

УДК 631.417.2:631.879.42

Изменение гумусного состояния чернозема оподзоленного после внесения органических удобрений

Ю.Н. Товстий*, Е.В. Скрыльник

ННЦ "Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского", Харьков, Украина

ИНФОРМАЦИЯ	АННОТАЦИЯ
Получена 26.04.2018 Получена после доработки 05.08.2018 Утверждена в печать 06.08.2018 Доступна онлайн 01.10.2018	Исследование проведено с целью выявления влияния действия и последействия органических удобрений на основе куриного помета на качественный и количественный состав гумуса в черноземе оподзоленном тяжелосуглинистом в условиях краткосрочного полевого опыта. Для определения эффективности действия и последействия куриного помета и компостов на его основе на качественный и количественный состав гумуса использованы полевой, лабораторный и математико-статистические методы. Выяснили, что внесение куриного помета и компостов на его основе способствовало повышению содержания общего углерода. На контроле (без внесения удобрений) содержание общего органического углерода в почве было на уровне 1,7 %. После внесения помета, компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) в дозе 10 т/га содержание органического углерода в почве соответствующих вариантов составляет 1,80; 1,83 и 1,90 %. Наиболее благоприятное воздействие на ориентирование типа гумусообразования в гуматном направлении констатировано под влиянием последействия компоста помета с лузгой подсолнечника.
Ключевые слова: <i>чернозем оподзоленный; помет куриный; компост; гумус; гуминовые кислоты; фульвокислоты; фракционный состав гумуса.</i>	
*E-mail: hnu459@mail.ru	

1. Введение

При длительной антропогенной нагрузке на агроэкосистему изменяется как содержание гумуса, так и его качественный состав [1]. С запасами гумуса и его качественным составом тесно связаны не только морфологические и основные физико-химические свойства почвы, но и водный, воздушный и тепловой режимы [2]. Анализ гумусного состояния пахотных почв Украины за последние годы свидетельствует о том, что по сравнению с целинными аналогами, оно претерпело существенные количественные и качественные изменения. Вызваны такие изменения интенсификацией сельского хозяйства и уменьшением поступления органических материалов в почву. Согласно статистическим данным внесение органических удобрений в Украине катастрофически уменьшилось - с 8,6 тонн на 1 га пашни в 1990 году, до 0,5 тонн на 1 га в 2016 году [3]. Одновременно с уменьшением содержания гумуса происходит и изменение его качественного состава, а именно - уменьшение доли труднорастворимых фракций гумуса, которые более устойчивы к минерализации [4].

Главным признаком деградации гумуса, который определяет масштабы его потерь и ухудшения качества почвы, является ослабление процесса образования гуминовых кислот, изменение их состава и упрощение структуры. Обеднение гумуса подвижными фракциями гуминовых кислот и гматами, наряду с усилением фульватной направленности процессов превращения органических веществ, существенно снижают агрономическое качество гумуса и его способность противостоять неблагоприятным воздействиям [5].

В агрономии известны различные приемы увеличения запасов гумуса и улучшения его качества, но важным фактором, влияющим на гумусное состояние почвы, остается внесение органических удобрений [1; 2]. Систематическое внесение органических удобрений, способствует увеличению содержания гумуса и расширению соотношения $C_{гк}/C_{фк}$ благодаря поступлению свежих органических веществ, являющихся источником для синтеза молодых гуминовых кислот [6]. Поэтому почвоведы традиционно утверждают, что систематическое внесение в почву органических удобрений очень важно для сохранения основной массы стабильного гумуса [7].

Сохранение производительности агроценозов требует решения вопросов повышения содержания и качества гумуса в почвенном профиле, о необходимости развития и совершенствования этого сегмента отрасли сельского хозяйства в научных трудах отмечали: И.В. Александрова [8], Д.С. Орлов [9], А.А. Бацула [10], Е.В. Скрыльник [11], К. Kovacs [12], С. Tingting [13], N. Matsuyama [14].

Целью данной работы является выявление влияния действия и последействия органических удобрений на основе куриного помета на качественный и количественный

состав гумуса в черноземе оподзоленном тяжелосуглинистом в условиях краткосрочного полевого опыта.

