

## **ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯРНОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА КРС И СВИНЫХ НАВОЗНЫХ СТОКОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ**

**Е. Н. Богатырева, Т. М. Серая, О. М. Бирюкова, И. И. Касьяненко**

*Институт почвоведения и агрохимии,  
г. Минск, Беларусь*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Одним из приоритетных направлений развития агропромышленного производства остается дальнейшая индустриализация животноводства с акцентом на строительство крупных животноводческих комплексов. Строительство крупных ферм способствует, как правило, не только высокой концентрации скота, но и значительному накоплению их экскрементов, которые образуются постоянно, являясь естественными побочными продуктами животноводческого производства. При этом перевод животноводства на промышленную основу сопровождается существенным увеличением выхода жидких органических удобрений, что обостряет проблему их утилизации. В Республике Беларусь в настоящее время функционируют 198 животноводческих комплексов, в том числе 78 комплексов по откорму КРС и 120 свинокомплексов. Общая численность поголовья КРС на выращивании и откорме в сельскохозяйственных организациях составляет 4257 тыс., свиней – 2779 тыс. [1]. При существующем поголовье скота ежегодно в сельскохозяйственных организациях республики выход жидкого навоза и навозных стоков (без учета технологической воды) составляет свыше 12 млн т, или около 25 % от общего количества экскрементов всей животноводческой отрасли.

Традиционно жидкий навоз и навозные стоки используют в качестве органических удобрений, обеспечивая вовлечение в биологический круговорот содержащихся в них элементов питания. Рациональное применение этих удобрений при соблюдении оптимальных доз, сроков и способов их внесения оказывает положительное влияние на продукционные процессы агроценозов, способствуя повышению урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почв [2–10]. Однако на практике высокая концентрация крупного рогатого скота и свиней на комплексах для многих сельскохозяйственных организаций создала определенные трудности, связанные с утилизацией накопившихся объемов побочных продуктов животноводства. Возникшие проблемы обусловлены не только слабой материально-технической базой по подготовке и хранению жидкого навоза и навозных стоков, но и повышенными денежными издержками на их транспортировку и внесение за счет роста трудовых, транспортных и эксплуатационных затрат. В такой ситуации перевозки по внесению этих отходов во многих хозяйствах ограничены до 1–3 км от животноводческих комплексов [11]. По данным исследований, жидкий навоз КРС в дозе 75 т/га экономически целесообразно вносить под кукурузу на зеленую массу в радиусе 10 км от ферм, в дозе 150 т/га – 5 км от ферм [12]. В большинстве хозяйств в целях снижения производственных расходов жидкие побочные продукты животноводства вносят на близлежащие поля. При этом из-за отсутствия необходимых

площадей вблизи животноводческих комплексов их постоянно вносят на одни и те же участки в высоких дозах в течение длительного времени.

Ежегодное внесение больших объемов жидкого навоза и навозных стоков на одни и те же поля, расположенные вблизи животноводческих комплексов, может оказывать отрицательное влияние на показатели гумусового состояния почв. Неблагоприятные изменения могут проявляться в уменьшении относительной доли гуматов кальция – наиболее агрономически ценной фракции почвенного гумуса, которые играют важную роль в улучшении структуры почвы, способствуют закреплению почвенного гумуса в корнеобитаемом слое, предотвращая его вымывание в нижележащие слои. К другим нежелательным изменениям может быть отнесено увеличение подвижности гумусовой системы, обусловленное повышением содержания фульвокислот. Характерной чертой фульвокислот и их органо-минеральных производных является повышенная подвижность, вследствие чего наблюдается миграция растворимых фульватов по профилю почв. Это способствует обеднению пахотного слоя кальцием, магнием и другими катионами, в результате чего такие почвы подкисляются, теряют структуру и приобретают неблагоприятные агрохимические показатели.

