

УДК 631.43:631.417:631.435

АККУМУЛЯЦИЯ ВОДОРАСТВОРИМОГО УГЛЕРОДА ТВЕРДОЙ ФАЗОЙ ЧЕРНОЗЕМА ПАШНИ (ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ)

Милановский Евгений Юрьевич

*доктор биологических наук,
МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва
E-mail: milanovskiy@gmail.com*

Рогова Ольга Борисовна

*кандидат биологических наук,
ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Москва
E-mail olga_rogova@inbox.ru*

Юдина Анна Викторовна

*МГУ им. М.В. Ломоносова,
ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Москва
E-mail: anna.v.yudina@gmail.com*

Яшин Михаил Алексеевич

*кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Москва
E-mail: mixalih86@mail.ru*

Аннотация. Бездефицитный баланс гумуса и снижение лессивирования мелкозе-
ма из горизонта $A_{\text{пах}}$ обеспечивает аккумуляция водорастворимого углерода из
дубового листового опада на поверхности твердой фазы органоминеральной фрак-
ции с плотностью 1,8 – 2,2 г/см³. Экспериментально установлена резкая текстурная
дифференциация денсиметрических фракций с плотностью 1,8 – 2,2 и > 2,2 г/см³,
представленных физической глиной и крупной пылью соответственно.

Ключевые слова: чернозем, лизиметрический эксперимент, водорастворимое
органическое вещество, денсиметрическое фракционирование, распределение
частиц по размерам

ACCUMULATION OF WATER-SOLUBLE CARBON OF SOLID PHASE OF ARABLE LAND CHERNOZEM (LYSIMETRIC EXPERIMENT)

Milanovskiy E. Y.

*doctor of biological sciences,
Lomonosov Moscow State University, Moscow
E-mail: milanovskiy@gmail.com*

Pogova O. B.

*candidate of biological sciences,
V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow
E-mail: olga_rogova@inbox.ru*

Yudina A. V.

*Lomonosov Moscow State University,
V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow
E-mail: anna.v.yudina@gmail.com*

Yashin M. A.

*candidate of agricultural sciences,
V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow
E-mail: mixalih86@mail.ru*

Abstract. Non-deficit humus balance and a reduction in chernozem leaching from Apah horizon achieves accumulation of water-soluble carbon from the oak leaf litter on the surface of the solid phase of organic-mineral fraction with the density of 1,8–2,2 g / cm³. Sharp textural differentiation of densitometric fractions with the density of 1.8–2,2, and > 2,2 g / cm³, representing physical clay and coarse dust, respectively, was experimentally determined.

Keywords: chernozem leachate experiment, a water-soluble organic substance densitometric fractionation, particle size distribution

Раскрытие механизмов формирования и факторов, обеспечивающих сохранения агрегатной структуры черноземов – актуальная задача современного почвоведения. При очевидном участии органического вещества почв (ОВП) в процессах структурообразования, физико-химическая природа этих явлений далеко не ясна. Исследования почв Оренбургской, Воронежской и Курской области, выявили разительные отличия в содержании гумуса и агрегатного состояния чернозема под лесополосами и прилегающей пашни. В настоящее время в фитоценозе лесополос отсутствует травянистый ярус и поступление «нового» органического углерода в минеральные горизонты почвы происходит за счет корневого отпада древесных пород и водорастворимого органического вещества (ВОВ) из лесной подстилки. Органические вещества в составе ВОВ обладают наибольшей потенциальной способностью сорбироваться на поверхности минеральных элементарных почвенных частиц (ЭПЧ), модифицировать ее, придавая ЭПЧ новое качество – способность вступать в межчастичные взаимодействия, являющейся основой формирования устойчивой агрегатной структуры.

Цель работы – верификация рабочей гипотезы: накопление гумуса и формирование агрегатной структуры в черноземе под лесополосой обуславливает ВОВ подстилки.

