

УДК 631.445.4:631.417.1

## ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО НА ЕГО СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В АГРЕГАТАХ РАЗНОГО РАЗМЕРА

В.Г. МАМОНТОВ<sup>1</sup>, Б.М. КОГУТ<sup>2</sup>, Л.П. РОДИОНОВА<sup>1</sup>, О.В. РЫЖКОВ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

<sup>2</sup>Почвенный институт имени В.В. Докучаева, г. Москва;

<sup>3</sup>Центрально-Черноземный государственный биосферный заповедник  
им. В.В. Алехина, г. Курск)

*Изучено структурное состояние и содержание органического углерода в воздушно-сухих и водопрочных агрегатах целинного и пахотного чернозема типичного. Установлено, что целинный чернозем характеризуется высокой степенью оструктуренности. Около 90% агрегатов имеют размер 0,25-10 мм, причем около 85% структурных отдельностей являются водопрочными. Длительное сельскохозяйственное использование чернозема изменило его структурное состояние. Возросла глыбистость структуры и ухудшилась ее водопрочность, уменьшился средний диаметр водопрочных агрегатов.*

*В целинном черноземе 90% органического углерода локализовано в агрономически ценных воздушно-сухих агрегатах размером 10-0,25 мм, при этом 56% органического углерода сосредоточено в наиболее важной части структуры – воздушно-сухих агрегатах размером 5-1 мм. В пахотном черноземе содержание органического углерода в воздушно-сухих агрегатах в целом ниже по сравнению с таковым аналогичных фракций целинного чернозема. Меньше всего содержание углерода в агрегатах размером > 10, 10-7 мм и фракции < 25 мм. В целинном черноземе в водопрочных агрегатах сосредоточено 85% от общего количества органического углерода, при этом 53% углерода приходится на долю водопрочных агрегатов размером 5-1 мм. В пахотном черноземе на долю водопрочных агрегатов приходится 66% от общего содержания органического углерода, причем 54% углерода сосредоточено в агрегатах размером 1-25 мм.*

*Показана некорректность сопоставления данных по содержанию органического углерода в воздушно-сухих и водопрочных агрегатах, выделяемых по методу Саввинова. Отмечено, что для этих целей следует применять метод Саввинова в модификации Хана.*

**Ключевые слова:** почвенная структура, воздушно-сухие агрегаты, водопрочные агрегаты, органический углерод.

Значение структуры для почвы многопланово. С одной стороны, это один из ее важнейших морфологических признаков. С другой стороны, от характера почвенной структуры, от размера и свойств агрегатов во многом зависит водно-воздушный режим почвы, с которым в свою очередь непосредственно связаны окислительно-восстановительный, пищевой и микробиологический режимы, во многом

определяющие уровень эффективного плодородия почв и продуктивность естественных и агроценозов. Наряду с этим совокупность почвенных агрегатов совместно с почвенными конкрециями представляет собой один из иерархических уровней организации почвы, на котором происходит локализация ряда почвенных процессов и явлений, обуславливающих миграцию, сорбцию и прочность закрепления веществ, характер их поглощения корневой системой растений. Например, установлено, что с поверхности агрегатов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  поглощаются корнями растений в 2-3 раза интенсивнее, чем из внутриагрегатного пространства, причем эта особенность может быть экстраполирована и на поглощение растениями и других элементов [9].

Почвенную структуру подразделяют на макроструктуру – отдельные, имеющие размер  $> 0,25$  мм, и микроструктуру размером  $< 0,25$  мм, а ее изучение обычно ограничивается оценкой содержания в почве разных по размерам и водопрочности фракций макроагрегатов. Реже изучается механическая прочность структуры и другие показатели. Между тем почвенный агрегат – элементарная единица почвенной структуры, сам по себе являющийся довольно сложным образованием, что особенно касается макроагрегатов.

Почвенный макроагрегат представляет собой совокупность элементарных частиц и микроагрегатов, объединенных в единое целое под влиянием «клеящих» веществ и катионов-коагуляторов. К числу разнообразных «клеев» и «цементов», способствующих формированию почвенных агрегатов, относятся аморфные гидроксиды железа и алюминия, гидроксокомплексы Fe и Al, карбонаты и фосфаты Ca и Mg, различные органические и гумусовые вещества и органо-минеральные соединения.

