

Е.В. Скрыльник, Ю.Н. Товстый

Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии  
им. А.Н. Соколовского», Харьков, Украина  
(E-mail: hnu459@mail.ru)

## Изменение содержания и качества гумуса в черноземе оподзоленном после внесения помета и компостов на его основе

В условиях полевого опыта изучено влияние действия и последствия органических удобрений на основе помета на качественный и количественный состав гумуса в черноземе оподзоленном тяжело-суглинистом. Установлено, что внесение помета и компостов на его основе способствовало повышению содержания общего углерода. На контроле (без внесения удобрений) содержание общего углерода было на уровне 1,7 %. После внесения помета, компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) в дозе 10 т/га оно составляет 1,80; 1,83 и 1,90 % соответственно. Применение помета и компостов на его основе оказало влияние и на качественный состав гумуса. На контроле отношение  $C_{ГК}/C_{ФК}$  составило 1,25, что свидетельствует о фульватно-гуматном типе гумуса. После внесения органических удобрений качество гумуса улучшалось ( $C_{ГК}/C_{ФК}$  1,47...1,79). Применение компоста (помет + лузга) обеспечило максимальное содержание подвижных фракций гуминовых кислот, при одновременном повышении содержания стабильных фракций гуминовых кислот.

*Ключевые слова:* чернозем оподзоленный, помет, компост, гумус, гуминовые кислоты, фульвокислоты, группово-фракционный состав гумуса.

### 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. По результатам агрохимической паспортизации сельскохозяйственных земель в течение 1986–2010 гг. содержание гумуса в почвах уменьшилось на 0,22 %, а ежегодные потери гумуса в почвах Украины составляют 0,6–1 т/га. Вызваны такие изменения интенсификацией сельского хозяйства и уменьшением поступления органических материалов в почву. Внесение органических удобрений только за последние 10 лет уменьшилось с 8,6 тонны на 1 га пашни в 1990 г., до 0,5 тонны на 1 га в 2016 г. [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].

Главными признаками деградации гумуса, которые определяют масштабы его потерь и ухудшения качества, являются ослабление процесса формирования гуминовых кислот, изменение их состава и упрощение структуры. Ослабление процесса гумификации в большинстве случаев прослеживается на стадиях новообразования гуминовых кислот и полимеризации гумусовых структур (формирование гуматов). Обеднение гумуса подвижными фракциями гуминовых кислот и гуматами, наряду с усилением фульватной направленности процессов превращения органических веществ, существенно снижает агрономическую ценность 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  $C_{ГК}/C_{ФК}$  за счет поступления свежего органического вещества, которое является источником для синтеза молодых гуминовых кислот [6]. Поэтому ряд почвоведов отмечают необходимость систематического внесения в почву органических удобрений 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 сег-

мента отрасли сельского хозяйства в научных трудах писали И. В. Александрова, Д. С. Орлова, А. А. Бацула, Е. В. Скрыльник.

### Материалы и методика исследований

Полевой краткосрочный опыт заложен на опытном поле ГПИП «Граковское» ННЦ «ИПА им. А.Н. Соколовского» на черноземе оподзоленном. Территория закладки опыта характеризуется умеренно теплым и умеренно влажным климатом. Среднегодовая температура воздуха составляет 7,3 °С. Продолжительность периода с температурой выше 10 °С варьирует в пределах 150–160 дней, за это время сумма активных температур составляет 2754–2965 °С. Годовая сумма осадков колеблется в пределах 516–609 мм, за вегетационный период в среднем — 212 мм [8].

Для закладки опыта в качестве местного органического сырья были использованы куриный помет и компосты, изготовленные на его основе, с добавлением влагопоглощающих наполнителей (подсолнечная лузга, солома) в объемном соотношении: 80 % помета и 20 % наполнителя. Компостирование проводилось на открытых площадках, с принудительной аэрацией путем перемешивания аэрокомпостером. Закладка и проведение полевого опыта выполнены по методике Доспехова [9]. Схема опыта: 1 — без удобрений (контроль); 2 — внесение помета; 3 — внесение компоста (помет + солома); 4 — внесение компоста (помет + лузга). Дозы внесения удобрений составили 10 т/га, что соответствует рекомендуемым дозам внесения куриного помета по Украине [10].

Полевой краткосрочный опыт проводили с 2015 по 2017 гг. Образцы почвы отбирали осенью с глубины 0–30 см [11]. Экспериментальные исследования проводили в лаборатории органических удобрений и гумуса ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского» (Свидетельство о соответствии системы измерений требованиям ДСТУ ISO 10012:2005, № 01–0104/2017) на определение содержания общего углерода по ДСТУ 4289: 2004, группового и фракционного состава гумуса по методу Тюрина в модификации Пономаревой и Плотниковой (ДСТУ 7828:2015).

### Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что краткосрочное воздействие помета и компостов на его основе способствовало изменению содержания общего углерода ( $C_{\text{общ}}$ ) в почве и качественного состава гумуса. На контроле без внесения удобрений определено самое низкое содержание общего углерода 1,7 %. При этом в результате действия помета содержание общего углерода в почве увеличилось на 5 %, а компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) — на 7 и 12 % относительно контроля (табл. 1). После внесения помета и компостов на его основе наблюдалось восстановление содержания  $C_{\text{общ}}$ , что обусловлено поступлением свежего органического вещества в почву.

Таблица 1

**Действие помета и компостов на его основе на групповой и фракционный состав гумуса в черноземе оподзоленном, % к общему углероду почвы ( $C_{\text{общ}}$ )**

Вариант	$C_{\text{общ}}, \%$	$C_{\text{ГК}}, \%$				$C_{\text{ФК}}, \%$					$C_{\text{гум}}, \%$
		1	2	3	$\Sigma$	1а	1	2	3	$\Sigma$	
Без удобрений (контроль)	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

Результаты анализа фракционного состава гумуса, экстрагированного с чернозема оподзоленного, после применения помета и компостов на его основе показали, что внесение в почву свежего органического вещества способствовало увеличению в почве содержания подвижных гумусовых веществ. Так, внесение компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) содействовало активизации процесса новообразования гуминовых кислот первой фракции (ГК-1) и возрастанию их относительной доли в составе гуминовых кислот (ГК). Наибольшее содержание первой фракции гуминовых кислот определено после внесения компоста (помет + лузга) — 4 %, которое на 1,5 % превышает со-

держание фракций ГК-1 на контроле. При этом следует отметить, что внесение некомпостируемого помета не оказало существенного влияния на содержание фракций ГК-1.

Данные исследования также указывают на то, что действие помета и компостов на его основе не оказывает положительного воздействия на содержание кислоторастворимой фракции фульвокислот (ФК-1а): ее содержание осталось на уровне контроля — 3,0 %.

Содержание первой фракции фульвокислот (ФК-1), растворимой непосредственно в слабой щелочи и связанной с первой фракцией гуминовых кислот, уменьшается под действием помета и компостов относительно контроля (без внесения удобрений). Наиболее низкое содержание фракций ФК-1 отмечено после внесения компоста (помет + солома) — 8,0 %, которое на 2,1 % меньше, чем на контроле. Самое большое содержание фракций ФК-1 определено на контроле — 10,1 %. Накопление фракции ФК-1 может быть причиной увеличения кислотности и ухудшения физико-химических свойств черноземов оподзоленных, поэтому снижение содержания фракций ФК-1 после внесения помета и компостов на его основе имеет положительное влияние на гумусное состояние почвы.

Действие компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) положительно влияет на свойства гуминовых кислот, связанных с кальцием (ГК-2), которые играют важную роль в процессе почвообразования. После внесения компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) количество гуминовых кислот, связанных с кальцием, составило 34,1 и 35,2 % соответственно. Увеличение содержания фракций ГК-2 под действием компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) указывает на образование более устойчивых гумусовых соединений с высокой степенью бензоидности, которые играют важную роль в процессе почвообразования. Необходимо также отметить, что действие помета не оказало положительного влияния на содержание фракций ГК-2, сохранив его на уровне контроля.

Содержание второй фракции фульвокислот (ФК-2), извлекаемых слабой щелочью после декальцинирования вместе с гуминовыми кислотами, связанными с кальцием, обратно пропорционально содержанию фракций ГК-2 и заметно ниже контроля. Наименьшее содержание отмечено после внесения компоста (помет + лузга) — 4,7 %, что на 2,2 % меньше, чем на контроле.

Содержание гуминовых кислот третьей фракции (ГК-3), связанных с устойчивыми полуторными окислами ( $R_2O_3$ ) и глинистыми минералами, изменилось в сторону увеличения под действием компостов на 11 %, а после внесения помета содержание фракций ГК-3 осталось неизменным, сохранившись на уровне контроля. Увеличение содержания фракций ГК-3 под действием компостов связано с переходом зрелых гумусовых веществ из состава компоста в почвенный поглощающий комплекс и с их закреплением. Содержание фракции ГК-3, согласно классификации Государственного стандарта Украины [12], после внесения компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) характеризуется как высокое, а после внесения помета и на контрольном варианте имеет среднее значение.

