

В.П. Белобров, доктор сельскохозяйственных наук
С.А. Юдин, кандидат биологических наук
В.А. Холодов, кандидат биологических наук
Н.В. Ярославцева, кандидат биологических наук
Н.Р. Ермолаев, аспирант
 ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»
 РФ, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2
В.К. Дридигер, доктор сельскохозяйственных наук
Р.Г. Гаджиумаров, аспирант

Северо-Кавказский Федеральный научный аграрный центр
 РФ, 356241, г. Михайловск, Шпаковский район Ставропольского края, ул. Никонова, 49
 E-mail: belobrovvp@mail.ru

УДК 641.4

DOI: 10.30850/vrsn/2020/6/27-31

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЧВ ПРИ ПРЯМОМ ПОСЕВЕ В ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЕ СТАВРОПОЛЬЯ*

Рассматривается влияние разных систем обработки почв – традиционной (рекомендованная) технологии и прямого посева, все шире используемого в засушливых условиях края. Восстановление деградированной структуры южных черноземов и темно-каштановых почв в течение соответственно 13 и 7 лет использования прямого посева не установлено. Требуется значительно больше времени на восстановление агрегатного состояния почв, которое находится в критическом состоянии по содержанию агрегатов размером > 10 мм и сумме агрономически ценных агрегатов. Почвы под 60-летними лесополосами, в качестве контроля, показали удовлетворительный диапазон агрегатного состояния, что подтверждает высокую степень деградации почв в прошлом и длительном периоде их восстановления. Эффективность применения прямого посева при возделывании более широкого спектра зерновых и пропашных культур (озимая пшеница, подсолнечник, горох, нут, рапс, гречиха, кукуруза) обусловлена особенностями агротехнологий. Отказ от чистых паров и обработок с одновременным использованием на поверхности почв растительных остатков и почвопокровных культур в период между жатвой и посевом озимых, обеспечивает противозерозионный эффект и, как следствие, снижение физического испарения, увеличение запасов влаги и биоты, усиление микробиологических процессов, которые отмечаются в виде трендов улучшения агрохимических и агрофизических свойств почв.

Ключевые слова: сухое просеивание, размеры агрегатов, углерод, гумус, растительные остатки, лесополоса.

V.P. Belobrov, Grand PhD in Agricultural sciences
S.A. Yudin, PhD in Biological sciences
V.A. Kholodov, PhD in Biological sciences
N.V. Yaroslavtseva, PhD in Biological sciences
N.R. Ermolaev, PhD student
 FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute
 RF, 119017, g. Moskva, Pyzhevskij per., 7, str. 2
V.K. Dridiger, Grand PhD in Agricultural sciences
R.G. Gadzhumarov, PhD student
 North Caucasus Federal Agrarian Research Centre
 RF, 356241, g. Mihajlovsk, Shpakovskij rajon Stavropol'skogo kraya, ul. Nikonova, 49
 E-mail: belobrovvp@mail.ru

REHABILITATION OF THE SOIL STRUCTURE WITH THE DIRECT SOWING IN THE STAVROPOL REGION DRY ZONE

The influence of different systems of soil cultivation is considered – traditional (recommended) technology and direct sowing, which is increasingly used under dry conditions of the region. The rehabilitation of the degraded southern chernozems and dark chestnut soils structure during 13 and 7 years of direct sowing, respectively, has not been established. It takes much longer to rehabilitation the aggregate state of soils, which is currently in a critical condition of the content of aggregates > 10 mm in size and the sum of agronomically valuable aggregates. The soils under 60-year treeline, as a control, showed a satisfactory range of aggregates, which indicates a high degree of soil degradation in the past and a long period of their recovery time. The effectiveness of direct sowing usage in the cultivation of a wider range of grain and row crops (winter wheat, sunflower, peas, chickpeas, rapeseed, buckwheat, corn) is due to the peculiarities of agricultural technologies. Abandoning of naked fallows and soil treatments with the simultaneous use of plant residues and cover crops on the soil surface between the harvest and sowing of winter crops provides an anti-erosion effect and, as a consequence, a decrease in physical evaporation, an increase in moisture and biota reserves, an increase in microbiological processes, which are noted in the form trends in improving the agrochemical and agrophysical properties of soils.