Из всего многообразия агрегирующих агентов особая роль отводится органическому веществу, и прежде всего – гуматам кальция [4, 12], хотя допускается, что в качестве скрепляющего и стабилизирующего начала могут выступать различные компоненты органического вещества, в том числе растительные остатки и промежуточные продукты их разложения, гифы грибной микрофлоры, лабильные гумусовые вещества, фульвокислоты и другие соединения [7, 13, 14, 15]. Считается, что наилучшей структурообразующей способностью обладают новообразованные гуминовые кислоты. В почвах, в которых алифатические группировки гумусовых кислот в большей мере разложены микроорганизмами и остался в основном инертный гумус, структура неблагоприятна [5].

Е.В. Шеин и Е.Ю. Милановский [12], развивая положение академика В.Р. Вильямса [2] о роли свежего органического вещества в структурообразовании, приходят к выводу о том, что основным склеивающим цементом почвенных агрегатов является амфифильное органическое вещество с преимущественно гидрофобными свойствами, образующееся только в анаэробных условиях внутри почвы, внутри агрегатов при участии специфической анаэробной микрофлоры. Все это обуславливает необходимость проведения углубленных исследований почвенной структуры и выявления факторов, обуславливающих ее формирование.

### Методика исследований

Объектом наших исследований служили черноземы типичные Курской области. Образцы целинного чернозема были отобраны в Центрально-Чернозёмном государственном биосферном заповеднике им. В.В. Алехина на участке целинной

некосимой степи, образцы пахотного чернозема – на территории Петринского опорного пункта Почвенного института имени В.В. Докучаева на варианте с бессменной озимой пшеницей. Характеристика объектов опубликована ранее [6].

Разделение почвенных образцов на фракции агрегатов разного размера и качества (сухое и мокрое просеивание) проводили по методу Саввинова в трехкратной повторности [1]. В каждой фракции воздушно-сухих и водопрочных агрегатов определяли содержание органического углерода по методу Тюрина в модификации Симакова. Статистическую обработку данных проводили по Доспехову [3].

### Результаты и обсуждение

В составе агрегатов целинного чернозема, полученных с помощью метода сухого просеивания, преобладают фракции размером 2-1 мм (24,8%) и 5-3 мм (20,2%) (табл. 1).

Таблица 1

**Агрегатный состав чернозема типичного Курской области**

Содержание агрегатов, %; размер, мм								
> 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	< 0,25
Чернозем типичный целинный								
1,0	3,0	7,0	20,2	9,4	24,8	15,5	8,5	10,6
Чернозем типичный пахотный								
7,3	9,9	10,4	13,9	4,8	13,9	14,6	10,4	14,8
НСР <sub>0,05</sub> 2,2								

Следующей по значимости является фракция агрегатов размером 5-3 мм, содержание которой составило приблизительно 20%.

Примерно в одинаковых количествах в целинном черноземе содержатся агрегаты размером 7-5, 3-2, 0,5-0,25 и < 0,25 мм, их количество составило 7,0, 9,4, 8,5 и 10,6% соответственно. Содержание крупных агрегатов весьма незначительно: всего лишь 3,0% размером 10-7 мм, и только 1% – комки > 10 мм. В целом более половины структурных отдельностей целинного чернозема типичного имеют размер от 1 до 5 мм.

В пахотном черноземе в 3-7 раз возросло содержание агрегатов крупного размера (> 7 мм) и в 1,5-2 раза уменьшилось количество агрегатов размером 1-5 мм, тогда как содержание фракции < 0,25 мм увеличилось с 10,6 до 14,8%. В результате произошла своеобразная гомогенизация структуры: содержание 6 фракций из 9 находится в пределах 10-15%.

Таким образом, в пахотной почве, с одной стороны, в 1,7 раза уменьшилось содержание агрегатов размером 1-5 мм, преобладающих в целинном черноземе, и возросла глыбистость структуры, с другой стороны, агрегаты довольно равномерно распределяются по размерам, и среди них отсутствуют доминирующие фракции.

Важнейшей агрономической характеристикой качества структуры является ее водопрочность, так как почва должна сохранять свою уникальную комковато-зернистую структуру после обильных осадков и последующего подсушивания, когда образуется не плотная, непроницаемая для газов и воды корка, а вновь хорошо различимые почвенные комочки, агрегаты [4]. При этом к наиболее важной части агрономически ценных водопрочных агрегатов некоторые исследователи относят агрегаты размером 1-5 мм [8, 10].

