УДК 631.617:634.93

https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-104-108

Оригинальное исследование/Original research

Волошенкова Т.В., Дридигер В.К., Епифанова Р.Ф. Калашникова А.А., Оганджанян А.А.

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», 356241, Россия, Ставропольский край, Михайловск, ул. Никонова, д. 49 E-mail: tvoloshenkova@yandex.ru

Ключевые слова: чернозем южный карбонатный, чернозем обыкновенный, структура, дефляционно опасная фракция, лесные полосы

Для цитирования: Волошенкова Т.В., Дридигер В.К., Епифанова Р.Ф., Калашникова А.А., Оганджанян А.А. Ветроустойчивость южных карбонатных и обыкновенных черноземов в агролесоландшафтах степной зоны России. Аграрная наука. 2021; 354 (11-12): 52-60.

https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-104-108

Конфликт интересов отсутствует

Tatyana V. Voloshenkova, Viktor K. Dridiger, Raisa F. Epifanova, Anastasia A. Kalashnikova, Artur A. Ogandzhanyan

North Caucasus Federal Agricultural Research Centre, 356241, Russia, Stavropol region, Mikhailovsk, Nikonova str., 49 E-mail: tvoloshenkova@yandex.ru

Key words: southern carbonate chernozem, ordinary chernozem, structure, deflationdangerous fraction, forest belts

For citation: Voloshenkova T.V., Dridiger V.K., Epifanova R.F., Kalashnikova A.A., Ogandzhanyan A.A. Wind resistance of southern carbonate and ordinary chernozems in agroforest landscapes of the steppe zone of Russia. Agrarian Science. 2021; 354 (11-12): 104-108. (In Russ.)

https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-104-108

There is no conflict of interests

Ветроустойчивость южных карбонатных и обыкновенных черноземов в агролесоландшафтах степной зоны России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Темпы разрушения черноземов степной зоны в результате дефляции очень высоки. Существует угроза потери ими гумусового горизонта. Для оптимизации комплекса защитных мероприятий необходимо установление закономерностей формирования ветроустойчивости этих почв.

Методы. Изучена сезонная динамика структуры верхнего слоя (0-5 см) черноземов степной зоны Нижнего Поволжья и Центрального Предкавказья в сети лесных полос. Агрегатный состав определяли методом фракционирования воздушно-сухого образца. Ветроустойчивость почвы оценивали по общему содержанию ча-

Результаты. Установлено, что открытая поверхность южных карбонатных черноземов дефляционно опасна в любое время года. Выявлено два пика распыления ранней весной и перед уборкой зерновых культур. В первый период содержание частиц диаметром менее 1 мм составило 33-47%, во второй — 60-61%. Полезащитные лесные полосы снижали распыление почвы в зоне эффективного влияния. Обнаружено изменение внутренней структуры дефляционно опасной фракции в течение года. Наблюдался распад крупных агрегатов и увеличение объема более мелких. К периоду уборки количество частиц диаметром 0,5–1,0 мм сократилось в 1,7-2,6 раза по сравнению с весной. Агрегатов диаметром 0,1-0,5 мм, наиболее сильно выдуваемых ветром, стало в 1,3-1,8 раза больше. Общее распыление чернозема обыкновенного почти в два раза ниже, чем чернозема южного. Однако количество частиц диаметром 0,1-0,5 мм в дефляционно опасной фракции чернозема южного карбонатного в весенний период — 37%, в период уборки — 50-56%. А в черноземе обыкновенном уже с весны таких частиц более 55%, в дальнейшем их количество возрастает до 60%. В результате к периоду уборки опасность фракции диаметром менее 1 мм становится одинаковой у обоих подтипов чернозема. Это требует корректировки комплекса защитных мероприятий.

Wind resistance of southern carbonate and ordinary chernozems in agroforest landscapes of the steppe zone of Russia

ABSTRACT

Relevance. The rate of destruction of chernozems in the steppe zone as a result of deflation is very high. There is a threat of their loss of the humus horizon. To optimize the complex of protective measures, it is necessary to establish the regularities of the formation of wind resistance of these soils.

Methods. The seasonal dynamics of the structure of the upper layer (0-5 cm) of chernozems of the steppe zone of the Lower Volga region and the Central Pre-Caucasus in the network of forest belts is studied. The aggregate composition was determined by fractionation of an air dry sample. The wind resistance of the soil was assessed by the total content of particles with a diameter of less than 1 mm.