Key words: dry sieving, aggregate size, carbon, humus, plant residues, treeline.

* Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 19-16-00053 (анализ структурного состояния) / The work was carried out with support of the Russian Science foundation, Project № 19-16-00053 (analysis of the structural condition).

Почвенные агрегаты, их водоустойчивость, количество и соотношение играют важную роль в плодородии почв. В практике земледелия эти параметры агрофизических свойств используют как нормативные показатели. [11] Способность структуры накапливать и удерживать влагу, органическое вещество в лабильной и консервативной формах, определяют ее состояние и необходимость изменения в перспективе. Тренды изменений могут быть связаны со сменой климатических условий, севооборотов, систем обработок и агротехнологий в целом. [2, 3]

Деградация почв в Ставрополье, особенно в засушливой зоне обусловлена несколькими причинами, среди которых, кроме водной эрозии и дефляции, следует отметить использование в традиционной технологии (ТТ) обработок почв [4, 5, 9], которые разрушают естественную структуру почв, приводя к потерям гумуса и запасов влаги.

Структурное состояние почв засушливой зоны Ставрополья изучено, на наш взгляд, недостаточно. Это усложняет генеральную оценку процессов деградации и, в частности, скорости разрушения структуры. Основные исследования, направленные на оценку мобильных агрохимических показателей почв и накопление влаги путем использования в ТТ чистых паров и севооборотов с доминированием озимой пшеницы и подсолнечника не дают однозначного ответа на этот вопрос.

Первые хозяйства перешли на применение в засушливой зоне прямого посева (ПП) в 2005–2007 годах. С одной стороны, используя рекомендуемые в традиционной технологии земледелия чистые пары для накопления влаги в почве, хозяйства получают устойчивый урожай озимой пшеницы. Отсутствие атмосферных осадков в течение одного-двух месяцев в вегетационный период приводит к гибели посевов, рентабельность производства становится убыточной. [7]

С другой стороны, в хозяйствах, использующих ПП, возделывается широкий ассортимент зерновых и пропашных культур (горох, нут, лен масличный, рапс, гречиха, сорго, кукуруза). При этом чистые пары не применяются, а влага накапливается в почве, перекрывает растительными остатками, включая предшественников в течение всего года, что снижает физическое испарение с поверхности почв и в период засух спасает посевы от гибели.

Основная цель работы заключается в оценке характера восстановления структуры и влияния фактора депонирования почв растительными остатками при переходе на прямой посев в засушливой зоне Ставрополья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования расположены на территории двух районов Ставропольского края – Ипатовского и Буденновского, с доминированием в почвенном покрове соответственно южных черноземов и темно-каштановых почв. Климатические условия по средним многолетним показателям характеризуют засушливые регионы северной и восточной периферии Ставропольской возвышенности с координатами 45° 49' с.ш. 42° 03,5' в.д. и 44° 32' с.ш. и 44° 10' в.д. В каждом из районов выбрали по два

смежных хозяйства, возделывающих сельскохозяйственные культуры по сходным севооборотам, но разным технологиям. Фермерские хозяйства постоянно используют традиционную технологию с оборотом пласта и культивациями, а ООО СХП «Урожайное» (Ипатовский район) и СПК «Архангельский» (Буденновский район) применяют прямой посев последние 13 и 7 лет соответственно.

На полях фермеров и хозяйств, расположенных через разделяющую их лесополосу на расстоянии 200 м друг от друга в однородных условиях водораздельной части рельефа с уклоном <math><1^\circ</math>, отобрали на структурный анализ из пяти точек с глубины 0...20 см методом конверта с радиусом 5 м почвенные образцы ненарушенного состава массой 4...5 кг каждый. Для контроля по той же схеме подготовили образцы в лесополосах. Этот метод апробирован в агрофизических исследованиях [12, 13], при этом не возникает потерь и искусственного перераспределения размерных фракций агрегатов. Образцы высушивали на воздухе. Каждый из пяти сухих индивидуальных образцов анализировали отдельно на просеивание по методу Саввинова через сита размером 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 7,0 и 10,0 мм. Таким образом, достигалась пятикратная повторность полученных результатов. Показатели агрегатного состава почв (средневзвешенные диаметры водоустойчивых агрегатов – СВД и коэффициент структурности – К стр.), представленные в таблице 1, рассчитаны общепринятыми методами.