Для качественной характеристики водопрочности структуры по сумме водопрочных агрегатов размером  $> 0,25$  мм пользуются следующими градациями:  $< 30\%$  – неудовлетворительная; 30-40 – удовлетворительная; 40-75 – хорошая;  $> 75\%$  – избыточно высокая [11].

Результаты, полученные при изучении водопрочности структуры целинного и пахотного черноземов, приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Содержание водопрочных агрегатов в черноземе типичном Курской области**

Содержание агрегатов, %, размер, мм						
> 5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	< 0,25
Чернозем типичный целинный						
6,6	16,2	13,8	22,4	16,9	9,0	15,1
Чернозем типичный пахотный						
1,0	1,6	2,3	9,1	29,5	28,9	27,6
НСР <sub>0,05</sub> 4,8						

В черноземе целинном преобладает фракция водопрочных агрегатов размером 2-1 мм, содержащаяся в количестве 22,4%. Следующими по значимости являются фракции размером 1-0,5, 5-3 и  $< 0,25$  мм, содержание которых находится в интервале 15-17%. Меньше всего в целинном черноземе содержится водопрочных агрегатов размером  $> 5$  мм (6,6%) и 0,5-0,25 мм (9,0%). Общее содержание водопрочных агрегатов размером  $> 1$  мм составило 59%, а фракции 5-1 мм – 52,4%.

В пахотном черноземе произошло существенное изменение содержания отдельных фракций водопрочных агрегатов. В частности, практически исчезли агрегаты крупных фракций, и лишь агрегаты фракции размером 2-1 мм присутствуют в количестве 9%. Всего на долю водопрочных агрегатов размером более 1 мм в пахотном черноземе приходится только 14%, более чем в 4 раза меньше, чем в целинной почве. Количество агрегатов фракции 5-1 мм равно 13,0%. Водопрочные агрегаты в пахотном черноземе преимущественно представлены фракциями размером 1-0,5 мм (29,5%) и 0,5-0,25 мм (28,9%). Следует также отметить, что в пахотном черноземе почти в два раза возросло содержание фракции  $< 0,25$  мм.

Сводная характеристика агрегатного состояния целинного и пахотного чернозема приводится в таблице 3.

## Показатели структурного состояния чернозема типичного Курской области

Вариант	Средневзвешенный диаметр агрегатов, > 0,25 мм	Средневзвешенный диаметр агрегатов размером 0,25-10, мм	Сумма агрономически ценных агрегатов, %	Коэффициент структурности	Сумма водопрочных агрегатов, %	Средневзвешенный диаметр водопрочных агрегатов, мм
Целина	2,62	2,53	88,4	7,62	84,9	2,14
Пашня	3,79	3,21	77,9	3,52	71,4	0,88

Из представленных данных следует, что сельскохозяйственное использование чернозема типичного сопровождается уменьшением содержания агрономически ценных агрегатов размером 0,25-10 мм, получаемых при сухом просеивании, с 88,4 до 77,9%, а коэффициента структурности – с 7,62 до 3,52. При этом средневзвешенный диаметр агрегатов > 0,25 мм пахотной почвы увеличился с 2,62 до 3,79, а агрономически ценных агрегатов – с 2,53 до 3,21 мм, т.е. структура стала более грубой.

Общее содержание водопрочных агрегатов в целинном черноземе равно примерно 85%, и согласно имеющимся критериям [11] водопрочность структуры оценивается как избыточно высокая.

Общее содержание водопрочных агрегатов в пахотном черноземе снизилось до 71%, и водопрочность структуры оценивается как хорошая. Средневзвешенный диаметр водопрочных агрегатов пахотного чернозема равен 0,88 мм и уменьшился по сравнению с таковым водопрочных агрегатов целинного чернозема в 2,4 раза.

Таким образом, длительное сельскохозяйственное использование чернозема типичного вызывает негативное изменение его структурного состояния. По сравнению с целинным аналогом в пахотной почве снизилось количество агрономически ценных агрегатов, ухудшилась их водопрочность и уменьшился средневзвешенный диаметр водопрочных агрегатов.

Фракции почвенных агрегатов, выделенные методом сухого просеивания, различаются содержанием органического углерода (табл. 4).