Results. It has been established that the open surface of southern carbonate chernozems is deflationary dangerous at any time of the year. Two spraying peaks were revealed — in early spring and before harvesting grain crops. In the first period, the content of particles with a diameter of less than 1 mm was 33–47%, in the second — 60-61%. Shelter forest belts reduced soil spraying in the zone of effective influence. A change in the internal structure of the deflationally dangerous fraction was detected during the year. The disintegration of large aggregates and an increase in the volume of smaller ones were observed. By the harvesting period, the number of particles with a diameter of 0.5–1.0 mm decreased by 1.7–2.6 times compared to the spring. Number of aggregates with a diameter of 0.1–0.5 mm, most strongly blown by the wind, increased by 1.3–1.8 times. The total dispersion of ordinary chernozem is almost two times lower than that of southern chernozem. However, the amount of particles with a diameter of 0.1-0.5 mm in the deflationary dangerous fraction of southern carbonate chernozem in the spring period is 37%, during the harvesting period — 50-56%. And in ordinary chernozem, already since the spring, there are more than 55% of such particles, in the future their number increases to 60%. As a result, by the harvesting period, the danger of a fraction with a diameter of less than 1 mm becomes the same for both subtypes of chernozems. This requires adjusting the complex of protective measures

Поступила: 31 августа После доработки: 22 сентября Принята к публикации: 28 сентября Received: 31 August Revised: 22 September Accepted: 28 September

Введение

Одним из ведущих факторов деградации почв Северного Кавказа и Нижнего Поволжья является дефляция. Географическое положение этих регионов способствует возникновению больших барических градиентов и, как следствие, сильных ветров, вызывающих пыльные бури [1]. Это влечет за собой большие потери почвенного плодородия, что особенно актуально для наиболее ценных черноземных почв, широко распространенных в степной зоне юга России. По данным Е.И. Рябова, темпы их разрушения настолько велики, что к концу уже этого столетия мы можем потерять гумусовый горизонт черноземов [2].

К сожалению, с 90-х годов прошлого века масштабные исследования в области дефляции были свернуты, и ряд важных вопросов остался неизученным. А знание закономерностей формирования ветроустойчивости разных типов почв весьма актуально, так как позволит в перспективе оптимизировать комплекс защитных мероприятий.

Податливость почв дефляции во многом определяется их генетическими особенностями. Среди черноземных почв черноземы обыкновенные считаются устойчивыми, а черноземы южные карбонатные — наименее устойчивыми к разрушению ветром. При этом воздействие климатических факторов в осенне-зимне-весенний период, обработка почв, карбонатность способствуют еще большему их распылению [3, 4].

Пыльная буря 2015 года, нанесшая большой урон сельскому хозяйству юга России [5, 6], показала, что меньше всего пострадали хозяйства, расположенные в сети лесных полос и применявшие почвосберегающие агротехнологии.

В этом отношении интересна технология «No-till», в которой воздействие сельскохозяйственных орудий на почву минимально и осуществляется только при посеве культур [7]. В данном случае из трех основных факторов распыления — климат, свойства самих почв и действие обрабатывающих орудий — можно рассматривать только первые два.

С учетом вышесказанного целью исследований было выяснение закономерностей формирования ветроустойчивости черноземов южных карбонатных и черноземов обыкновенных степной зоны юга России на лесомелиорированной территории при минимальном воздействии техники на почву.

Методика

Изучение черноземов южных карбонатных проводили в 2016–2018 гг. на базе фермерских хозяйств степной зоны Волгоградской области (Михайловский район). Почвы опытных объектов — черноземы южные маломощные и среднемощные карбонатные и перерыто-карбонатные глинистые и тяжелосуглинистые.

Исследование черноземов обыкновенных проводили в 2019–2021 гг. на базе опытного поля ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», расположенного в степной зоне (неустойчивого увлажнения) Ставропольского края. Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным среднемощным слабогумусированным тяжелосуглинистым.

Объекты располагались в сети достаточно хорошо сохранившихся лесных полос высотой 7–10 м. Породный состав — ясень зеленый (*Fraxinus lanceolata*) в Волгоградской области и гледичия обыкновенная (*Gleditsia fracanfhos L.*) — в Ставропольском крае. Конструкция лесных полос в безлистном состоянии — ажурная с про-

светностью 30–40%, в полуоблиственном — слабоажурная со средней просветностью профиля около 14,5%.