На всех экспериментальных участках после внесения органических удобрений сохраняется общая тенденция к уменьшению содержания третьей фракции фульвокислот (ФК-3), которые прочно связаны с устойчивыми полуторными оксидами ( $R_2O_3$ ) и глинистыми минералами. Наиболее высокое содержание фракций ФК-3 определено на контроле — 16,0 %, наименьшее — после внесения компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) — 11,2 и 11,7 % соответственно.

Действие помета на органическое вещество чернозема оподзоленного способствовало накоплению содержания гумина (нерастворимый остаток), что также было характерным при внесении компостов. Абсолютная доля гумина по сравнению с контролем увеличилась на 23–25 %, 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 нерастворимый остаток является его потенциальным источником в почве.

Внесение помета и компостов способствовало увеличению доли  $C_{ГК}$  в содержании  $C_{общ}$ , что указывает на усиление степени гумификации. Такое быстрое влияние на распределение группового состава почвы можно объяснить тем, что в составе компоста находится значительное количество доступного органического вещества, которое, в свою очередь, способствовало сохранению существующих и образованию молодых ГК (рис. 1).

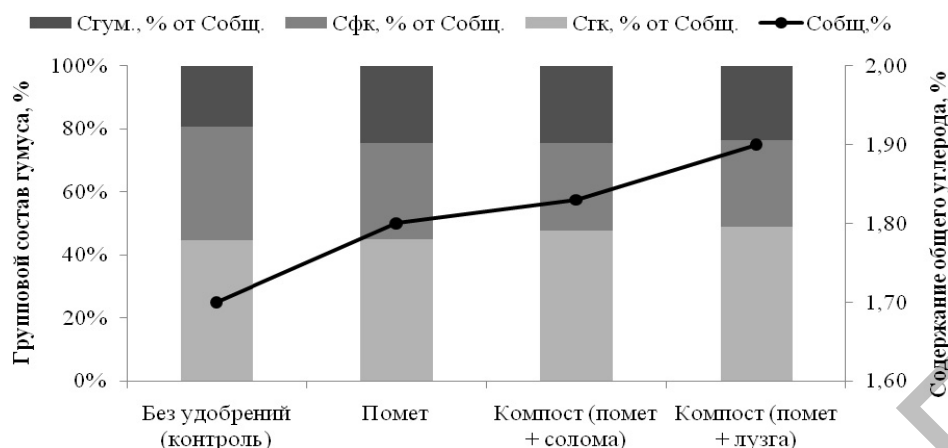


Рисунок 1. Групповой состав гумуса в черноземе оподзоленном под действием помета и компостов на его основе

Важным параметром оценки гумуса является соотношение содержания углерода гуминовых кислот ( $C_{ГК}$ ) к углероду фульвокислот ( $C_{ФК}$ ). Особенность этого параметра заключается в том, что он не зависит от общего содержания гумуса в почве, а указывает направление процессов гумусообразования. Расширение соотношения  $C_{ГК}/C_{ФК}$  свидетельствует о положительной тенденции относительно качества гумуса и смещении процессов гумусов образования в гуматном направлении. Действие органических удобрений способствовало изменению соотношения между количеством гуминовых и фульвокислот в черноземе оподзоленном, увеличивая долю  $C_{ГК}$  и расширяя соотношение  $C_{ГК}/C_{ФК}$ . В первый год внесения действие компоста (помет + лузга) привело к увеличению доли гумина и ГК при одновременном снижении содержания ФК, что, в свою очередь, способствовало расширению отношения  $C_{ГК}/C_{ФК}$  и образованию гуматного типа гумуса [12].

Действие удобрений способствует расширению соотношения  $C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$ , что указывает на интенсификацию процессов гумификации органического вещества в черноземе оподзоленном.

Наибольшее расширение отношения  $C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$  наблюдается после применения компоста (помет + лузга), что указывает на эффективность влияния этого вида удобрений на формирование молодых гуминовых кислот, которые способствуют улучшению режима питания растений. Расширение отношения  $C_{ГК-1}/C_{ГК-3}$  от 0,27 на контроле до 0,42 после внесения компоста (помет + лузга) указывает на увеличение содержания легкорастворимых фракций гумуса в черноземе оподзоленном (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Действие помета и компостов на его основе на показатели качества органического вещества в черноземе оподзоленном**

Показатель	Вариант			
	Без удобрений (контроль)	Помет	Компост (помет + солома)	Компост (помет + лузга)
$C_{ГК} / C_{ФК}$	1,25	1,47	1,71	1,79
$C_{ГК-1} / C_{ФК-1}$	0,24	0,33	0,47	0,53
$C_{ГК-2} / C_{ФК-2}$	4,75	5,45	6,20	7,44
$C_{ГК-1} / C_{ГК-3}$	0,27	0,31	0,39	0,42

Преобладание в группово-фракционном составе гуминовых кислот, связанных с  $Ca^{2+}$ , указывает на высокую интенсивность второй стадии гумификации, что подтверждается соотношением  $C_{ГК-1}/C_{ФК-2}$ . Увеличение данного соотношения относительно контрольного варианта свидетельствует о повышении полимеризации гумусовых структур чернозема оподзоленного под воздействием помета и компостов на его основе.