Таблица 4

## Содержание органического углерода в воздушно-сухих агрегатах чернозема типичного Курской области, %

Размер агрегатов, мм								
> 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	< 0,25
Чернозем типичный целинный								
3,95	3,98	3,92	3,85	4,11	4,94	4,35	4,59	3,70
Чернозем типичный пахотный								
3,07	3,23	3,81	3,85	3,96	4,12	4,09	3,70	3,36
НСР <sub>0,05</sub> 0,20								

В целинном черноземе меньше всего органического углерода – 3,70% – содержится во фракции размером < 0,25 мм. Несколько больше органического углерода – 3,85-3,98% – содержится в агрегатах размером > 3 мм. Близки к ним агрегаты, имеющие размер 3-2 мм, где количество органического углерода составило 4,11%. Больше всего органического углерода локализовано в агрегатах размером 2-0,25 мм, где его количество варьирует в пределах 4,35-4,94%, причем самое высокое содержание органического углерода отмечается в агрегатах размером 2-1 мм.

В целом в целинном черноземе 90% органического углерода скоцентрировано в агрономически ценных агрегатах размером 10-0,25 мм, при этом на долю наиболее важной их части – агрегатов размером 5-1 – приходится 56% всего органического углерода.

В пахотном черноземе содержание органического углерода в агрегатах, полученных при сухом просеивании, в целом ниже, чем в аналогичных фракциях агрегатов целинного чернозема. Меньше всего органического углерода содержится в агрегатах размером > 10, 10-7 мм и фракции < 0,25 мм – 3,07, 3,23 и 3,36% соответственно. Таким образом, увеличение количества крупных структурных отдельностей и фракции < 0,25 мм (табл. 1) сопровождается уменьшением в них содержания органического вещества.

Несколько больше органического углерода сосредоточено в агрегатах размером 0,5-0,25 мм (3,70%) и в агрегатах размером 2-7 мм, где его количество находится в пределах 3,81-3,96%. Самое высокое количество органического углерода (4,09-4,12%) отмечается в агрегатах, размер которых варьирует от 2 до 0,5 мм. Как и в целинном черноземе, в пахотной почве органический углерод преимущественно сосредоточен в агрономически ценных агрегатах размером 10-0,25 мм, на долю которых приходится 81% от общего углерода. При этом на долю агрегатов размером 5-1 мм приходится меньше органического углерода, чем в целинном черноземе, лишь только 35%.

Анализ данных по содержанию органического углерода в водопрочных агрегатах чернозема отражен в таблице 5. В целинном черноземе самое низкое содержание органического углерода характерно для фракции < 0,25 мм, где его количество составило 3,56%.

Таблица 5

**Содержание органического углерода в водопрочных агрегатах чернозема типичного Курской области, %**

Размер агрегатов, мм						
> 5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	< 0,25
Чернозем типичный целинный						
4,63	4,58	4,16	4,23	4,02	4,20	3,56
Чернозем типичный пахотный						
3,68	3,74	3,19	3,22	3,43	3,38	2,79
НСР <sub>0,05</sub> 0,13						

Собственно водопрочные агрегаты по содержанию органического углерода образуют три группы. Меньше всего органического углерода (4,02%) содержится в агрегатах размером 1-0,5 мм. Следующую группу образуют агрегаты размером 0,5-0,25 и 3-1 мм, содержащие от 4,16 до 4,23% органического углерода. Самое высокое содержание органического углерода отмечается во фракциях размером > 5 и 5-3 мм: 4,63 и 4,58% соответственно. При этом в водопрочных агрегатах сосредоточено 85% от общего количества органического углерода, который преимущественно (53%) локализован в агрегатах размером 1-5 мм.

По аналогии с воздушно-сухими агрегатами в водопрочных агрегатах пахотной почвы содержание органического углерода заметно ниже по сравнению с таковым целинной почвы. Меньше всего органического углерода (2,79%) содержит фракция < 0,25 мм. Собственно водопрочные агрегаты пахотного чернозема по содержанию органического углерода, как и в целинном черноземе, образуют три группы. Меньше всего органического углерода (3,19-3,22%) содержится в водопрочных агрегатах размером 3-1 мм. Следующую группу образуют агрегаты размером 0,25-1 мм, в которых содержание органического углерода несколько выше – 3,38-3,43%. Как и в целинном черноземе, самое высокое содержание органического углерода сосредоточено в агрегатах размером > 5 мм и 5-3 мм: 3,68% и 3,74% соответственно.