На всех опытных объектах при возделывании сельскохозяйственных растений применялась технология «No-till», которая предусматривает прямой посев культур без основной обработки почвы. Наблюдения проводили в звене севооборота «озимая пшеница — подсолнечник».

В межполосных пространствах в разные сезоны года определяли структуру верхнего (0–5 см) слоя почвы методом фракционирования воздушно сухого образца на ситах с отверстиями разного диаметра (от 50 до 0,1 мм) [8]. Дефляционную опасность (или ветроустойчивость) почвы оценивали по общему содержанию частиц диаметром менее 1 мм в слое 0–5 см [9, 10].

Результаты

Изучение структуры южных карбонатных черноземов выявило значительную сезонную изменчивость содержания фракции диаметром менее 1 мм и существенное влияние на этот показатель полезащитных лесных насаждений.

Надо сказать, что в осеннее-зимне-весенний период под действием климатических факторов почва подвергается многократным циклам замораживания — оттаивания, увлажнения — высушивания, что способствует разрушению крупных почвенных агрегатов и вследствие этого увеличению распыленности [11, 12].

В наших исследованиях в ранневесенний период содержание «пылящей» фракции изменялось по межполосному пространству в достаточно широких пределах. В зоне до $10-12\,H$ от лесной полосы (H — высота насаждения) оно составило 17,1-22,3%, вне этой зоны — возрастало до 33,5-47,2%, то есть почти достигало верхнего предела дефляционной устойчивости почв, принятого равным 50% (рис. 1).

Причиной такой дифференциации является отложение снежных шлейфов у лесных полос. Слой снега способствовал уменьшению частоты и амплитуды колебаний температуры в зимний период, а также повышению влажности почвы [13], что положительно отразилось на связности почвенных агрегатов и снизило распыление.

В более поздние сроки при отсутствии осадков и иссушении почвы в процессе роста и развития агроценозов распыление почвы резко увеличилось, достигнув максимума в период перед уборкой зерновых культур (Ідекада июля). В этот момент содержание фракции диаметром менее 1 мм составило 35,7–61,3%. При этом положительное воздействие лесных полос сохраня-

Рис. 1. Сезонная динамика распыления почвы в межполосном пространстве (чернозем южный карбонатный)

Fig. 1. Seasonal dynamics of soil dispersion in the interband space (southern carbonate chernozem)

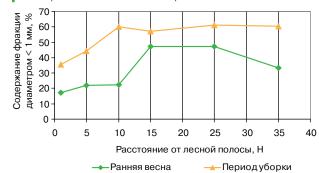


Рис. 2. Распыление поверхности южного карбонатного чернозема при высыхании

Fig. 2. Dispersion of the surface of the southern carbonate chernozem during drying



лось, хотя протяженность зоны влияния несколько сократилась (до $5-7\,H$).

На существование двух пиков распыления (в мартеапреле и в период от уборки сельхозкультур до следующей обработки) для открытых черноземов Северного Кавказа указывали в свое время П.С. Трегубов и Г.И. Васильев [14]. Однако это относилось к обрабатываемым почвам и влияние лесных полос ими не учитывалось.

Нужно отметить, что при иссушении почвы распыление южных карбонатных черноземов проявлялось настолько сильно, что обнаруживалось невооруженным взглядом (рис. 2).

Анализ почвенных кернов из пробуренных скважин показал, что если в весенний период нижняя граница распыленного слоя наблюдалась на глубине 10–20 см, то в предуборочный период она опускалась до 30 см.

Известно, что сама фракция диаметром менее 1 мм неоднородна и дефляционная опасность разных ее частей несколько отличается. По одним данным, наиболее сильно подвержены выдуванию почвенные агрегаты диаметром 0,05–0,5 мм [15], по другим — 0,1–0,5 мм [11], хотя в целом это относится к одному диапазону. Частицы диаметром 0,59–0,84 мм перемещаются ветром путем перекатывания, а диаметром 2–100 мкм (менее 0,1 мм — прим. автора) — во взвешенном состоянии [16, 17].