Исследования по изучению влияния постоянно вносимых жидких побочных продуктов животноводства на гумусовое состояние дерново-подзолистых почв, расположенных вблизи животноводческих комплексов, в последние годы не проводили. В этой связи существенный рост выхода жидкого навоза и навозных стоков и их бессистемное применение на ограниченных площадях актуализировало необходимость проведения оценки гумусового состояния дерново-подзолистых почв, подвергающихся интенсивному воздействию жидкого навоза КРС и свиных навозных стоков.

Цель исследований – установить влияние регулярных дозовых нагрузок жидкого навоза КРС и навозных стоков свиней на показатели гумусового состояния дерново-подзолистых почв вблизи животноводческих комплексов.

## **ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Объектом исследований при оценке изменения гумусового состояния дерново-подзолистых почв под влиянием постоянного внесения жидкого навоза КРС и навозных стоков свиней были дерново-подзолистые почвы пахотных земель вблизи животноводческих комплексов. Почвенные образцы отобраны на почвах пахотных земель в ОАО «Гастелловское» Минского района (поголовье КРС – 1,5 тыс. голов), ГП «Путчино» Дзержинского района (поголовье КРС – 2,8 тыс. голов), СПК «Лань–Несвиж» Несвижского района (поголовье свиней – 20,9 тыс. голов), ОАО «Вишневецкий–Агро» Столбцовского района (поголовье свиней – 19,5 тыс. голов), ОАО «АгроВидзы» (поголовье КРС – 5,1 тыс. голов) и СПК «Маяк Браславский» (поголовье свиней – 21,2 тыс. голов) Браславского района (табл. 1).

Почвенные образцы отбирали весной 2014 г. при проведении маршрутных обследований до посева яровых культур при помощи агрохимического бура на глубину 0–25 см методом конверта в 5 разных точках с расстоянием 150–200 м между ними. На почвах пахотных земель, где были посеяны озимые культуры, отбор почвенных образцов произведен в начале ранневесенней вегетации растений. На всех дерново-подзолистых почвах для отбора почвенных образцов без нагрузки жидких побочных продуктов животноводства и при их внесении выбирали

участки, расположенные, по возможности, недалеко друг от друга, в сходных условиях рельефа и в пределах той же почвенной разновидности. Обоснованность такого сравнения не совсем корректна, однако подобрать полностью идентичные почвы невозможно. Жидкие побочные продукты животноводства на всех участках в последний раз были внесены в 2013 г., за исключением поля, расположенного на дерново-подзолистой суглинистой почве в ОАО «Маяк Браславский», где свиные стоки в дозе 700–800 т/га последний раз вносили осенью 2012 г.

Таблица 1

**Отбор почвенных образцов**

Вид ОУ*	Место отбора	Срок внесения, лет	Нагрузка ОУ, т/га в год	Почва
Жидкий навоз КРС	ГП «Путчино» Дзержинский район, Минская область	30	500–600	Суглинистая
	ОАО «АгроВидзы», Браславский район, Витебская область	25	100–200	Супесчаная
	ОАО «Гастелловское», Минский район, Минская область		3	
Навозные стоки свиней	СПК «Маяк Браславский», Браславский район, Витебская область	20	500–600	Суглинистые
			700–800	
	ОАО «Вишневецкий–Агро», Столбцовский район, Минская область	25	500–600	Супесчаная
	СПК «Лань–Несвиж», Несвижский район, Минская область	5	200–300	Суглинистые
	10			

\* ОУ – органическое удобрение.

В почвенных образцах содержание гумуса определяли по ГОСТ 26213–91, фракционно-групповой состав гумуса – по схеме И. В. Тюрина в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой [13]. В настоящее время при комплексной оценке гумусового состояния почв целесообразно пользоваться системой показателей, предложенной Д. С. Орловым с соавторами, которая позволяет оценить направленность протекания процесса гумусообразования, уровень накопления гумуса в почве, его качественный состав [14]. Дополнительно для характеристики напряженности процесса гумификации на разных стадиях использовали показатели количественного соотношения гуминовых и фульвокислот (1-й и 2-й фракций), предложенные М. Ф. Овчинниковой ( $C_{ГК-1}/C_{ФК-1}$  и  $C_{ГК-2}/C_{ФК-2}$ ) [15]. Показатель лабильности гумуса рассчитан согласно О. Н. Бирюковой с соавторами по формуле:

$$P_{\text{лаб}} = (ГК-1 + ФК-1 + ФК-1а)/(ГК-2 + ФК-2) [16].$$

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В результате выполненных аналитических работ установлено, что в дерново-подзолистых почвах, не подвергающихся воздействию жидких побочных продуктов животноводства, превалировали фульвокислоты, суммарное содержание которых варьировало в пределах 3060–5590 мг/кг против 1877–3409 мг/кг для гуминовых кислот (табл. 2, 3).

Таблица 2

**Влияние регулярных дозовых нагрузок жидкого навоза КРС и свиных навозных стоков на содержание гуминовых кислот в дерново-подзолистых почвах**

Почва	Срок внесения, лет	Нагрузка ОУ, т/га в год	Собщ. % от массы почвы	Фракции гуминовых кислот											
				мг/кг почвы			прирост в год, мг/кг								
				ГК-1	ГК-2	ГК-3	ΣГК	ГК-1	ГК-2	ГК-3	ΣГК	% от С <sub>общ</sub>			
<i>Комплекс по откорму КРС (ПТ «Путчино» Дзержинский район)</i>															
Суглинистые	–	б/н*	0,93	1000	595	863	2458	–	–	–	–	–	10,8	6,4	9,3
	30	500–600	1,85	2438	2114	1843	6395	48	51	33	131	–	13,2	11,4	10,0
<i>Комплекс по откорму КРС (ОАО «Гастелловское», Минский район)</i>															
Суглинистые	–	б/н	1,28	681	683	712	2076	–	–	–	–	–	5,3	5,4	5,6
	3	600–700	1,44	1193	534	334	2061	171	–50	–126	–5	–	8,3	3,7	2,3
<i>Комплекс по откорму КРС (ОАО «АгроВидзы», Браславский район)</i>															
Суглинистые	–	б/н	2,05	1457	326	1626	3409	–	–	–	–	–	7,1	1,6	7,9
	25	900–1000	2,70	2670	1961	2103	6734	49	65	19	133	–	9,9	7,3	7,8
Супесчаные	–	б/н	1,73	1078	399	989	2466	–	–	–	–	–	6,2	2,3	5,7
	25	100–200	1,80	1690	972	1105	3767	24	23	5	52	–	9,4	5,4	6,1
<i>Свинокомплекс (ОАО «Маяк Браславский», Браславский район)</i>															
Суглинистые	–	б/н	1,57	964	246	667	1877	–	–	–	–	–	6,2	1,6	4,3
	20	500–600	1,80	1347	1157	824	3328	19	46	8	73	–	7,5	6,4	4,6
		700–800	2,01	3055	482	445	3982	105	12	–11	105	–	15,2	2,4	2,2
<i>Свинокомплекс (ОАО «Лань-Несвиж», Несвижский район)</i>															
Суглинистые	–	б/н	1,20	759	679	684	2122	–	–	–	–	–	6,3	5,7	5,7
	5	200–300	1,26	1347	442	241	2030	118	–47	–89	–18	–	10,7	3,5	1,9
		10		1,65	1591	748	504	2843	83	7	–18	72	–	9,7	4,5
<i>Свинокомплекс (ОАО «Вишневецкий-Агро» Столбцовский район)</i>															
Супесчаные	–	б/н	1,27	1455	577	518	2550	–	–	–	–	–	11,5	4,5	4,1
	25	500–600	1,43	1820	1352	691	3863	15	31	7	53	–	12,7	9,5	4,8
				1,37	1933	1321	665	3919	19	30	6	55	–	14,1	9,6
			1,63	2131	1607	845	4583	27	41	13	81	–	13,1	9,8	5,2

\* б/н – без нагрузки.