Анализ отдельных фракций ГК к их сумме указывает на некоторые изменения под действием органических удобрений. Так, внесение компоста (помет + лузга) способствовало увеличению массовой доли лабильной фракции ГК-1 в общем содержании гуминовых кислот чернозема оподзоленного на 3 % относительно контроля (рис. 2). Обратное пропорциональное действие на распределение вто-

рой фракции гуминовых кислот в общем составе ГК оказало применение органических удобрений, которое способствовало снижению в содержании второй фракции ГК, прочно связанной с кальцием, с 75 % на контроле до 71 % после применения компоста (помет + солома).

Краткосрочное действие помета и компостов на его основе не оказало влияния на содержание гуминовых кислот, прочно связанных с минеральной частью почвы, сохранив их долю в сумме ГК на уровне контроля.

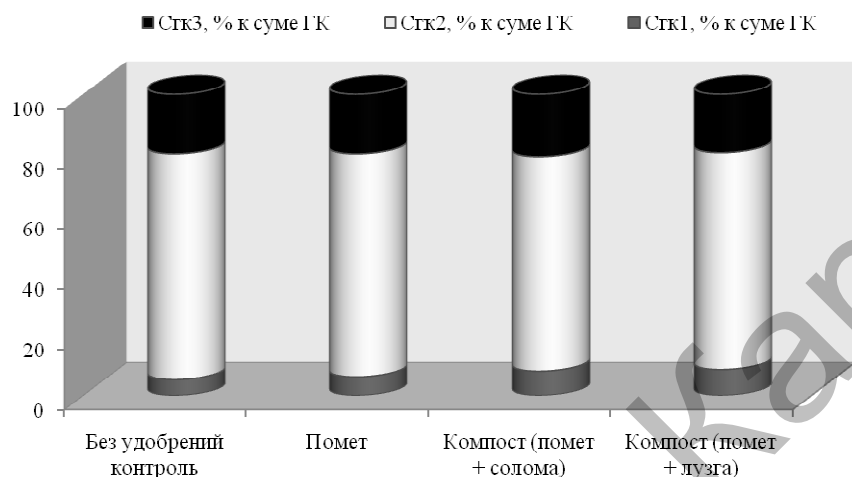


Рисунок 2. Содержание фракций гуминовых кислот в черноземе оподзоленном под действием помета и компостов на его основе

Последствие помета и компостов на его основе оказало влияние на содержание  $C_{\text{общ}}$  в почве и качественного состава гумуса. Самое низкое содержание  $C_{\text{общ}}$  определено на контроле без внесения удобрений (1,67 %), которое практически не изменилось по сравнению с действием. Последствие компоста (помет + лузга) имело наибольшее влияние на содержание  $C_{\text{общ}}$ , сохранив его на уровне 1,82 %. Влияние последствия помета и компостов на его основе имело положительное воздействие на восстановление содержания  $C_{\text{общ}}$ , которое обусловлено трансформацией поступившего органического вещества в почву.

Спустя год после внесения свежего органического вещества в почве увеличилось содержание подвижных форм гумусовых веществ. Так, последствие компостов способствовало активизации процесса новообразования фракций ГК-1 и возрастанию их относительной доли в составе ГК. Наибольшее содержание первой фракции ГК-1 определено через год после внесения компоста (помет + лузга) (4,7 %), что в 2 раза превышает содержание фракций ГК-1 на контроле. При этом следует отметить, что последствие некомпостируемого помета не оказало влияния на содержание фракций ГК-1.

Стоит отметить, что по сравнению с действием компостов их последствие оказало положительное воздействие на содержание фракции ФК-1а, снизив ее долю в составе ФК.