Нашими исследованиями было установлено, что в течение года изменяется не только общее количество дефляционно опасных частиц, но и внутренняя структура этой фракции. Более подробный агрегатный анализ позволил выявить ряд важных закономерностей (табл. 1).

Ранней весной, когда почва прошла многократные циклы замораживания — оттаивания, увлажнения — высушивания, она приобретает структуру, обусловленную ее генетическими особенностями. В этот момент дефляционно опасная фракция представлена в основном частицами диаметром 0,5–1,0 мм, которые составляют 57,7–67,7% от ее общей массы. Агрегаты диаметром 0,1–0,5 мм, выдуваемые в первую очередь, занимают 30,5–40,0%, а диаметром менее 0,1 мм — всего 1,8–3,5%.

В дальнейшем наблюдалась дезагрегация частиц диаметром 0,5–1,0 мм, а содержание более мелких фракций возрастало. Высыхание верхнего слоя почвы не только не затормозило этот процесс, но даже активизировало его. В результате к периоду уборки зерновых культур при резком увеличении распыления количество самых крупных в составе дефляционно опасной фракции агрегатов диаметром 0,5–1,0 мм сократилось в 1,7–2,6 раза по сравнению с ранней весной. Содержание более мелких частиц, наоборот, возросло. Микроагрегатов диаметром менее 0,1 мм стало больше в 4,0–11,3 раза, хотя в общей массе они занимали всего 14,0–23,7%. Количество же наиболее сильно выдуваемых частиц диаметром 0,1–0,5 мм увеличилось в 1,3–1,8 раза и достигло 50,4–56,0%.

Из этого следует, что возрастает не только общее количество «пылящей» фракции, но и ее предрасположенность к выдуванию. В результате неустойчивость открытой поверхности южных карбонатных черноземов к разрушению ветром от весны к осени неуклонно увеличивается. При этом надо отметить, что лесные полосы снижают количество дефляционно опасной фракции за счет своего мелиоративного эффекта, но процентное соотношение агрегатов внутри фракции определяется в большей мере генетическими свойствами самой почвы.

Таблица 1. Агрегатный состав фракции диаметром менее 1 мм (чернозем южный карбонатный)

Table 1. Aggregate composition of the fraction with a diameter of less than 1 mm (southern carbonate chernozem)

Расстояние от лесной полосы, <i>H</i>	Содержание агрегатов (%)* диаметром (мм)					
	0,5-1,0	0,1-0,5	менее 0,1			
Ранняя весна						
1	61,24	35,25	3,51			
5	57,67	40,03	2,30			
10	63,02	34,88	2,10			
15	67,70	30,47	1,84			
25	63,70	33,17	3,14			
35 (контроль — открытое поле)	59,83	37,24	2,93			
Период уборки зерновых культур						
1	33,64	52,20	14,16			
5	33,58	52,47	13,95			
10	25,88	50,39	23,73			
15	32,62	53,31	14,07			
25	24,50	52,41	23,08			
35 (контроль — открытое поле)	28,46	56,04	15,50			
$F_{ m kput.}$	4,96	4,96	4,96			
$F_{ m факт.}$	221,32	130,78	58,73			
Примечание: * — процент от общего веса фракции диаметром менее 1 мм.						

Дисперсионный анализ [18] данных показал существенность различий между весенним и летним периодом как по общему содержанию фракции даметром менее 1 мм ($F_{\text{крит.}}$ = 4,96, $F_{\phi a \text{кr.}}$ = 9,76, $F_{\phi a \text{кr.}}$ > $F_{\text{крит.}}$), так и по отдельным ее частям ($F_{\phi a \text{кr.}}$ = 58,73 и более, см. таблицу 1).

В отличие от южных карбонатных черноземов, черноземы обыкновенные считаются более устойчивыми к разрушению ветром. Изучение этого типа почв проводилось в межполосных пространствах, но за пределами влияния ветроударных лесных полос, на расстоянии от них $35\ H$ и более (табл. 2).

Действительно, в среднем за годы исследований содержание дефляционно опасной фракции в весенний период составило 18,73%, что в 1,8 раза меньше, чем у чернозема южного карбонатного на таком же расстоянии от лесной полосы (см. таблицу 1). В течение вегетации, даже при отсутствии активного воздействия сельскохозяйственных орудий на почву, также наблюдалась дезагрегация крупных почвенных комочков, как и в случае с черноземом южным. В результате этого к периоду уборки количество «пылящей» фракции увеличилось в 1,5 раза, хотя и не достигло верхнего предела устойчивости.