Таблица 3

**Влияние регулярных дозовых нагрузок навозок жидкого навоза КРС и свиных навозных стоков на содержание фульвокислот в дерново-подзолистых почвах**

Почва	Срок внесения, лет	Нагрузка ОУ, т/га в год	Фракции фульвокислот											
			мг/кг почвы			прирост в год, мг/кг			процент от С <sub>общ</sub>					
			ФК-1а	ФК-1	ФК-2	ФК-3	ФК-1а	ФК-1	ФК-2	ФК-3	ФК-1а	ФК-1	ФК-2	ФК-3
<i>Комплекс по откорму КРС (ГП «Путчино» Дзержинский район)</i>														
Суглинистые	–	б/н	563	1251	524	722	–	–	–	–	6,1	13,5	5,7	7,8
	30	500–600	978	3020	929	1482	14	59	14	25	5,3	16,3	5,0	8,0
<i>Комплекс по откорму КРС (ОАО «Гастелловское», Минский район)</i>														
Суглинистые	–	б/н	592	1941	762	626	–	–	–	–	4,6	15,2	6,0	4,9
	3	600–700	675	2466	699	428	28	175	–21	–66	4,7	17,1	4,8	3,0
<i>Комплекс по откорму КРС (ОАО «АгроВидзы», Браславский район)</i>														
Суглинистые	–	б/н	599	2687	1687	617	–	–	–	–	2,9	13,1	8,2	3,0
	25	900–1000	652	4253	1736	917	2	63	2	12	2,4	15,7	6,4	3,4
Супесчаные	–	б/н	651	1807	1042	675	–	–	–	–	3,8	10,4	6,0	3,9
	25	100–200	390	2347	1210	693	–10	22	7	1	2,2	13,0	6,7	3,9
<i>Свинокомплекс (ОАО «Маяк Браславский», Браславский район)</i>														
Суглинистые	–	б/н	608	2002	1052	539	–	–	–	–	3,9	12,8	6,7	3,4
	20	500–600	621	2659	830	668	1	33	–11	6	3,5	14,8	4,6	3,7
		700–800	842	4505	983	416	12	125	–3	–6	4,2	22,4	4,9	2,1
<i>Свинокомплекс (ОАО «Лань–Несвиж», Несвижский район)</i>														
Суглинистые	–	б/н	594	1899	783	422	–	–	–	–	5,0	15,9	6,5	3,5
	5	200–300	658	2844	633	128	13	189	–30	–59	5,2	22,5	5,0	1,0
			728	3178	924	394	13	128	14	–3	4,4	19,3	5,6	2,4
<i>Свинокомплекс (ОАО «Вишневецкий–Агро» Столбцовский район)</i>														
Супесчаные	–	б/н	719	1321	1022	434	–	–	–	–	5,7	10,4	8,0	3,4
	25	500–600	857	1951	1001	457	6	25	–1	1	6,0	13,7	7,0	3,2
			758	1768	982	630	2	18	–2	8	5,5	12,9	7,1	4,6
			851	2079	1290	766	5	30	11	13	5,2	12,7	7,9	4,7

На долю гуминовых кислот в общей сумме ГК и ФК приходилось только 31–45 %. Сопоставление содержания различных фракций гуминовых кислот свидетельствовало о преобладании подвижных ГК-1, доля которых в общей сумме гуминовых кислот составила 33–57 % при абсолютном содержании 681–1457 мг/кг и вариации относительного содержания в пределах 5,3–11,5 % от общего углерода почвы ( $C_{\text{общ}}$ ). Более низкие показатели (246–683 мг/кг) характерны для гуминовых кислот, связанных с кальцием, при их доле в сумме ГК на уровне 10–33 %. В относительном выражении содержание фракции ГК-2 также было ниже, чем ГК-1, и составило 1,6–6,4 % от  $C_{\text{общ}}$ .