В целом в водопрочных агрегатах пахотного чернозема содержится в 1,2-1,3 раза меньше органического углерода по сравнению с аналогичными фракциями агрегатов целинного чернозема. На долю водопрочных агрегатов пахотной почвы приходится 66% от общего содержания органического углерода. Кроме того, разрушение в пахотной почве почвенной структуры привело к перераспределению органического углерода по структурным отдельностям. В пахотном черноземе, в отличие от целинной почвы, на долю водопрочных агрегатов размером 1-5 мм приходится всего лишь 12% общего содержания органического углерода, тогда как в агрегатах размером 0,25-1 мм сосредоточено 54% от его общего количества.

Следует отметить, что сопоставление данных по содержанию органического углерода между воздушно-сухими и водопрочными агрегатами (табл. 4, 5) представляется некорректным. Это связано с тем, что по методу Саввинова при мокром просеивании смеси воздушно-сухих фракций, отражающей их процентное содержание в почве в целом, в результате водной обработки трансформированные структурные отдельности одной размерности могут образовываться из структурных отдельностей различных размерностей. Так, в формировании и/или преобразовании водопрочных агрегатов 2-1 мм могут участвовать воздушно-сухие агрегаты размером 2-1 мм, 3-2 мм, 5-3 мм и другие – более высокого порядка.

Для решения поставленной выше задачи следует использовать метод Саввинова в модификации Хана [10], при котором водопрочные агрегаты выделяются из воздушно-сухих агрегатов определенной размерности. Данный подход был использован в работе Когута с соавт. [7]. Мокрому просеиванию были подвергнуты воздушно-сухие агрегаты размером 3-1 мм, выделенные из образцов чернозема типичного различных видов использования. Было установлено, что содержание органического углерода и лабильных гумусовых веществ в водопрочной фракции 3-1 мм достоверно больше, чем во фракции 3-1 мм, полученной при сухом просеивании.

## Заключение

Длительное сельскохозяйственное использование чернозема типичного сопровождается негативной трансформацией почвенной структуры, что проявляется в уменьшении количества агрономически ценных водопрочных агрегатов и их средних размеров. Происходит это не только под влиянием механических воздействий сельскохозяйственной техники на почву, но и в значительной мере в результате усиления окислительной биохимической деструкции органических веществ, вызывающей минерализацию агрегирующих агентов и распад агрегатов. Если в целинном черноземе на долю углерода органических соединений, не участвующих в формировании агрономически ценных водопрочных агрегатов, приходится 15%, то в пахотной почве его количество возрастает более чем в 2 раза и достигает 34%. Увеличение в составе гумуса доли инертных органических соединений не только ведет к ухудшению структурно-агрегатного состояния почвы, но и отрицательно сказывается на ее химических и физико-химических свойствах, и в целом – на устойчивости к антропогенному воздействию.

## Библиографический список

1. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
2. *Вильямс В.Р.* Почвоведение. ОГИЗ Сельхозгиз, 1946. 456 с.
3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. *Кирюшин В.И.* Агрономическое почвоведение. М.: КолосС, 2010. 687 с.
5. *Кирюшин В.И., Ганжара Н.Ф., Каурчев И.С., Орлов Д.С., Титлянова А.А., Фокин А.Д.* Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах. М.: МСХА, 1993. 99 с.
6. *Козут Б.М.* Изменение состава гумусовых веществ мощного типичного чернозема при сельскохозяйственном использовании // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 1981. Вып. 27. С. 52-55.
7. *Козут Б.М., Сысуев С.А., Холодов В.А.* Водопрочность и лабильные гумусовые вещества типичного чернозема при разном землепользовании // Почвоведение. 2012. № 5. С. 555-561.
8. *Масютенко Н.П., Козут Б.М., Киселева О.В., Дубовик Е.В., Глазунов Г.П., Панкова Т.И.* Структура чернозема типичного и содержание органического углерода и лабильных гумусовых веществ в почвенных агрегатах. Курск, 2008. 36 с.
9. *Фокин А.Д., Торишин С.П., Бебнева Ю.М., Гаджизаева Р.А., Золотарева Ю.И., Умер М.И.* Поступление в растения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  с поверхности почвенных агрегатов и из внутрипочвенного пространства // Почвоведение. 2014. № 12. С. 1-10.
10. *Хан Д.В.* Органо-минеральные соединения и структура почвы. М.: Наука, 1969. 141 с.
11. *Шейн Е.В.* Курс физики почв. М.: МГУ, 2005. 432 с.
12. *Шейн Е.В., Милановский Е.Ю.* Роль и значение органического вещества в образовании и устойчивости почвенных агрегатов // Почвоведение. 2003. № 1. С. 53-61.
13. *Шинкарев А.А., Перепелкина Е.Б.* Содержание и состав гумусовых веществ в водопрочных агрегатах темно-серой лесной почвы // Почвоведение 1997. № 2. С. 165-172.
14. *Sullivan L.A.* Soil organic matter, air encapsulation and water-stable aggregation // Journal of Soil Science. 1990. V. 41. P. 529-534.
15. *Tisdall J.M., Oades J.M.* Organic matter and water-stable aggregates in soils // Journal of Soil Science. 1982. V. 33. P. 141-163.