Однако при рассмотрении внутренней структуры фракции диаметром менее 1 мм наблюдались совершенно другие закономерности. У чернозема южного карбонатного наиболее опасная часть (с диаметром агрегатов 0,1–0,5 мм) в весенний период составляет около одной трети фракции и к уборке увеличивается до половины. У чернозема обыкновенного, напротив, эта часть уже с весны составляет более 55%

и к уборке становится еще больше, хоть и ненамного (в 1,09 раза) — количество же самой мелкой, «летящей» части диаметром менее 0,1 мм возрастает в 1,5 раза. То есть в целом фракции диаметром менее 1 мм образуется меньше, но она уже с весны более податлива к дефляции. При высоких скоростях ветра это может привести к весьма интенсивному выдуванию верхнего слоя почвы. Таким образом, считая черноземы обыкновенные ветроустойчивыми почвами, мы несколько недооцениваем опасность их разрушения в период пыльных бурь.

Дефляционно опасную фракцию рассматриваемых почв можно разделить на две части — более тяжелую (диаметром 0,5–1,0 мм), передвигающуюся перекатыванием и волочением, и более мелкую (диаметром 0,1–0,5 и менее 0,1 мм), передвигающуюся сольтацией (скачкообразно) и во взвешенном состоянии (рис. 3).

Исходя из полученных данных, логично предположить, что при высоких скоростях ветра открытая сухая поверхность этих почв может начать дефлировать практически одновременно.

Таблица 2. Сезонная динамика и агрегатный состав фракции диаметром менее 1 мм (чернозем обыкновенный)

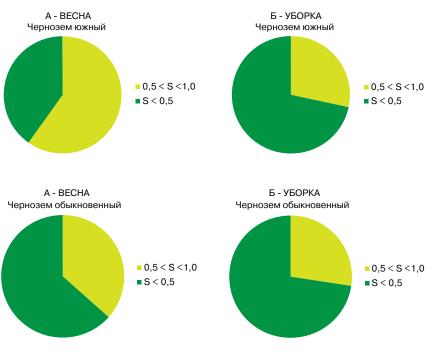
Table 2. Seasonal dynamics and aggregate composition of the fraction with a diameter of less than 1 mm (ordinary chernozem)

Период	Содержание фракции диаметром менее 1 мм, %*	Содержание агрегатов (%)** диаметром (мм)		
		0,5-1,0	0,1-0,5	менее 0,1
Ранняя весна	18,73	36,54	55,10	8,36
Уборка зерновых культур	28,09	27,37	60,05	12,57
F _{крит.}	7,71			
$F_{ m факт.}$	7,97			
		_		

Примечание: * — процент от массы всего образца почвы;

Рис. 3. Сезонная динамика соотношения различных частей (S, %) дефляционно опасной фракции

Fig. 3. Seasonal dynamics of the ratio of different parts (S, %) of the deflationary dangerous fraction



Выявленные закономерности объясняют причину высокой интенсивности разрушения в период пыльных бурь как более податливых черноземов южных карбонатных, так и считающихся устойчивыми черноземов обыкновенных. С учетом этого оба изученных подтипа чернозема требуют применения защитных мер, направленных на снижение скорости ветра в приземном слое воздуха и прерывание «лавинного эффекта», таких как лесные насаждения и почвосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур с оставлением на поверхности экрана из пожнивных остатков.

Выводы

1. Открытая поверхность южных карбонатных черноземов дефляционно опасна в любое время года. Существует два пика распыления — весной и в период уборки зерновых культур, когда содержание фракции диаметром менее 1 мм достигает, соответственно, 33–47 и 59–62%. Распыление чернозема обыкновенного в эти же периоды почти в два раза ниже.

^{** —} процент от массы фракции диаметром менее 1 мм.