Последствие помета и компоста (помет + солома) не имело положительного влияния на содержание фракций 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 фракций ФК-1 определено после внесения помета — 7,4 % (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Последствие помета и компостов на его основе на групповой и фракционный состав гумуса в черноземе оподзоленном, % к общему углероду почвы ( $C_{\text{общ}}$ )

Вариант	$C_{\text{ГК}}$ , %	$C_{\text{ФК}}$ , %				$C_{\text{Гум.}}$ , %					$C_{\text{общ.}}$ , %
		1	2	3	$\Sigma$	1а	1	2	3	$\Sigma$	
Без удобрений (контроль)	1,67	2,8	31,3	9,0	43,1	3,6	6,3	8,5	18,1	36,53	20,4
Помет	1,77	2,8	31,7	9,8	44,3	3,4	7,4	6,6	18,1	35,54	20,1
Компост (помет + солома)	1,72	4,1	32,5	11,0	47,6	2,8	7,1	5,3	16,3	31,35	21,0
Компост (помет + лузга)	1,82	4,7	32,8	12,1	49,6	2,2	6,2	3,6	14,7	26,72	23,7

Под влиянием последействия компостов в гумусе чернозема оподзоленного изменилось содержание фракции ГК-2 в сторону увеличения доли второй фракции гуминовых кислот, способствуя закреплению гуминовых кислот в черноземе оподзоленном.

Применение органических удобрений способствовало уменьшению содержания фракций ФК-2. Наименьшее содержание отмечено после внесения компоста (помет + лузга) — 3,6 %, а наибольшее — на контроле.

Содержание фракций ГК-3 изменилось в сторону увеличения под влиянием последействия компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга) на 2 % и 3,1 % соответственно, а после внесения помета этот показатель остался практически неизменным. Увеличение содержания фракций ГК-3 под влиянием последействия компостов указывает на их пролонгированное действие на гумусное состояние чернозема оподзоленного.

На всех экспериментальных участках после внесения органических удобрений сохраняется общая тенденция к уменьшению содержания фракций ФК-3. Наиболее высокое содержание этой фракции определено на контроле — 18,1 %, наименьшее — после внесения компоста (помет + лузга) — 11,2 и 14,7 % соответственно.

Применение помета и компоста (помет + солома) не оказало последействия на накопление гумина в общем составе гумуса, сохранив его содержание на уровне контроля. Последействие компоста (помет + лузга) способствовало превращению привнесенного органического вещества в малоподвижные и стабильные составные части гумуса, увеличив содержание гуминана (3,3 %) относительно контроля.

Последействие помета и компостов на его основе обеспечило увеличение доли  $C_{ГК}$  в содержании  $C_{общ}$ , что указывает на усиление степени гумификации (рис. 3).

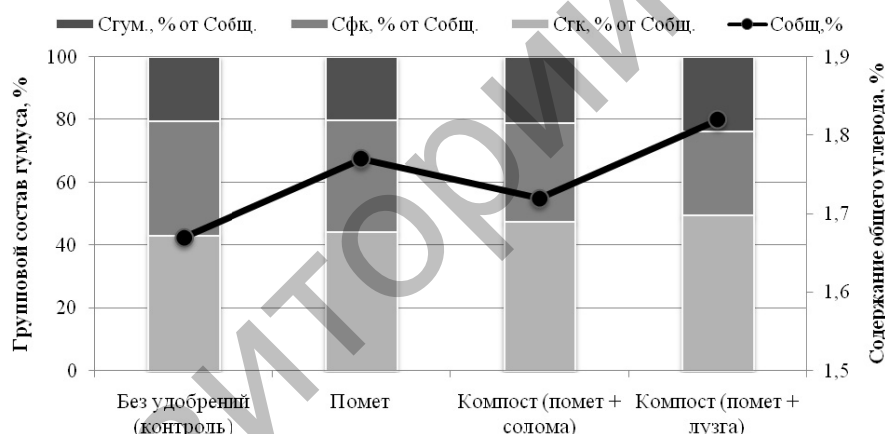


Рисунок 3. Последействие помета и компостов на его основе на групповой состав гумуса в черноземе оподзоленном

Под влиянием последействия помета и компостов на его основе соотношение между количеством гуминовых и фульвокислот увеличилось с 1,18 до 1,88, что по Государственным стандартам Украины [12] соответствует фульватно-гуматному и гуматному типу гумусообразования. Наиболее существенному изменению типа гумификации способствовало последействие компоста с лузгой (гуматный тип), последействие помета не оказало влияния на тип гумификации, сохранив фульватно-гуматный тип.

Внесение удобрений способствовало расширению соотношения  $C_{ГК-1}/C_{ФК-2}$ , что указывает на интенсификацию процессов гумификации органических веществ в черноземе оподзоленном. Наибольшее расширение отношения  $C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$  определено после применения компоста (помет + лузга), что указывает на эффективность влияния этого вида удобрений.