2. Объекты и методы исследований

Полевой краткосрочный опыт проведен на опытном поле ГП ИП «Граковское» ННЦ «ИПА имени А.Н. Соколовского» в Харьковском районе Харьковской области на черноземе оподзоленном с 2015 по 2017 годы. Территория характеризуется умеренно теплым и умеренно влажным климатом [15]. Площадь посевных участков – 59 м², учетная площадь – 48 м². Размещение участков рендомизированное, повторность – четырехкратная. Заложение и проведение полевого опыта выполнено по методике Б.А. Доспехова [16].

Варианты опыта: 1 – без удобрений (контроль); 2 – куриный помет; 3 – компост (помет + солома); 4 – компост (помет + лузга).

В качестве органических удобрений использовали: куриный помет и компосты, изготовленные на его основе с добавлением влагопоглощающих наполнителей (лузга подсолнечника и солома пшеницы) в объемном соотношении 80 % помета и 20 % наполнителя. Компостирование проводили на открытых площадках с принудительной аэрацией путем перемешивания современным оборудованием (*Aeromaster 130*). Срок компостирования 3 месяца. Дозы внесения помета и компостов – 10 т/га в пересчете на массовую долю общего азота, что соответствует рекомендуемым дозам внесения куриного помета в Украине [17].

Органические удобрения вносили каждый год на новых участках (в мае 2015, 2016, 2017 года) перед посевом кукурузы, равномерно распределяя и заделывая вручную лопатой в слой почвы 0-30 см. На всех участках каждый год выращивали кукурузу.

Пробы почвы отбирали агрохимическим буром по слоям 0-10, 10-20 и 20-30 см в конце августа 2015, 2016 и 2017 годов, после сбора урожая [18]. В процессе подготовки образцов к дальнейшим аналитическим исследованиям производили их смешивание, получая, таким образом, один лабораторный образец для слоя 0-30 см. Образец измельчали и просеивали на сите 1 мм. Для определения качественного и количественного состава гумуса смешанные образцы почвы подвергали анализу с использованием следующих методик: общее содержание органического углерода - ДСТУ 4289: 2004 [19]; групповой и фракционный состав гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой - ДСТУ 7828:2015 [20].

3. Результаты и обсуждение

3.1. Изменения параметров гумусного состояния почвы в первый год действия удобрений

Установлено, что краткосрочное воздействие помета и компостов на его основе, способствовало изменению общего содержания органического углерода в почве ($C_{\text{общ}}$) и качественного состава гумуса. На контроле (без внесения удобрений) определено самое низкое содержание $C_{\text{общ}}$ – 1,7 %. При этом действие помета способствовало росту параметров на 5%, а компостов помета с соломой и лузгой – на 7 и 12 % относительно контроля (Табл. 1).

Таблица 1

Действие помета и компостов на групповой и фракционный состав гумуса в черноземе оподзоленном в первый год применения

Вариант	C _{общ.} %	Содержание углерода компонентов гумуса, % к общему содержанию органического углерода в почве (C _{общ.})										негидроли- зуемый остаток (гумин)
		фракции гуминовых кислот (ГК)					фракции фульвокислот (ФК)					
		1	2	3	сумма	1а	1	2	3	сумма		
Без удобрений	1,70	2,5	33,4	8,8	44,7	3,0	10,1	6,9	16,0	36,0	19,3	
Помет	1,80	2,7	33,4	8,9	45,0	3,1	8,1	6,0	13,3	30,4	24,6	
Компост (помет + солома)	1,83	3,7	34,1	9,8	47,6	3,1	8,0	5,7	11,2	28,0	24,4	
Компост (помет + лузга)	1,90	4,0	35,2	9,8	49,0	2,9	8,1	4,7	11,7	27,3	23,7	

Внесение обоих видов компоста способствовало активизации процесса новообразования гуминовых кислот первой фракции (ГК-1) и возрастанию их относительной доли в составе гумуса. Наибольшее содержание ГК-1 определено после внесения компоста помета с лузгой – 4 %, что на 1,5 % превышает содержание фракций ГК-1 на контроле. При этом следует отметить, что внесение некомпостированного помета не оказало существенного влияния на содержание фракции ГК-1.