# INFLUENCE OF AGRICULTURAL USING ON THE STRUCTURAL CONDITION OF TYPICAL CHERNOZEM AND CONTENT OF ORGANIC CARBON IN AGGREGATES OF DIFFERENT SIZES AND QUALITY

V.G. MAMONTOV<sup>1</sup>, B.M. KOGUT<sup>2</sup>, L.P. RODIONOVA<sup>1</sup>, O.V. RIZHKOV<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy  
named after K.A. Timiryazev;

<sup>2</sup>Soil Science Institute named after V.V. Dokuchaev, Moscow;

<sup>3</sup>Central Black Earth Biosphere State Natural Reserve  
named after professor V.V. Alekhin, Kursk)

*The structural condition and organic carbon content was studied in air-dry and water-stable aggregates in virgin typical chernozem and arable soil. It had been shown that virgin chernozem is characterized by a high degree of soil structuring. About 90% of the aggregates have a size 0.25-10 mm, with about 85% of the structural units are water-resistant. Long-term agricultural use of chernozem has changed structural condition of soil. Increased block of structure and worsened its water resistance, reduced the average diameter of water-stable aggregates.*

*The virgin chernozem 90% of the organic carbon is localized in agronomical valuable air-dry aggregates size 10-0.25 mm. And 56% of the organic carbon is concentrated in the most important part of the structure air-dry aggregates size 5-1 mm. Organic carbon content in air-dry aggregates in the arable chernozem are generally lower compared to the analogous fractions of aggregates in virgin chernozem. The lowest content of carbon in the aggregates size of > 10, 7.10 mm and fraction < 0.25 mm. The content of organic carbon in the water-stable aggregates is less than in air-dry aggregates of appropriate size. Eighty-five percent of the total organic carbon is concentrated in water-stable aggregates of virgin chernozem. And 53% of the carbon is water-stable aggregates 5-1 mm in size. 66% of the total organic carbon content is water-stable aggregates in the arable chernozem. Moreover, 54% of carbon is concentrated in aggregates 1-0.25 mm.*

*The incorrect comparison of the data was shown on the organic carbon content in air-dry and water-stable aggregates, which were isolated by Savvinov method. Savvinov method in modification of Khan should be used for these purposes.*

**Key words:** soil structure, air-dry aggregates, water-stable aggregates, organic carbon.

## References

1. Vayudina A.F., Korchagina Z.A. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv* [Research methods of physical soil characteristics]. M.: Agropromizdat, 1986. 416 p.
2. Williams V.R. *Pochvovedenie* [Pedology]. SBPC Selkhozgiz, 1946. 456 p.
3. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Experimental field procedure]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.
4. Kiryushin V.I. *Agronomicheskoe pochvovedenie* [Agronomical pedology]. M.: KolosS, 2010. 687 p.
5. Kiryushin V.I., Ganzhara N.F., Kaurichev I.S., Orlov D.S., Titlyanova A.A., Fokin A.D. *Kontseptsiya optimizatsii rezhima organicheskogo veshchestva pochv v agrolandshaftakh* [Conception of condition optimization of organic soil matters in agricultural landscape]. M.: MSAA, 1993. 99 p.
6. Kogut B.M. *Izmenenie sostava gumusovykh veshchestv moshchnogo tipichnogo chernozema pri selskokhozyaistvennom ispol'zovanii* [Structure changing in humus substances of

typical deep chernozem under agricultural usage] // Bulletin of Soil Science Institute named after V.V. Dokuchaev. 1981. Issue 27. Pp. 52-55.

