

ten in the grain of spring wheat, depending on the methods of application of mineral fertilizers In studies conducted in LLC "Kameshkirsky Mixed Fodder Plant" (Penza region) found that the introduction of fertilizers in direct seeding technologies had different effects on the yield and quality of spring wheat. The highest increments of grain of spring wheat were on variants with joint application of fertilizers during sowing and fertilizing, which ensured an increase in the increase by 21,8 %.

УДК: 551.4: 631.439: 631.434: 631.425.5

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕПО ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

*Деревягин С.С., кандидат сельскохозяйственных наук
Медведев И.Ф., доктор сельскохозяйственных наук
Верин А.Ю.*

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Юго-Востока», Россия, 410010, г. Саратов, ул.Тулайкова, 7, e-mail:
sergey_derevyagin@mail.ru

Ключевые слова: Тяжелые металлы, гранулометрический состав, микроагрегатный состав, плотность сложения, порозность.

В статье рассматриваются вопросы влияния севооборотов на гранулометрический состав, микроагрегатный состав, плотность сложения, порозность верхнего горизонта почвы, приуроченной к различным элементам рельефа. Оценена связь содержания тяжелых металлов различной степени подвижности в почвенных агрегатах верхних слоев почвенного профиля черноземов южных Приволжской возвышенности.

Агрофизические свойства почвы, и особенно ее гранулометрический состав, оказывают значительное влияние на плодородие и все процессы, составляющие сущность почвообразования. Например, с величиной частиц почвы связаны емкость поглощения, общий объем пор и их размер, водоудерживающая способность, водопроницаемость, температурный режим, способность к набуханию [1]. Пестрота гранулометрического состава обусловлена особенностями материнской породы, а также неравнозначностью экологических условий его формирования на различных элементах рельефа экологической полосы. Су-

существующая тенденция возрастания содержания кислоторастворимых форм в корнеобитаемом слое почвы диктует необходимость вести мониторинг и совершенствовать методологию оценки экологических параметров почв. Нижнее Поволжье является регионом, где одновременно высоко развиты аграрное и промышленное производство, что на фоне разнообразия климатических и почвенных условий усложняет задачи экологизации сельскохозяйственного производства и экологической классификации почв. При анализе литературных источников и результатов почвенно-экологического мониторинга было выдвинуто предположение о роли агрофизических факторов в формировании депо тяжелых металлов в региональных почвах.

Методика исследований. Полевые исследования проводились в 2010-2017 гг. в рамках многолетнего сертифицированного РАСХН опыта на полях ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Почвенные разрезы закладывались по линии экологической полосы с учетом влияния форм и элементов рельефа, а также с учетом мелиоративного воздействия систем лесных полос и многолетних трав. На склоне южной экспозиции: в верхней и нижней его части, под различными севооборотными участками (зернопаровой, зернотравяной севообороты).

Гранулометрический состав почвы определялся пирофосфатным методом по Н.А. Качинскому, плотность сложения почвы – методом режущего кольца в пятикратной повторности по Н.А. Качинскому, общая порозность – расчетным способом по Вадюниной и Корчагиной, структурное состояние почвы – методом сухого и мокрого просеивания по методу Саввинова [2].

Химический анализ почвенных и растительных проб на содержание малоподвижных форм, извлекаемых раствором HCl (1n HCl), и высокоподвижных форм, извлекаемых ацетатно-аммиачным буферным раствором с pH 4,8 (ААБ), проводился в сертифицированных лабораториях сети региональной Агрохимслужбы в 2007-2017 гг.

Результаты исследований. Сравнительная оценка гранулометрического состава почв опытного стационара выявила увеличение по склону количества частиц $< 0,01$ мм на фоне зернопарового севооборота с 47,7 % до 54,4 %. Это может быть связано с перемещением частиц физической глины при эрозионных процессах. Многолетние травы зернотравяного севооборота в период возникновения эрозионных процессов играют роль физического барьера, поэтому содержание физической глины вниз по склону менее существенно – с 49,5 до 50,7 %.

Установлены значимые корреляционные связи содержания отдельных фракций с физическими и водно-физическими свойствами почв. Так, на южном склоне повышение песчаных фракций способст-

вует ухудшению физических свойств: снижается количество ценных (0,25-10 мм) ($r = -0,66$) и водопрочных ($> 0,25$ мм) ($r = -0,71$) агрегатов, повышается глыбистость ($r = 0,69$), плотность сложения почвы ($r = 0,82$), сокращается поровое пространство ($r = -0,82$).

На склоне северной экспозиции отмечена отрицательная связь между содержанием в почве фракции крупной пыли и содержанием агрономически ценных ($r = -0,48$) и водопрочных агрегатов ($r = -0,96$), общей порозностью ($r = -0,66$).

В пахотном горизонте ложбинных почв повышение фракций физической глины и ила вызывает снижение агрономически ценных агрегатов ($r = -0,65$ и $r = -0,75$ соответственно) и общей порозности ($r = -0,72$, $r = -0,82$ соответственно), увеличение глыбистых частиц ($r = 0,81$ и $r = 0,89$ соответственно) и плотности сложения ($r = 0,65$ и $r = 0,75$ соответственно). Аналогичные данные были получены на степных черноземных почвах Приволжской возвышенности [3, 4].