Результаты исследований также свидетельствуют о том, что применение помета и компостов на его основе не оказывает положительного воздействия на содержание фульвокислот фракции 1а, ее содержание осталось на уровне контроля – 3,0 % от общего содержания органического углерода.

Содержание первой фракции фульвокислот (ФК-1) уменьшается под действием помета и компостов относительно контроля (без внесения удобрений). Наиболее низкое содержание фракций ФК-1 обнаружено после внесения компоста помета с соломой 8,0 %, которое на 2,1 % меньше, чем на контроле. Самое большое содержание фракции ФК-1 определено на контроле – 10,1 %.

Действие компостов положительно влияет на содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием (ГК-2), что указывает на приоритетное формирование более устойчивых гумусовых соединений с высокой степенью бензоидности, которые играют важную роль в процессе почвообразования. Действие некомпостированного помета не оказало никакого влияния на содержание фракции ГК-2, оставив его на уровне контроля.

Содержание гуминовых кислот третьей фракции (ГК-3) так же увеличилось под действием компостов, но осталось неизменным после внесения некомпостированного помета. Увеличение содержания фракций ГК-3 под действием компостов связано с переходом зрелых гумусовых веществ из состава компоста в почвенный поглощающий комплекс и их закреплении. Содержание фракции ГК-3, согласно классификации государственного стандарта Украины [21], после внесения компостов характеризуется как высокое, а после внесения некомпостированного помета и на контрольном варианте имеет среднее значение.

На всех экспериментальных участках после внесения органических удобрений сохраняется общая тенденция к снижению содержания третьей фракции фульвокислот (ФК-3). Наиболее высокое содержание фракций ФК-3 определено на контроле – 16,0 %, наименьшее – после внесения компостов помета с соломой и лузгой – 11,2 и 11,7 % соответственно.

Действие помета на органическое вещество чернозема оподзоленного способствовало накоплению содержания гумина – негидролизующего остатка, что также имело место и при внесении компостов. Абсолютная доля гумина увеличилась на 23 – 25 % по сравнению с контролем, что указывает на комплексный характер процессов гумусообразования, которые сопровождаются глубокой трансформацией привнесенного органического вещества в малоподвижные и стабильные фракции гумуса. Тенденция к сохранению и увеличению содержания гумина под действием помета и компостов на его основе имеет положительное влияние на сохранение почвенного гумуса, поскольку негидролизующий остаток является его потенциальным источником в почве.

Внесение помета и компостов способствовало увеличению доли углерода гуминовых кислот ($C_{ГК}$) в общем содержании органического углерода почвы ($C_{общ}$), что указывает на усиление степени гумификации. Такое быстрое влияние на распределение группового состава гумуса почвы можно объяснить тем, что в состав компоста входит значительное количество доступных органических веществ, что, в свою очередь, способствовало сохранению существующих и образованию молодых ГК.

Действие компоста помета с лузгой способствовало увеличению доли гумина и ГК при одновременном снижении содержания ФК, что, в свою очередь, вызывало расширение отношения $C_{ГК}/C_{ФК}$ и определяло развитие процесса гумусообразования по гуматному типу [21].

3.2. Параметры гумусного состояния почвы через год после внесения удобрений (последствие)

Последствие компоста помета с лузгой определило самое высокое увеличение общего содержания органического углерода почвы – до 1,82 %. Самое же низкое содержание $C_{общ}$ определено на контроле без внесения удобрений – 1,67 %, которое практически не изменилось по сравнению со значением, измеренным после первого года эксперимента. Положительный эффект последствия помета и компостов на его основе объясняется воздействием на восстановление содержания органического углерода благодаря трансформации внесенных в почву органических материалов.

Спустя год после внесения свежего органического вещества, в почве увеличилось содержание подвижных форм гумусовых веществ. Так, последствие компостов

способствовало активизации процесса новообразования фракции ГК-1 и возрастанию ее относительной доли в составе ГК (Табл. 2). Наибольшим оказалось содержание ГК-1 на варианте, где в прошлом году внесли компост помета с лузгой. Некомпостированный помет не оказал влияния на содержание фракции ГК-1.