В почвах без нагрузок среди фракций фульвокислот наиболее высокие показатели характерны для ФК-1 (1251–2687 мг/кг) при содержании «агрессивной» фракции ФК-1а на уровне 563–719 мг/кг. При этом относительное содержание фракции ФК-1 составило 10,4–15,9 %, ФК-1а – 2,9–6,1 % от  $C_{\text{общ}}$ . Расчеты показали, что в составе подвижных фульвокислот на долю фульвокислот 1-й фракции приходилось 65–82 %.

На фоне ежегодных дозовых нагрузок жидкого навоза КРС и свиных навозных стоков от 100–200 до 900–1000 т/га на дерново-подзолистые почвы на протяжении от 3-х до 30-ти лет относительное содержание ГК-1 увеличилось до 7,5–15,2 %, ФК-1 – до 12,7–22,5 % от  $C_{\text{общ}}$  при практически таком же уровне ФК-1а (2,2–6,0 % от  $C_{\text{общ}}$ ), как и в почвах без нагрузок, что указывало на их быстрое обновление.

Результаты исследований показали, что в абсолютном выражении наиболее высокий ежегодный дополнительный выход подвижной фракции ГК-1 в исследуемых дерново-подзолистых почвах получен в ОАО «Гастелловское» на фоне дозовой нагрузки жидкого навоза КРС 600–700 т/га в течение 3-х лет – 171 мг/кг (или 25 %).

Противоположная картина наблюдалась для наиболее ценной в агрономическом отношении фракции гуминовых кислот, связанной с кальцием, для которой отмечено негативное отклонение от исходных величин. При максимальном значении в приросте ГК-1 среди исследуемых почв для фракции ГК-2 за 3-летний период установлено наибольшее снижение содержания – на 149 мг/кг (50 мг/кг в год, или 7 %). При этом в относительном выражении содержание фракции ГК-2 уменьшилось до уровня 3,7 % от  $C_{\text{общ}}$ , что на 1,7 % ниже, чем в почве без нагрузок.

При времени воздействия навозных стоков свиней в течение 5 лет из расчета 200–300 т/га на дерново-подзолистую суглинистую почву в зоне влияния свиного комплекса в ОАО «Лань–Несвиж» получены закономерности, аналогичные таковым в ОАО «Гастелловское»: дополнительный прирост в содержании ГК-1 составил 118 мг/кг в год (+16 %) при уменьшении содержания фракции ГК-2 на 47 мг/кг в год (–7 %). При возрастании периода действия этих стоков на близлежащее поле до 10 лет с точки зрения абсолютного содержания выявлены положительные тенденции, свидетельствующие об отсутствии деструкции гуматов кальция и даже некотором приросте в их содержании (всего на 69 мг/кг за 3-летний период, или на 7 мг/кг в год). По сравнению с абсолютными величинами более объективным показателем, отражающим влияние вносимых жидких побочных продуктов животноводства на фракционно-групповой состав гумуса, является их относительное содержание. Определено, что под влиянием стоков свиней, вносимых на протяжении 10 лет, наблюдалась некоторая тенденция снижения относительного содержания фракции ГК-2 (до 5,6 % от  $C_{\text{общ}}$ ) по сравнению с почвой без нагрузок

(6,5 % от  $C_{\text{общ}}$ ), что свидетельствует о неблагоприятном процессе протекания гумусообразования. При этом содержание подвижной фракции ГК-1 увеличилось: абсолютно – на 832 мг/кг (+83 мг/кг или +11 % в год), относительно – на 3,4 % (до 9,7 % от  $C_{\text{общ}}$ ).