Работа проведена на образцах (чернозем типичный, $A_{\text{пах.}}$, при естественной влажности протерт через сито 3 мм, Курский НИИ АПП), из полевых лизиметров (Ш 0,45 м) функционирующих с 31.10.2014 по 26.06.2016 г. на опытной площадке Почвенного стационара факультета почвоведения МГУ. Варианты лизиметров – дубовые листья «Лист», дубовые листья на слое $A_{\text{пах.}}$ «Лист/ $A_{\text{пах.}}$ » и слой $A_{\text{пах.}}$ « $A_{\text{пах.}}$ ». Содержание $C_{\text{орг.}}$ в лизиметрических водах, профильтрованных через мембранный фильтр (0,45 мкм) на анализаторе TOC-VCPH (Shimadzu, Япония). Углерод и азот в твердофазных образцах на CN анализаторе (Vario EL, Elementar, Германия). Выделение денсиметрических фракций в растворах поливольфрамата натрия с плотностью < 1,6, 1,6 – 1,8, 1,8 – 2,2 и > 2,2 г/см³ [1]. Распределение частиц по размерам и преимущественные диаметры ЭПЧ – методом лазерной дифракции на анализаторе MicrotracBluewave (Microtrac, США) после ультразвуковой диспергации образцов при мощности 350–400 Дж/см³ (S-250, Branson, США).

Аналитическая характеристика лизиметрических вод, дубовых листьев и почв представлена в таблицах 1 и 2. При отсутствии органогенного горизонта за 20 месяцев с лизиметрическими водами из $A_{\text{пах.}}$ вынесено 480 мг углерода, что привело к снижению на 0,07% содержания гумуса. Миграция с гравитационной влагой органического углерода из подстилки дубовых листьев составила 1960 мг, 57% которого, аккумулируется твердой фазой пахотного горизонта чернозема, обеспечивая в нем бездефицитный баланс гумуса.

При наличии в лизиметре над $A_{\text{пах.}}$ горизонта подстилки, миграция мелкозема из их него выражена в 2,4 раза меньше. Временное удаление органогенного слоя приводит к резкому увеличению процесса лессиважа. В исходном состоянии мигрирующий мелкозем представлен микроагрегатами с преимущественным диаметром 4,6, 11,0 и 27,4 мкм, распадаю-

Таблица 1
Общие данные по лизиметрам за период с 31.10.2014 по 26.06.2016 г.

Вариант лизиметра	Объем H ₂ O, л	Вынос, мг		Аккумуляция, мг
		Мелкозем	$C_{\text{орг.}}$	
«Лист»	73,9	–	1963	–
«Лист/ $A_{\text{пах.}}$ »	75,7	13460	842	1121
« $A_{\text{пах.}}$ »	74,5	32270	485	–

щихся на ЭПЧ с диаметрами 0,5 и 1,2 мкм. В какой форме происходит миграция – в виде ЭПЧ или микроагрегатов? Что обуславливает и какой механизм (физический и/или микробиологический) обеспечивает стабилизацию мелкозема при наличии подстилки? Выражен данный процесс в пахотных почвах и если да, где в профиле происходит иллювиальная аккумуляция мелкозема? Ответа на данные вопросы пока нет.

Анализ денсиметрических фракций позволил установить, за счет каких компонентов твердой фазы происходит потеря или аккумуляция углерода (рис. 1). Дегумификация в варианте лизиметра «А_{пах.}» – за счет окклюдированного органического вещества и органоминеральной фракции с плотностью 1,8 – 2,2 г/см³. Аккумуляция в минеральной массе А_{пах.} водорастворимых органических соединений из подстилки происходит в органоминеральной фракции с плотностью 1,8 – 2,2 г/см³.

Экспериментально определены диаметры ЭПЧ денсиметрических фракций и установлена их текстурная дифференциация (рис. 2). Доми-

Таблица 2

Содержание С_{орг.} и насыщенность органического вещества азотом

Объект	Вариант	С, %	С/N
Дубовые листья	Исходные	45,29	41,2
	«лист»	39,04	21,1
	«лист/А _{пах.} »	40,89	24,8
А _{пах.}	Исходный	3,04	10,5
	«лист/А _{пах.} »	3,04	11,2
	«А _{пах.} »	3,00	11,5