- 2. Выявлено изменение внутренней структуры дефляционно опасной фракции. Содержание в ней частиц диаметром 0,1–0,5 мм, наиболее интенсивно выдуваемых, в черноземе южном карбонатном в весенний период составляет приблизительно одну треть, а к периоду уборки возрастает до 50–56%. А в черноземе обыкновенном уже с весны таких частиц более 55%, и в дальнейшем их количество возрастает до 60%. В результате к периоду уборки опасность фракции диаметром менее 1 мм становится одинаковой у обоих подтипов черноземов.
- 3. Лесные полосы способствуют уменьшению распыления почвы в зоне своего эффективного влияния, но динамика внутренней структуры дефляционно опасной

- фракции определяется генетическими свойствами самих почв.
- 4. Выявленные закономерности необходимо учитывать при проектировании и оптимизации комплекса защитных мероприятий на землях, подверженных дефляции.

Благодарности

Часть полевого материала получена Т.В. Волошенковой в период работы в ФНЦ агроэкологии РАН (г. Волгоград) в лаборатории агроэкологии и прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов. Автор выражает искреннюю благодарность руководителю лаборатории доктору с.-х. наук Ольге Васильевне Рулевой за помощь в организации и проведении исследований.

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

- 1. Сажин А.Н., Кулик К.Н., Васильев Ю.И. Погода и климат Волгоградской области. Изд. 2-е, перераб. и доп. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН. 2017. 334 с. [Sazhin A.N., Kulik K.N., Vasiliev Yu.I. Weather and climate of the Volgograd region. 2nd Ed., red. and add. Volgograd: FNC agroekologii RAN. 2017. 334 p. (in Russ.)]
- 2. Жученко А.А. (ред.), Трухачев В.И. (ред.) Системы земледелия Ставрополья: монография. Ставрополь: АГРУС. 2011. 844 с. [Zhuchenko A.A. (ed.), Trukhachev V.I. (ed.). Systems of agriculture in Stavropol: a monograph. Stavropol: AGRUS. 2011. 844 p. (in Russ.)]
- 3. Васильев Ю.И. Противодефляционная устойчивость почв Северного Кавказа. Волгоград: *ВНИАЛМИ*. 1997. 188 с. [Vasiliev Yu.I. Anti-deflationary stability of soils of the North Caucasus. Volgograd: *VNIALMI*. 1997. 188 p. (in Russ.)]
- 4. Долгилевич М. И. Пыльные бури и агролесомелиоративные мероприятия. М.: *Konoc*. 1978. 159 с. [Dolgilevich M.I. Dust storms and agroforestry measures. M.: *Kolos*. 1978. 159 р. (in Russ.)]
- 5. Кулик К.Н., Дубенок Н.Н. Пыльные бури на Нижней Волге весной 2015 года. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2016; 1: 4-7. [Kulik K.N., Dubenok N.N. Dust storms on the Lower Volga in the spring of 2015. Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2016; 1: 4-7. (in Russ.)]
- 6. Рулев А.С., Беляков А.М., Сарычев А.Н. Исследование проявления дефляции почв в условиях Волгоградской области. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016; 2 (42): 101-107. [Rulev A.S., Belyakov A.M., Sarychev A.N. Investigation of the manifestation of soil deflation in the conditions of the Volgograd region. Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2016; 2 (42): 101-107. (in Russ.)]
- 7. Дридигер В.К. О методике исследований технологии No-till. Достижения науки и техники в АПК. 2016; Т.30(4): 30-32. [Dridiger V.K. About the methodology of research of the No-till technology. Dostizheniya nauki i tekhniki v APK. 2016; Vol. 30(4): 30-32. (in Russ.)]
- 8. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат. 1986. 416 с. [Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods of studying the physical properties of soils. Moscow: *Agropromizdat*. 1986. 416 p. (in Russ.)]
- 9. Долгилевич М.И., Васильев Ю.И., Сажин А.Н. и др. Методические указания по размещению полезащитных лесных полос в районах с активной ветровой эрозией. М: ВАСХНИЛ. 1984. 59 с. [Dolgilevich M.I., Vasiliev Yu.I., Sazhin A.N., etc. Methodological guidelines for the placement of protective forest strips in areas with active wind erosion. Moscow: VASHNIL. 1984. 59 p. (in Russ.)]
- 10. Бухонов А.В., Худяков О.И., Борисов А.В. Изменения структурно-агрегатного состояния почв Нижнего Поволжья за последние 3500 лет в связи с динамикой климата. *Почвоведение*. 2018;