Наибольшее влияние на формирование молодых гуминовых кислот оказало последействие компоста (помет + лузга). Наименьшее соотношение  $C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$  определено под последействием помета — 0,38, что указывает на его незначительное влияние, на формирование первой фракции гуминовых кислот. Одновременно с увеличением доли фракций ГК-1 в общем составе гумусовых кислот происходит увеличение содержания фракций ГК-3, о чем свидетельствует уменьшение отношения  $C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$  (табл. 4).

**Последствие помета и компостов на его основе на показатели качества органического вещества в черноземе оподзоленном**

Показатель	Вариант			
	Без удобрений (контроль)	Помет	Компост (помет + солома)	Компост (помет + лузга)
$C_{ГК}/C_{ФК}$	1,18	1,25	1,52	1,88
$C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$	0,44	0,38	0,58	0,76
$C_{ГК-2}/C_{ФК-2}$	3,69	4,78	6,14	9,08
$C_{ГК-1}/C_{ГК-3}$	0,31	0,29	0,37	0,39

Последствие компоста (помет + лузга) способствует интенсификации второй стадии гумификации и повышению полимеризации структур гумусовых молекул, на что указывает наибольшее увеличение соотношения  $C_{ГК-2}/C_{ФК-2}$ .

Анализ отношения отдельных фракций ГК к их сумме указывает на некоторые изменения их долевого распределения под влиянием последствия помета и компостов на его основе. Так, последствие компоста (помет + лузга) способствовало увеличению массовой доли лабильной фракции ГК-1 в общем содержании гуминовых кислот чернозема оподзоленного на 3 % относительно контроля (рис. 4). Наименее эффективное влияние на распределение фракций ГК-1 в общем составе ГК оказало последствие помета, сохранив его на уровне контроля.

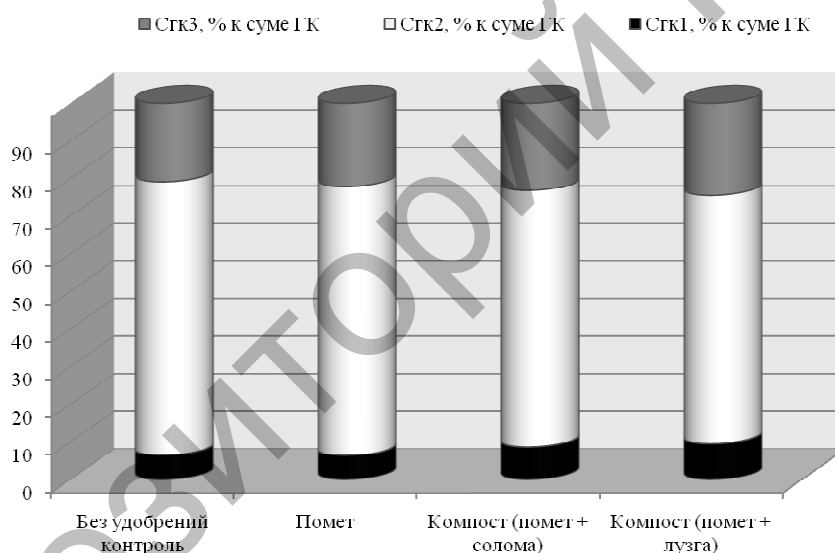


Рисунок 4. Содержание фракций гуминовых кислот в черноземе оподзоленном под последствием помета и компостов на его основе

Обратно пропорциональное влияние на распределение второй фракции гуминовых кислот в общем составе ГК оказало последствие помета и компостов на его основе, под влиянием которого произошло уменьшение содержания фракций ГК-2 с 72 % на контроле до 66 % после применения компоста (помет + лузга). Последствие помета и компостов на его основе способствовало повышению содержания фракций ГК-3 в общем составе ГК. Наиболее существенное влияние на долю фракций ГК-3 в общем составе ГК оказало последствие компоста (помет + солома) и компоста (помет + лузга), увеличив их содержание на 2 и 3,5 % соответственно.

#### Заключение

Высокой эффективностью действия и последствия на качественный и количественный состав гумуса чернозема оподзоленного отмечен компост (помет + лузга). Действие и последствие компоста (помет + лузга) способствовали увеличению содержанию ГК и гумина за счет снижения доли ФК, смещая тип гумусообразования с фульватного в гуматный, усиливая при этом степень гумификации органического вещества.

Вместе с усилением гуматности и насыщением труднорастворимыми фракциями гумуса внесение компоста (помет + лузга) обеспечило максимальное содержание подвижных форм гуминовых кислот, доступных для питания растений, существенно повышая агрономическую ценность гумуса чернозема оподзоленного, увеличивая его способность противостоять неблагоприятным воздействиям.