Таблица 2

Последствие помета и компостов на групповой и фракционный состав гумуса в черноземе оподзоленном (на второй год после внесения)

Вариант	С _{общ.} %	Содержание углерода компонентов гумуса, % к общему содержанию органического углерода в почве (С _{общ.})										негидролизуемый остаток (гумин)
		фракции гуминовых кислот (ГК)					фракции фульвокислот (ФК)					
		1	2	3	сумма	1а	1	2	3	сумма		
Без удобрений	1,67	2,8	31,3	9,0	43,1	3,6	6,3	8,5	18,1	36,5	20,4	
Помет	1,77	2,8	31,7	9,8	44,3	3,4	7,4	6,6	18,1	35,5	20,1	
Компост (помет + солома)	1,72	4,1	32,5	11	47,6	2,8	7,1	5,3	16,3	31,4	21,0	
Компост (помет + лузга)	1,82	4,7	32,8	12	49,6	2,2	6,2	3,6	14,7	26,7	23,7	

Стоит отметить, что по сравнению с действием компостов в первый год, их положительное последствие оказалось более эффективным относительно содержания фракции ФК-1а, снизив ее долю в составе гумуса.

Последствие помета и компоста помета с соломой не имело положительного влияния на содержание фракции ФК-1, повысив ее содержание по сравнению с контролем. Наиболее низкое содержание фракций ФК-1, отмечено на контроле - 6,3 % и после применения компоста (помет + лузга) - 6,2 %. Наибольшее содержание фракции ФК-1 определено после внесения помета - 7,4 %.

Под влиянием последствия компостов в гумусе чернозема оподзоленного увеличилось содержание фракции ГК-2, что свидетельствует о закреплении гуминовых кислот в черноземе оподзоленном.

Применение органических удобрений способствовало уменьшению содержания фракций ФК-2. Наименьшее содержание отмечено после внесения компоста (помет + лузга), а наибольшее - на контроле.

Содержание фракции ГК-3 увеличилось под влиянием последствия обоих вариантов компоста, что указывает на их пролонгированное действие на гумусное состояние чернозема оподзоленного.

На всех удобренных участках сохраняется общая тенденция к уменьшению содержания фракции ФК-3 по сравнению с неудобренными, что наиболее заметно на варианте компоста помета с лузгой.

Применение помета и его компоста с соломой не оказало положительного последствия на накопление гумина в общем составе гумуса, сохранив его содержание на уровне контроля. Последствие компоста помета с лузгой способствовало превращению привнесенного органического материала в малоподвижные и стабильные составные части гумуса, увеличив содержание гумина на 3,3 % относительно контроля.

Последствие помета и компостов на его основе обеспечило увеличение доли С_{ГК} в содержании С_{общ.}, что указывает на усиление степени гумификации. Соотношение между количеством гуминовых и фульвокислот увеличилось с 1,18 до 1,88, что, согласно государственному стандарту Украины [21], соответствует фульватно-гуматному и гуматному типу гумусообразования. Наиболее существенные коррекции типа гумусообразования констатированы на вариантах последствия компоста помета с лузгой (гуматный тип). Последствие некомпостированного помета не оказало влияния на тип гумусообразования, сохранив фульватно-гуматный тип.

4. Выводы

Действие компоста помета с лузгой уже в первый год применения удобрения в условиях полевого эксперимента на черноземе оподзоленном способствовало увеличению общего содержания углерода гумуса на 12 %, ГК - на 10 % и гумина - на 23 %, что, в свою очередь, приводит к формированию гумуса гуматного типа.

Последствие компоста (помет + лузга), т.е. влияние на параметры гумусового

состояния на второй год после внесения удобрения, так же было эффективным. Имело место положительное влияние на содержание $S_{\text{общ}}$, с сохранением его на уровне 1,82 %, что на 9 % больше относительно контроля. Наиболее благоприятное воздействие на ориентирование типа гумусообразования в гуматном направлении констатировано под влиянием последствий компоста помета с лузгой подсолнечника.

