, соответственно, фосфорных и азотных. Многие сельскохозяйственные предприятия совсем не вносят калийные удобрения или применяют их невысокими дозами в составе сложносмешанных удобрений под наиболее рентабельные культуры: подсолнечник, сахарную свёклу, овощи. Без использования калийных удобрений удовлетворение потребностей растений в обменных формах калия происходит за счет его высвобождения из кристаллических решёток мине-

ралов. Это истощает природные запасы элемента в почве и может привести к необратимой деградации почв и ухудшению условий произрастания растений. В наибольшей степени такое наблюдается при систематическом применении повышенных доз физиологически кислых удобрений, активизирующих процессы разрушения минеральной части почвы [7, 12].

Минералогический состав имеет большое значение для почвенного плодородия и питания растений, поскольку характеризует направленность почвообразовательных процессов и позволяет дифференцировать валовой запас калия по степени доступности растениям [1]. Наиболее динамичны и чувствительны по отношению к антропогенным воздействиям минералы, входящие в состав тонкодисперсных фракций почвы [2, 3, 8, 12-14]. Тонкодисперсные фракции (менее 5 мкм) содержат повышенное количество питательных элементов, гумусовых веществ, определяют поглотительную способность почвы, скорость каталитических реакций и т.д. Поэтому для характеристики калийного состояния почвы важно выявить изменения, происходящие в гранулометрическом и минералогическом составе под действием минеральных удобрений.

Цель исследований – изучить влияние систематического внесения разных видов и доз минеральных удоб-