- 6: 710-719. [Bukhonov A.V., Khudyakov O.I., Borisov A.V. Changes in the structural and aggregate state of the soils of the Lower Volga region over the past 3500 years in connection with climate dynamics. *Pochvovedenie*. 2018; 6: 710-719. (in Russ.)]
- 11. Васильев Ю.Й., Сажин А.Н. Противодефляционная устойчивость почв в зависимости от их влажности. Сб. науч. тр.: Агролесоландшафты: проблемы, свойства, управление и оценка. Вып. 1(106). Волгоград: ВНИАЛМИ. 1995. С. 82-94. [Vasiliev Yu. I., Sazhin In. Agroforestry landscapes: problems, properties, management and assessment: problems, properties, management and assessment. Issue 1(106). Volgograd: VNIALMI. 1995. pp. 82-94. (in Russ.)]
- 12. Васильев Ю.И., Сергеева И.С. Влияние температурных характеристик климата и их динамики на структуру различных по типу и разновидности почв. Роль и место агролесомелиорации в современном обществе: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию ВНИАЛМИ, г. Волгоград, 10-13 октября 2006 г. Волгоград: ВНИАЛМИ. 2007. С. 53-61. [Vasiliev Yu.I., Sergeeva I.S. Influence of temperature characteristics of climate and their dynamics on the structure of soils of different types and varieties. In: The role and place of agroforestry in modern society: Materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 75th anniversary of VNIALMI, Volgograd, October 10-13, 2006. Volgograd: VNIALMI. 2007. S. 53-61. (in Russ.)]
- 13. Кулик К.Н. (ред.), Иванов А. Л. (ред.) Агролесомелиорация, изд. 5-е, перераб. и доп. Волгоград: ВНИАЛМИ. 2006. 746 с. [Kulik K.N. (ed.), Ivanov A. L. (ed.) Agroforestry, ed. 5th, rev. and add. Volgograd: VNIALMI. 2006. 746 p. (in Russ.)]
- 14. Трегубов П.С., Васильев Г.И. Некоторые особенности развития процессов ветровой эрозии на Северном Кавказе. В кн.: Эрозия почв озера Байкал и меры борьбы с ней. Улан-Удэ. 1977. С. 30-35. [Tregubov P.S., Vasiliev G.I. Some features of the development of wind erosion processes in the North Caucasus. In: Soil erosion of Lake Baikal and measures to combat it. Ulan-Ude. 1977; 30-35. (in Russ.)]
- 15. Chepil W.S. Relation of wind erosion to the water stable and dry clod structure of soil. *Soil Sci.* 1943; V. 55(4): 275-278.
- 16. Козырева Л.В., Данилова Т.Н., Ефимов А.Е. Рекомендации по выбору противоэрозионных агромелиоративных мероприятий. СПб. 2009. 151 с. [Kozyreva L.V., Danilova T.N., Efimov A.E. Recommendations for the selection of anti-erosion agromeliorative measures. SPb. 2009. 151 p. (in Russ.)]
- 17. Gilette D.A. Wind erosion. Soil Conservation: An Assessment of the National Resources Inventory. 1986; v. 2: 129-155.
- 18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. 2011. 392 с. [Dospekhov B.A. Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results). Moscow. 2011. 392 p. (in Russ.)]

ОБ АВТОРАХ:

Волошенкова Татьяна Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией оценки экологического состояния агроценозов Дридигер Виктор Корнеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель научного направления

Епифанова Раиса Филипповна, ведущий научный сотрудник лаборатории оценки экологического состояния агроценозов Калашникова Анастасия Александровна, младший научный сотрудник лаборатории оценки экологического состояния агроценозов

Оганджанян Артур Артурович, научный сотрудник лаборатории оценки экологического состояния агроценозов

ABOUT THE AUTHORS:

Voloshenkova Tatyana Vladimirovna, Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Head of the Laboratory for Assessment of the Ecological State of Agrocenoses

Dridiger Viktor Korneevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Scientific Direction

Epifanova Raisa Filippovna, Leading Researcher at the Laboratory for Assessment of the Ecological State of Agrocenoses **Kalashnikova Anastasia Aleksandrovna,** Junior Researcherat the Laboratory for Assessment of the Ecological State of Agrocenoses

Ogandzhanyan Artur Arturovich, Researcher at the Laboratory for Assessment of the Ecological State of Agrocenoses