Список использованной литературы

1. Цвей Я.П., Бондар С.О., Кісілевська М.О. Склад гумусу чорноземів залежно від системи удобрення в короткотривалих сівозмінах. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 9. С. 5–9.
2. Ерёмин Д.И. Изменение содержания качества гумуса при сельскохозяйственном использовании чернозема выщелоченного лесостепной зоны Зауралья. *Почвоведение*. 2016. № 5. С. 584–592.
3. *Статистичний бюлетень* «Внесення мінеральних і органічних добрив під урожай сільськогосподарських культур - 2016» [Електрон. ресурс]. 2016. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 26.12.2017).
4. Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. М.: ГЕОС, 2009. 269 с.
5. Овчинникова Н.Ф. Изменение состава и свойств гумусовых веществ дерново-подзолистых почв под влиянием различных факторов. Доклады Россельхозакадемии. 2003. С. 22–25.
6. Колтакова П.С., Шевченко Г.А. О влиянии длительной культуры и систематического применения удобрений на содержание и состав гумуса выщелоченного чернозема. *Агрохимия*. 1996. №5. С. 65–78.
7. Лаврентьева И.Н., Убугунов Л.Л., Убугунова В.И. Органическое вещество: экологические особенности образования и плодородие почв. Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2008. 398 с.
8. Александрова И.В. Роль продуктов жизнедеятельности актиномицетов в образовании гумусовых веществ. *Почвоведение*. № 4. М. 1962. С. 86–96.
9. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ, 1990. 325 с.
10. Бацула А.А., Кравець Т.Ф., Скрильник Є.В. Зв'язок сільськогосподарського використання ґрунтів зі складом і властивостями гумусових речовин. *Вісник аграрної науки*. 1994. № 5. С. 30–37.
11. Скрильник Є.В. Теоретичне та технологічне обґрунтування виробництва і застосування органічних та органо-мінеральних добрив: дис. доктора с-г. наук. Харків, 2012. 359 с.
12. Comparative study on humic substances isolated in thermal groundwater's from deep aquifers below 700 m / K. Kovacs, A. Gaspar, Cs. Sajgo [et al.]. *Geochemical Journal*. 2012. Vol. 46. P. 211-224.
13. Cui T., Li Z., Wang S. Effects of in-situ straw decomposition on composition of humus and structure of humic acid at different soil depths. *Journal of Soils and Sediments*. 2017. Vol. 17., P. 2391–2399.
14. Contrasting Soil Properties of Allophanic and Non-allophanic Horizons of Volcanic Ash Soil in Tohoku District, Japan / N. Matsuyama, H. Fujisawa, C. Kato [et al.]. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*. 2017. Vol. 6. P. 27-33.
15. Клименко В.Г. Клубань С.С. Гідро-кліматичні ресурси Харківської області. Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2011. С. 26–34.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. С. 220–225.
17. Балюк С.А., Медведев В.В., Тараріко А.Г. Про стан родючості ґрунтів України. К., 2010. С. 98–100.
18. *Якість ґрунту*. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2007. [Чинний з 2005-07-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.
19. *Якість ґрунту*. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289: 2004. [Чинний з 2005-07-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.
20. *Якість ґрунту*. Визначення групового та фракційного складу гумусу за методом Тюріна у модифікації Пономарьової та Плотникової: ДСТУ 7828:2015. [Чинний з 2016-07-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2016. 14 с.
21. *Якість ґрунту*. Гумусовий стан. Номенклатура показників: ДСТУ 7923: 2015. [Дійсний з 2015-06-22]. К.: Держспоживстандарт України, 2016. 6 с.

UDC 631.417.2:631.879.42

Change in the humus state of chernozem podzolized after application of organic fertilizers

Iu.M. Tovsty*, Ie.V. Skrylnyk

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine
*E-mail: hnu459@mail.ru

The study was conducted to determine the effect of the action and aftereffect of organic fertilizers on the basis of litter on the qualitative and quantitative composition of humus in chernozem podzolized heavy loam. To determine the effectiveness of the action and the aftereffect of manure and compost on its basis, the qualitative and quantitative composition of humus uses field, laboratory and mathematical-statistical methods. Certainly, the introduction of manure and compost on its basis contributed to an increase in the content of total carbon. On control (without fertilization), the total carbon content was 1.7%. After the introduction of litter, compost (litter + straw) and compost (litter + husk) at a dose of 10 tons / ha, it is 1.80; 1.83 and 1.90% respectively.

Key words: chernozem podzolized; litter; compost humus; humic acids; fulvic acids; group-fractional composition of humus.