#### Список литературы

- 1 Цвей Я.П. Состав гумуса черноземов в зависимости от системы удобрений в короткоротационных севооборотах / Я.П. Цвей, С.О. Бондар, М.О. Киселевска // Вестн. аграрной науки. — 2016. — № 9. — С. 5–9.
- 2 Ерёмин Д.И. Изменение содержания качества гумуса при сельскохозяйственном использовании чернозема выщелоченного лесостепной зоны Зауралья / Д.И. Ерёмин // Почвоведение. — 2016. — № 5. — С. 584–592.
- 3 Внесение минеральных и органических удобрений под урожай сельскохозяйственных культур – 2016: стат. бюлл. [ЭР]. — Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
- 4 Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения / Е.Ю. Милановский. — М.: ГЕОС, 2009. — 265 с.
- 5 Овчинникова Н.Ф. Изменение состава и свойств гумусовых веществ дерно-подзолистых почв под влиянием различных факторов / Н.Ф. Овчинникова // Доклады Россельхозакадемии. — 2003. — С. 22–25.
- 6 Колтакова П.С. О влиянии длительной культуры и систематического применения удобрений на содержание и состав гумуса выщелоченного чернозема / П.С. Колтакова, Г.А. Шевченко // Агрохимия — 1996. — № 5. — С. 65–78.
- 7 Лаврентьева И.Н. Органическое вещество: экологические особенности образования и плодородие почв / И.Н. Лаврентьева, Л.Л. Убугунов, В.И. Убугунова. — Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2008. — С. 23, 24.
- 8 Клименко В.Г. Гидроклиматические ресурсы Харьковской области / В.Г. Клименко, С.С. Клубань. — Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2011. — С. 26–34.
- 9 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — С. 220–225.
- 10 Балюк С.А. О состоянии плодородия почв Украины / С.А. Балюк, В.В. Медведев, А.Г. Тарарико. — М.: Наука, 2010. — С. 98–100.
- 11 ДСТУ 4287:2007. Качество почвы. Отбор проб. Действующий с 2005–07–01. — Киев: Госпотребстандарт, 2005. — С. 3–7.
- 12 ДСТУ 7923:2015. Качество почвы. Гумусовое состояние. Номенклатура показателей. Действующий с 2015–06–22. — Киев: Госпотребстандарт, 2016. — С. 6.

Е.В. Скрыльник, Ю.Н. Товстый

### Көң және олардың негізіндегі тыңайтқышты енгізгеннен кейін күл себілген қара топырақтағы гумустың құрамы мен сапасының өзгеруі

Дала тәжірибесі жағдайында күл себілген ауыр сазды қара топырақта гумустың сапалық және сандық құрамы бойынша көң негізінде органикалық тыңайтқыштардың әсері мен нәтижесі зерттелді. Бұл негізделген көң мен тыңайтқышты енгізу жалпы көміртектің құрамының артуына ықпал етті. Бақылауда (тыңайтқышсыз) жалпы көміртегі мөлшері 1,7 % деңгейінде болды. 10 т/га мөлшерінде көң, тыңайтқыштар (көң+ сабан) және тыңайтқыштар (көң + қауыз) жасалғаннан кейін тиісінше 1.80; 1,83 және 1,90 % құрады. Оның негізінде көң мен тыңайтқышты пайдалану гумустың сапалы құрамына да әсер етті. Бақылау барысында  $C_{ГК}/C_{ФК}$  ара қатынасы 1,25 болды, ол, өз кезегінде, фульватты-гуматномтипі гумусты көрсетеді. Органикалық тыңайтқыштарды қолданғаннан кейін гумустың сапасы  $C_{ГК}/C_{ФК}$  1.47...1.79 жақсартылды. Гумин қышқылдарының тұрақты фракцияларының құрамын бір уақытта арттыру барысында тыңайтқышты пайдалану (көң + қауыз) гуминді қышқылдардың құрамында қозғалғыш фракциялардың барынша көп мөлшерін қамтамасыз етті.

*Кілт сөздер:* күл себілген қара топырақ, көң, тыңайтқыш, гумус, гуминдік қышқылдар, фульвиттік қышқылдар, гумустың топтық-бөлшектік құрамы.