В точках отбора образцов ручным бурением неглубоких скважин определили показатели морфологических свойств почв (мощность гумусового горизонта А1, мощность А1+АВ и глубина вскипания от 10 % HCL), а также рН и содержание гумуса в слоях 0...10 и 10...20 см.

Работа выполнена с применением приборов Центра коллективного пользования научным оборудованием «Функции и свойства почв и почвенного покрова» Почвенного института им. В.В. Докучаева.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По всем показателям, характеризующим агрегатный состав южных черноземов и темно-каштановых почв, значимых различий между используемыми технологиями не наблюдалось (табл. 1, рисунок). Отмечена слабая тенденция улучшения глыбистости, суммы агрономически ценных агрегатов и коэффициента структурности в почвах при использовании ТТ. Глыбистость и сумма агрономически ценных агрегатов – в критическом состоянии. В почвах под лесополосами как в зоне южного чернозема, так и темно-каштановой почвы эти показатели находятся на допустимом, близком к оптимальному, уровне.

В то же время исследования типичных черноземов под лесополосами 53-летнего возраста вблизи Стрелецкого участка ЦЧЗ им. В.В. Алехина показали, что глыбистость и сумма агрономически ценных агрегатов находятся в оптимальном состоянии – 19 и 78 % соответственно. [13] Исследования структурного состояния черноземов разных подтипов, в прошлом и/или в настоящем выявили, что глыбистость существенно выше, а сумма агро-

Таблица 1.
Характеристика агрегатного состава изучаемых почв

Показатель	Вид использования		
	Лесополоса	ПП	ТТ
Южный чернозем (Ипатовский район)			
Глыбистость, %	37 +	67 –	55 –
Сумма агрономически ценных агрегатов (10...0,25), %	61 +	31 –	42 –
СВД водоустойчивых агрегатов, мм	4,4	4,5	4,4
К стр.	1,5 +	0,4 –	0,7 +
Темно-каштановая почва (Буденновский район)			
Глыбистость, %	36 +	57 –	52 –
Сумма агрономически ценных агрегатов (10...0,25), %	61 +	40 –	44 –
СВД водоустойчивых агрегатов, мм	2,8	1,6	1,4
К стр.	1,5 +	0,7 +	0,8 +

Примечание. «+» – допустимый, «–» – критический.

номически ценных агрегатов ниже. С переходом хозяйств на прямой посев определились тенденции к восстановлению этих параметров по сравнению с традиционной технологией. Так, например, глыбистые частицы приобретают водоустойчивость, а их содержание постепенно начинает снижаться. [12] Такие явления можно оценить в качестве трендов – положительных изменений агрофизических показателей во времени.

В этой связи возникает вопрос о сроках восстановления структуры агропочв до их естественного состояния, типичного для природной экосистемы. До формирования лесополос все почвы распахивались, поэтому за начало отсчета мы берем время посадки древесно-кустарниковых пород. Возраст лесополос в зонах формирования южных черноземов и темно-каштановых почв ~ 60 лет. Фактически это время, необходимое для восстановления структуры

агропочв при полном отказе от их использования в агроценозах.

В засушливых условиях Ставрополя глыбистость и сумма агрономически ценных агрегатов в южных черноземах и темно-каштановых почвах при ПП меняются очень медленно. Требуются десятки лет, сопоставимые с возрастом лесополос в засушливой зоне, чтобы восстановить структуру, хотя бы равную первоначальной – до лесопосадок.