При корреляционном анализе были выявлены существенные связи между размерами почвенных агрегатов и содержанием в них различных по подвижности форм тяжелых металлов (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов в почвенных агрегатах (мг/кг) и их связь с размером частиц

Элемент агроландшафта	Размер агрегатов, мм	Zn	Cu	Ni	Pb	Cd
Водораздел	2	32,02	17,76	28,28	10,52	0,25
	0,5	31,05	14,53	25,94	8,39	0,26
	0,25	30,65	14,54	24,35	8,33	0,3
	0,1	27,45	13,29	23,71	8,07	0,26
Коэф. корреляции		0,70	0,98	0,96	1,00	-0,54
Южный склон	2	28,21	14,08	25,49	7,92	0,27
	0,5	27,41	13,23	23,95	7,83	0,29
	0,25	24,63	11,91	22,47	7,1	0,31
	0,1	24,01	12,21	20,62	6,38	0,3
Коэф. корреляции		0,82	0,90	0,86	0,71	-0,92

Такая дифференциация возникла вследствие различного характера дислокации форм металлов в почвенной системе. Кислоторастворимые (валовые) формы находятся в достаточно тесной связи с почвенными коллоидами, большинство из которых представляет собой

минерально-органические структуры, определяющие водно-физические свойства почв. Поэтому корреляция с размерами почвенных агрегатов для таких соединений, как правило, очень высока ($r=0,7-1,0$). Исключение составляет только кадмий (Cd), обнаруживший обратную корреляцию.

Таблица 2 – Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвенных агрегатах (мг/кг) и их связь с размером частиц

Элемент агроландшафта	Размер агрегатов, мм	Zn	Cu	Ni	Pb	Cd	As
Водораздел	>0,5	0,15	0,02	0,02	0,02	0,03	2,4
	0,25-0,5	0,21	0,02	0,12	0,02	0,03	2,75
	0,1-0,25	0,29	0,14	0,2	0,55	0,02	2,4
	<0,1	0,56	0,05	0,25	0,02	0,04	1,3
Коэф. корреляции		-0,69	-0,50	-0,93	-0,35	-0,07	0,36
Южный склон	>0,5	0,09	0,02	0,05	1,65	0,04	1,3
	0,25-0,5	0,22	0,33	0,02	4,15	0,04	2,5
	0,1-0,25	0,17	0,02	0,46	5,88	0,05	2,75
	<0,1	0,98	0,26	0,11	0,02	0,06	2,4
Коэф. корреляции		-0,56	-0,50	-0,41	-0,22	-0,67	-0,95

Подвижные формы тяжелых металлов, находясь преимущественно в почвенном растворе, наименее тесно связаны с органическим веществом почв. Вероятно, подвижные формы свинца (Pb) и никеля (Ni), содержащиеся в частицах почвы размером 0,1-0,5 мм имеют антропогенное происхождение.

Заключение. Таким образом, в изучаемых почвах элементов рельефа экологической полосы преобладает (25,9-30,6 %) илистая фракция. Многолетние травы способствуют обогащению верхнего пахотного горизонта илистыми фракциями и меньшему перераспределению механических частиц по всей длине склонов. Микроагрегатный состав влияет на формирование преимущественно кислоторастворимых (валовых) форм тяжелых металлов в корнеобитаемом слое. Результаты исследований позволяют приблизиться к пониманию роли агрофизических факторов в формировании экологического качества растениеводческой продукции в зоне антропогенного влияния.

Библиографический список:

1. Воронин, А.Д. Основы физики почв / А.Д. Воронин. – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 1986. – 244 с.
2. Качинский, Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н.А. Качинский. – М.: Изд-во академии наук СССР. – 1958. – 192 с.
3. Медведев, И.Ф. Эколого-мелиоративные особенности развития почвенной системы в зоне влияния лесных полос / И.Ф. Медведев, Д.А. Анисимов, А.А. Бочков // Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова – Саратов. – 2013 г. – №11. – С.3-9.
4. Медведев, И.Ф. Основные факторы формирования глубины промерзания почвы в агроландшафте / И.Ф. Медведев, Д.А. Анисимов, Д.И. Губарев, К.А. Азаров // Аграрный научный журнал. – 2015. № 8. – С. 29-32.

AGROPHYSICAL ASPECTS OF DEPOT FORMATION OF HEAVY METALS IN SOILS OF THE LOWER VOLGA REGION

Derevyagin S.S., Medvedev I.F., Verin A.Yu.

Key words: *Heavy metals, granulometric composition, micro aggregate composition, density of addition, porosity.*

The article deals with the impact of crop rotations on the granulometric composition, the microaggregate composition, the density of aggregation, the porosity of the upper soil horizon, confined to various relief elements. The connection between the content of heavy metals of various degrees of mobility in soil aggregates of the upper layers of the soil profile of the chernozems of the southern Volga Upland is estimated.