E. V. Skrylnik, Yu. N. Tovstiy

### Changes in the content and quality of humus in chernozem podzolized after the introduction of manure and compost on its basis

The application of manure and compost based on it contributed to an increase in the carbon content. On control (without fertilization), the carbon content was 1.7 %. After the application of manure, compost

(litter + straw) and compost (litter + husk) at a dose of 10 tons per ha, the carbon content was 1.80, 1.83 and 1.90 % respectively. The use of manure and compost on its basis had an impact on the qualitative composition of humus. On the control, the ratio of HA/FA was 1.25, which indicates a fulvate-humate type of humus. After the introduction of organic fertilizers, the quality of humus was improved by HA/FA 1.47... 1.79. High efficiency of action and aftereffect on the qualitative and quantitative composition of humus of chernozem podzolized has compost (litter + husk). Action and aftereffect of compost (litter + husk). Contributed to an increase in the content of fractions of HA and humans due to a decrease in the fraction of FA fractions, shifting the type of humus formation from fulvate to humate, while enhancing the degree of humification of organic matter. Along with the increase in humicity and saturation with hardly soluble fractions of humus, the compost application (litter + husk) provided the maximum content of mobile forms of humic acids available for plant nutrition, significantly increasing the agronomic value of humus of podzolized chernozem, increasing its ability to withstand adverse effects.

**Keywords:** chernozem podzolized, litter, compost humus, humic acids, fulvic acids, group-fractional composition of humus.

## References

- 1 Tsvei, Ya.P., Bondar, S.O. & Kiselevska, M.O. (2016). Sostav humusa chernozemov v zavisimosti ot sistemy udobrenii v korotkorotatsionnykh sevooborotakh [Composition of the humus of chernozems in dependence on the fertilizer system in short-rotation crop rotations]. *Vestnik ahrarnoi nauki — Bulletin of Agrarian Science*, 9, 5–9 [in Russian].
- 2 Eremin, D.I. (2016) Izmenenie sodержaniia kachestva humusa pri sel'skokhoziaistvennom ispolzovanii chernozema vyshchelochennogo lesostepnoi zony Zauralia [The change in the content of humus quality in agricultural use of chernozem leached forest-steppe zone of the Trans-Urals]. *Pochvovedenie — Soil science*, 5, 584–592 [in Russian].
- 3 Vnesenie mineralnykh i orhanicheskikh udobrenii pod urozhai sel'skokhoziaistvennykh kultur – 2016: Statisticheskii biulleten [Introduction of mineral and organic fertilizers for the harvest of agricultural crops – 2016: Statistical bulletin] (n.d.). *ukrstat.gov.ua*. Retrived from <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Russian].
- 4 Milanovskii, E.Yu. (2009). *Humusovye veshchestva pochv kak prirodnye hidrofobno-hidrofilnye soedineniia [Humus substances of soils as natural hydrophobic-hydrophilic compounds]*. Moscow: GEOS [in Russian].
- 5 Ovchinnikova, N.F. (2003). Izmenenie sostava i svoistv humusovykh veshchestv derno-podzolistykh pochv pod vliianiem razlichnykh faktorov [Changes in the Composition and Properties of Humus Substances of Soddy-Podzolic Soils under the Influence of Various Factors]. *Doklady Rosselkhozakademii — Reports of Russian agrarian academy*, 22–25 [in Russian].
- 6 Koltakova, P.S., & Shevchenko, G.A. (1996). O vliianii dlitelnoi kultury i sistematičeskogo primeneniia udobrenii na sodержanie i sostav humusa vyshchelochennogo chernozema [On the influence of prolonged culture and systematic application of fertilizers on the content and composition of humus of leached chernozem]. *Ahrokhimiia — Agrochemistry*, 5, 65–78 [in Russian].
- 7 Lavrenteva, I.N., Ubugunov, L.L., & Ubugunova, V.I. (2008). *Orhanicheskoe veshchestvo: ekologicheskie osobennosti obrazovaniia i plodorodie pochv [Organic matter: ecological features of formation and fertility of soils]*. Ulan-Ude: Izdatelstvo BGSKhA imeni V.R. Filippova [in Russian].
- 8 Klimenko, V.G., & Kluban, S.S. (2011). *Hidroklimatičeskie resursy Kharkovskoi oblasti [Hydroclimatic resources of the Kharkov region]*. Kharkiv: KhNU imeni V.N. Karazina [in Russian].
- 9 Dospheov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]*. Moscow: Ahropromizdat [in Russian].
- 10 Balyuk, S.A., Medvedev, V.V., & Tarariko, A.G. (2010). *O sostoianii plodorodiia pochv Ukrainy [On the state of soil fertility in Ukraine]*. Moscow: Nauka [in Russian].
- 11 Kachestvo pochvy. Otorb prob [Soil quality. Sample selection] (2005). *DSTU 4287:2007. from 01 July 2005*. Kiev: Hospotrebstandart [in Russian].
- 12 Kachestvo pochvy. Humusovoe sostoianie. Nomenklatura pokazatelei [The quality of the soil. Humus state Nomenclature of indicators] (2015). *DSTU 7923:2015. from 22 June 2015*. Kiev: Hospotrebstandart [in Russian].