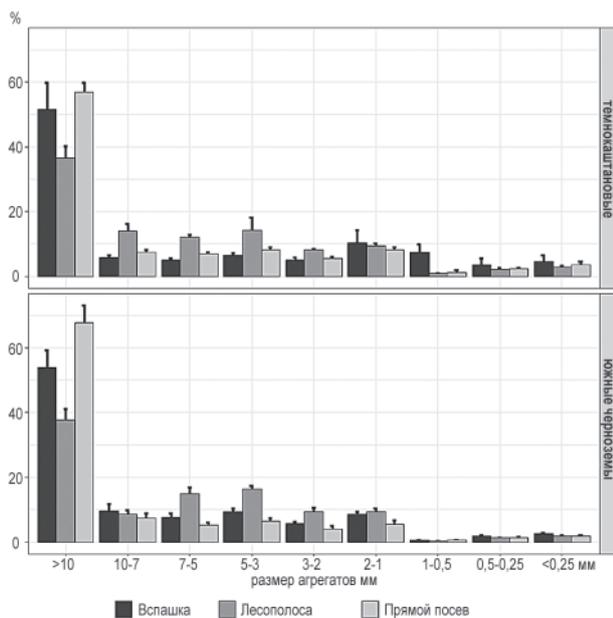
Средневзвешенные диаметры водоустойчивых агрегатов (СВД), как было ранее установлено, напрямую зависят от размеров агрегатов естественного сложения, взятых для просеивания в воде. [13] В южных черноземах они в три раза выше, чем в темно-каштановых почвах. Важно отметить, что при этом никаких различий в СВД между технологиями не наблюдается. В целом параметры СВД свидетельствуют о более интенсивном и длительном использовании южных черноземов в сельскохозяйственном производстве, по сравнению с темно-каштановыми почвами.

Коэффициент структурности рассматривается как показатель сохранности агрономически ценных агрегатов. В почвах лесополос отмечается допустимый коэффициент структурности, тогда как данные по технологиям отражают достаточно сильную выпаханность южных черноземов и темно-каштановых почв Ставрополя.

По результатам агрегатного анализа установлено сходство южных черноземов и темно-каштановых почв по отдельным показателям и отсутствие различий в технологиях. Вероятно, на уровне структурно-агрегатного анализа нельзя принять однозначное решение в пользу одной из применяемых технологий. В условиях дефицита влаги и невысокой гумусированности почв структурообразование замедлено, а высокая карбонатность почв (вскипание с поверхности) тормозит скорость восстановления агрегатов.

Морфометрические и агрохимические параметры выявили некоторые различия в свойствах почв по применяемым технологиям (табл. 2). В южных черноземах и темно-каштановых почвах разница между мощностью А1 в пахотных и не подверженных обработкам почвах составляет соответственно 19 и 10 см. Обработанные южные черноземы вскипают с поверхности почвы на участках с прямым посевом в нижней части гумусового горизонта. Такие различия в морфометрических показателях обусловлены эрозийными процессами и воздействием обработок почв. В южных черноземах доминирует дефляция, в темно-каштановых почвах преимущественно водная эрозия. [1]

Темно-каштановые почвы СПК «Архангельский» используются в прямом посеве только 7 лет, южные черноземы – в два раза дольше. Возможно, разница в мощности горизонта А1 между технологиями возделывания коррелирует с длительностью применения прямого посева. Растительные остатки на поверхности почв выполняют защитные противозерозионные функции в технологии ПП, что отражается на замедлении/прекращении эрозийных процессов. [1, 6] В ТТ почвы подвержены как водной, так и ветровой эрозии, вызывающей снижение мощности гумусового горизонта. [8]



Распределение структурных отдельностей естественного сложения по размерам в южных черноземах и темно-каштановых почвах разного вида использования.