7. *Kogut B.M., Sysuev S.A., Kholodov V.A.* Vodoprochnost i labil'nye gumusovye veshchestva tipichnogo chernozema pri raznom zemlepol'zovanii [Water resistance and labile humus substances in typical chernozem under different land-use] // Pedology. 2012. Issue 5. Pp. 555-561.

8. *Masyutenko N.P., Kogut B.M., Kiseleva O.V., Dubovik E.V., Glazunov G.P., Pankova T.I.* Struktura chernozema tipichnogo i sodержanie organicheskogo ugleroda i labil'nykh gumusovykh veshchestv v pochvennykh agregatakh [Typical chernozem structure and organic carbon content and labile humus substances in soil aggregates]. Kursk, 2008. 36 p.

9. *Fokin A.D., Torshin S.P., Bebneva Yu.M., Gadzhigaeva R.A., Zolotareva Yu.I., Umer M.I.* Postuplenie v rasteniya  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  s poverkhnosti pochvennykh agregatov i iz vnutripednogo prostanstva [ $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  input into plants from surfaces and from insides of soil aggregates] // Pedology. 2014. Issue 12. Pp. 1-10.

10. *Khan D.V.* Organo-mineral'nye soedineniya i struktura pochvy [Organic-mineral compounds and soil structure]. M.: Science, 1969. 141 p.

11. *Shane E.V.* Kurs fiziki pochv [Course of soil physics]. M.: MSU, 2005. 432 p.

12. *Shane E.V., Milanovskiy E.Yu.* Rol' i znachenie organicheskogo veshchestva v obrazovanii ustoychivosti pochvennykh agregatov [Role and impact of organic matter in resistance formation of soil aggregates] // Pedology. 2003. Issue 1. Pp. 53-61.

13. *Shinkarev A.A., Perepelkina E.B.* Soderzhanie i sostav gumusovykh veshchestv v vodo-prochnykh agregatakh temno-seroy lesnoy pochvy [Content and structure of humus substances in water resistant aggregates of dark grey forest soil] // Pedology. 1997. Issue 2. Pp. 165-172.

14. *Sullivan L.A.* Soil organic matter, air encapsulation and water-stable aggregation // Journal of Soil Science. 1990. Issue 41. Pp. 529-534.

15. *Tisdall J.M., Oades J.M.* Organic matter and water-stable aggregates in soils // Journal of Soil Science. 1982. Issue 33. Pp. 141-163.

**Мамонтов Владимир Григорьевич** – д.б.н., проф. кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (125550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-08-97; e-mail: mschapochv@mail.ru).

**Когут Борис Маратович** – д. с-х. н., зав. отделом биологии и биохимии почв Почвенного института имени В.В. Докучаева (119017 г. Москва, Пыжевский пер., д. 7, стр. 2; тел.: (495)953-76-28; e-mail: kogutb@mail.ru).

**Родионова Людмила Павловна** – к. с-х. н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (125550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-08-97; e-mail: mschapochv@mail.ru).

**Рыжков Олег Валентинович** – к.б.н., зам. директора по научной работе Центрально-Черноземного государственного биосферного заповедника (305528, Курская обл., Курский район, п/о Заповедное; тел.: (4712)59-92-54; e-mail: alekhin@zapoved-kursk.ru)

**Mamontov Vladimir Grigorievich** – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Soils Science, Geology and Landscape Science, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev (125550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49 tel.: +7 (499) 976-08-97; e-mail: mschapochv@mail.ru).

**Kogut Boris Maratovich** – Doctor of Agriculture Sciences, Department Head of soil biology and biochemistry of Soil Science Institute named after V.V. Dokuchaev.

**Rodionova Lyudmila Paplovna** – Candidate of Agriculture Sciences, Dozent of the Department of Soils Science, Geology and Landscape Science, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev (125550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49 tel.: +7 (499) 976-08-97; e-mail: mschapochv@mail.ru).

**Rizhkov Oleg Valentinovich** – Candidate of Biological Sciences, Deputy Director of scientific work of Central Black Earth Biosphere State Natural Reserve named after professor V.V. Alekhin (305528 Kursk region, p/o Zapovednoe; alekhin@zapoved-kursk.ru).