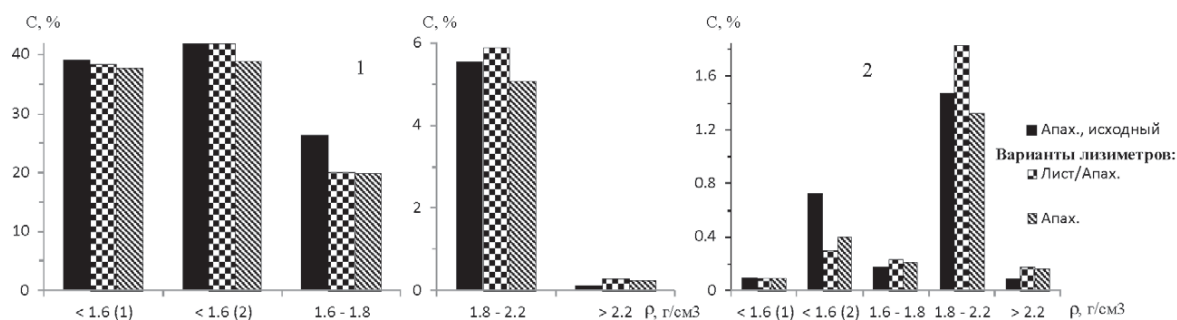


Рис. 1. Содержание углерода в денсиметрических фракциях, 1 – % к фракции, 2 – % к почве; < 1.6(1) – свободное ОВ, < 1.6(2) – окклюдированное ОВ

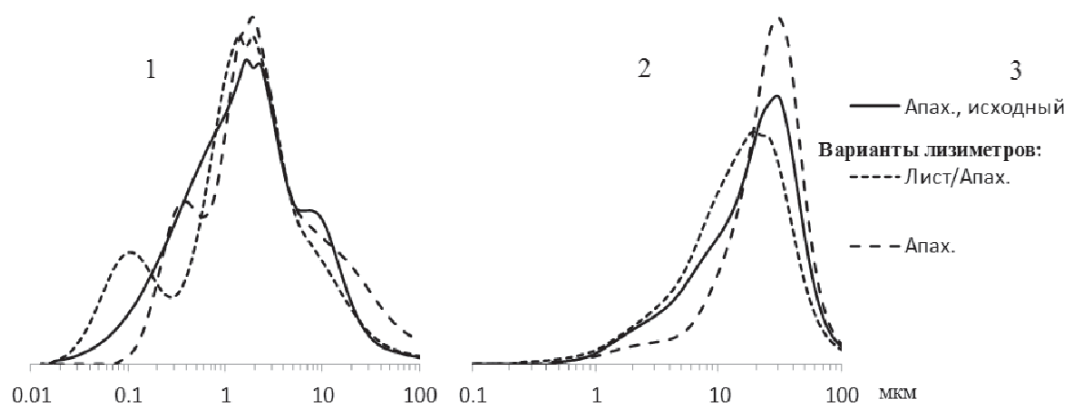


Рис. 2. Распределение частиц по размеру в составе денсиметрических фракций с плотностью 1.8–2.2 (1) и > 2.2 (2) г/см³

нантами в составе фракции 1,8 – 2,2 г/см³ являются частицы мелкой пыли и ила, а во фракции с плотностью > 2,2 г/см³ абсолютно преобладают ЭПЧ размера крупной пыли.

Данный результат ставят вопрос истинных значениях плотности ЭПЧ, используемых при определении гранулометрического состава почв методом седиментации. По данным денсиметрического фракционирования физическая глина в черноземе имеет плотность < 2,2 г/см³. Такое «облегчение» частиц может обуславливать только сорбированное на твердой фазе органическое вещество.

Полученные результаты подтверждают важную роль ВОВ, как фактора обеспечивающего сохранения гумуса и модификатора поверхности минеральных частиц. В тоже время становится ясно, что для восстановления агрегатного состояния черноземов пашни, одного ВОВ недостаточно. Необходимо также восполнения органических ЭПЧ, образующихся в природе за счет трансформации органических остатков в почве *in situ* в минеральных горизонтах профиля. В лесополосах этот процесс выражен до тех пор, пока не сомкнуть кроны деревьев и уровень освещенность позволяет развиваться травянистому ярусу.

Список литературы

1. Golchin A. Soil Structure and carbon cycling / A. Golchin, J.M. Oades, J.O. Skjemstad et al // Austral. J. Soil Res. – 1994. – Vol. 32. – P. 1043–1068.