Таблица 2.
Параметры почв по применяемым технологиям

Морфометрические и агрохимические показатели	Южные черноземы		Темно-каштановые почвы	
	Традиционная технология	Прямой посев	Традиционная технология	Прямой посев
Средняя мощность горизонта А1 (см)	33	52	45	55
Средняя мощность А1+АВ (см)	62	92	80	95
Глубина вскипания (см)	С поверхности		С поверхности	
рН водный	0...10	Не опр.	8,49	8,36
	10...20	Не опр.	8,50	8,34
Гумус (%)	0...10	Не опр.	2,47	3,24
	10...20	Не опр.	2,47	2,31

В агрохимических свойствах значимых различий в почвах разных технологий не отмечено. Тенденция увеличения содержания гумуса в поверхностном слое темно-каштановых почв в технологии ПП связана с разложением растительных остатков под воздействием биоты и мезофауны. [10]

Таким образом, за время использования в земледелии засушливой зоны Ставрополья технологии прямого посева структура почв не восстанавливается. Отмеченные различия в эффективности возделывания сельскохозяйственных культур при обработках и прямом посеве, обусловленные особенностями агро-технологий. Отказ от чистых паров и обработок почв с одновременным использованием поверхностных растительных остатков и в период между жатвой и посевом почвопокровных культур, обеспечивает противозерозионный эффект и, как следствие, снижение физического испарения, увеличение запасов влаги и биоты, усиление микробиологических процессов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Антонов, С.А. Оценка развития процессов водной эрозии на территории агроландшафтов Ставропольского края и их влияние на продуктивность / С.А. Антонов, А.Н. Есаулко, М.С. Сигида и др. // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 1 (29). – С. 67–72.
2. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России / Под ред. академиков РАН А.Л. Иванова и В.И. Киришина // М.: Россельхозакадемия. – 2009. – 518 с.
3. Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство) / М.: Изд-во МБА. – Т. 2. – 2019. – 476 с.
4. Глушко, А.Я. Деградация земельного фонда Ставропольского края в условиях интенсивного земледелия / А.Я. Глушко // Земледелие. – 2011. – № 8. – С. 5–7.
5. Дорожко, Г.Р. Влияние длительного применения прямого посева на основные агрофизические факторы плодородия почвы и урожайность озимой пшеницы в условиях засушливой зоны / Г.Р. Дорожко, О.И. Власова, О.Г. Шабалдас и др. // Земледелие. – 2017. – № 7. – С. 7–10.
6. Дридигер, В.К. Роль растительных остатков в технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы / В.К. Дридигер, Р.С. Стукалов, Р.Г. Гаджимаров // Актуальные проблемы земледелия

и защиты почв от эрозии. – Курск, ВНИИЗиЗПЭ, – 2017. – С. 39–49.

7. Дридигер, В.К. Экономическая эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края / В.К. Дридигер, А.Ф. Невечеря, И.Д. Токарев и др. // Земледелие. – 2017. – № 3. – С. 16–19.
8. Извеков, А.С. Защита почв от эрозии и воспроизводство их плодородия в южных степных и лесостепных районах России / А.С. Извеков // Бюллетень Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – 2012. – Вып. 70. – С. 79–93.
9. Кулинцев, В.В. Система земледелия нового поколения Ставропольского края / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова и др. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та. – 2013. – 520 с.
10. Кутовая, О.В. Изменение почвенно-биологических процессов и структуры микробного сообщества агро-черноземов при разных способах обработки почвы / О.В. Кутовая, А.М. Гребенников, А.К. Тхакахова // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – 2018. – Вып. 92. – С. 35–61.
11. Фрид, А.С. Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях / А.С. Фрид, И.В. Кузнецова, И.Е. Королева и др. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, – 2010. – 176 с.
12. Холодов, В.А. Интерпретация данных агрегатного состава типичных черноземов разного вида использования методами кластерного анализа и главных компонент / В.А. Холодов, Н.В. Ярославцева, В.И. Лазарев // Почвоведение. – 2016. – № 9. – С. 1093–1100.
13. Холодов, В. А. Изменение соотношения фракций агрегатов в гумусовых горизонтах черноземов в различных условиях землепользования / В.А. Холодов, Н.В. Ярославцева, Ю.Р. Фарходов // Почвоведение. – 2019. – № 2. – С. 184–193.

LIST OF SOURCES

1. Antonov, S.A. Ocenka razvitiya processov vodnoj erozii na territorii agrolandshaftov Stavropol'skogo kraja i ih vliyanie na produktivnost' / S.A. Antonov, A.N. Esaulko, M.S. Sigida i dr. // Vestnik APK Stavropol'ya. – 2018. – № 1 (29). – S. 67–72.
2. Global'nye izmeneniya klimata i prognoz riskov v sel'skom hozjajstve Rossii / Pod red. akademikov RAN A.L. Ivanova i V.I. Kiryushina // M.: Rossel'hozakademiya. – 2009. – 518 s.
3. Global'nyj klimat i pochvennyj pokrov Rossii: opustynivanie i degradaciya zemel', institucional'nye, infrastrukturnye tekhnologicheskie mery adaptacii (sel'skoe i lesnoe hozjajstvo) / M.: Izd-vo MBA. – T. 2. – 2019. – 476 s.
4. Glushko, A.Ya. Degradaciya zemel'nogo fonda Stavropol'skogo kraja v usloviyah intensivnogo zemledeliya / A.Ya. Glushko // Zemledelie. – 2011. – № 8. – S. 5–7.
5. Dorozhko, G.R. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya pryamogo poseva na osnovnye agrofizicheskie faktory plodorodiya pochvy i urozhajnost' ozimoy pshenicy v usloviyah zasushlivoj zony / G.R. Dorozhko, O.I. Vlasova, O.G. Shabaldas i dr. // Zemledelie. – 2017. – № 7. – S. 7–10.
6. Dridiger, V.K. Rol' rastitel'nyh ostatkov v tekhnologii vzdelyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur bez obrabotki pochvy / V.K. Dridiger, R.S. Stukalov, R.G. Gadzhimarov // Aktual'nye problemy zemledeliya i zashchity pochv ot erozii. – Kursk, VNIIZiZPE, – 2017. – S. 39–49.
7. Dridiger, V.K. Ekonomicheskaya effektivnost' tekhnologii No-till v zasushlivoj zone Stavropol'skogo kraja / V.K. Dri-

- diger, A.F. Nevecherya, I.D. Tokarev i dr. // *Zemledelie*. – 2017. – № 3. – S. 16–19.
8. Izvekov, A.S. Zashchita pochv ot erozii i vosproizvodstvo ih plodorodiya v yuzhnyh stepnyh i lesostepnyh rajonah Rossii / A.S. Izvekov // *Byulleten' Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva*. – 2012. – Vyp. 70. – S. 79–93.
9. Kulincev, V.V. Sistema zemledeliya novogo pokoleniya Stavropol'skogo kraja / V.V. Kulincev, E.I. Godunova, L.I. Zhelnakova i dr. – Stavropol': AGRUS Staropol'skogo gos. agrarnogo un-ta. – 2013. – 520 s.
10. Kutovaya, O.V. Izmenenie pochvenno-biologicheskikh processov i struktury mikrobnogo soobshchestva agrochernozemov pri raznyh sposobah obrabotki pochvy / O.V. Kutovaya, A.M. Grebennikov, A.K. Thakahova // *Byul. Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva*. – 2018. – Vyp. 92. – S. 35–61.
11. Frid, A.S. Zonal'no-provincial'nye normativy izmenenij agrohimicheskikh, fiziko-himicheskikh i fizicheskikh pokazatelej osnovnyh pahotnyh pochv evropejskoj territorii Rossii pri antropogennyh vozdeystviyah / A.S. Frid, I.V. Kuznecova, I.E. Koroleva i dr. – M.: Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, – 2010. – 176 s.
12. Holodov, V.A. Interpretaciya dannyh agregatnogo sostava tipichnyh chernozemov raznogo vida ispol'zovaniya metodami klaster'nogo analiza i glavnyh komponent / V.A. Holodov, N.V. Yaroslavceva, V.I. Lazarev // *Pochvovedenie*. – 2016. – № 9. – S. 1093–1100.
13. Holodov, V.A. Izmenenie sootnosheniya frakcij agregatov v gumusovyh gorizontah chernozemov v razlichnyh usloviyah zemlepol'zovaniya / V.A. Holodov, N.V. Yaroslavceva, YU.R. Farhodov // *Pochvovedenie*. – 2019. – № 2. – S. 184–193.
-
-