Регулярное применение жидких побочных продуктов животноводства в дозах от 100–200 до 900–1000 т/га на дерново-подзолистые почвы в течение 20–30 лет способствовало более низкому выходу подвижной фракции ГК-1 при большем приросте фракции ГК-2. В исследуемых почвах в ОАО «АгроВидзы» при дозовой нагрузке жидкого навоза КРС 100–200 т/га количество ГК-1 ежегодно увеличивалось на 24 мг/кг, при дозе 900–1000 т/га – на 49 мг/кг; в ГП «Путчино» при дозе 500–600 т/га – на 48 мг/кг, что в процентном выражении составило 2–5 %. В дерново-подзолистых почвах в зоне влияния свинокомплексов (ОАО «Вишневецкий–Агро» и ОАО «Маяк Браславский») при нагрузке стоков свиней 500–600 т/га прирост в содержании ГК-1 был на уровне 15–27 мг/кг в год (+1–2 %). При этом на фоне длительного внесения побочных продуктов животноводства ежегодная прибавка фракции ГК-2 в почвах составила 23–65 мг/кг (5–20 %) при наиболее высоком показателе в ОАО «АгроВидзы» при дозе жидкого навоза КРС 900–1000 т/га. В целом через 20–30 лет содержание фракции ГК-1 в почвах в зоне влияния животноводческих комплексов достигло 1347–2670 мг/кг против 964–1457 мг/кг в почвах без нагрузок; ГК-2 – 972–2114 мг/кг и 246–595 мг/кг соответственно. Довольно высокий среднегодовой прирост ГК-1 (105 мг/кг) при низкой прибавке ГК-2 (12 мг/кг) в почвенных образцах, отобранных на суглинистой почве, расположенной в зоне действия свинокомплекса в ОАО «Маяк Браславский», при ежегодном внесении свиных стоков из расчета 700–800 т/га в течение 20 лет обусловлен, по-видимому, среднекислой реакцией почвенной среды ( $pH_{\text{KCl}}$  4,9). Данное предположение сделано исходя из того, что при их нагрузке 500–600 т/га на близлежащее поле ( $pH_{\text{KCl}}$  6,7) в этом хозяйстве прирост ГК-1 составил 19 мг/кг, ГК-2 – 46 мг/кг.

Комплексная оценка гумусового состояния дерново-подзолистых почв пахотных земель, подвергающихся постоянным дозовым нагрузкам жидкого навоза КРС и свиных навозных стоков от 100–200 до 900–1000 т/га в течение 3–30 лет, показала, что наименьшая вариабельность свойственна «агрессивной» фракции ФК-1а, для которой характерно минимальное отклонение (не более 4 %) от исходных значений ее долевого участия в общей сумме фульвокислот.

Установлено, что в ОАО «Гастелловское» при сроке внесения жидкого навоза КРС в дозе 600–700 в течение 3 лет в исследуемой суглинистой почве наблюдалось увеличение долевого участия ГК-1 в общей сумме гуминовых кислот на 25 % (табл. 2). При этом выявлены признаки деградационных изменений в содержании ГК-2, что проявилось в уменьшении их долевого участия в общей сумме гуминовых кислот до 26 % по сравнению с 33 % в почве без нагрузок.

Аналогичные закономерности отмечены в ОАО «Лань–Несвиж» для дерново-подзолистых суглинистых почв на фоне применения свиных навозных стоков в течение 5–10 лет, в которых доля ГК-1 увеличилась на 20–30 % при снижении ГК-2 на 6–10 %.

В первое десятилетие в результате деструкции гуматов отмечены негативные отклонения для показателя  $C_{\text{ГК-2}}/C_{\text{ФК-2}}$ , который снизился в удобренных пахотных почвах до уровня 0,70–0,81 по сравнению с 0,87–0,90, где жидкие побочные продукты животноводства не вносили (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние регулярных дозовых нагрузок жидкого навоза КРС  
и свиных навозных стоков на показатели гумусового состояния дерново-подзолистых почв**

Вид ОУ	Место отбора	Срок внесения, лет	Нагрузка ОУ, т/га в год	Степень гумифи- кации, %	$S_{ГК}/C_{ФК}$	$S_{ГК-1}$ , % от суммы $S_{ГК}$	$S_{ГК-2}$ , % от суммы $S_{ГК}$	$S_{ГК-3}$ , % от суммы $S_{ГК}$	$S_{ГК-1}/C_{ФК-1}$	$S_{ГК-2}/C_{ФК-2}$	П <sub>лаб</sub>
Жидкий навоз КРС	ГП «Путчино»	–	б/н	26,5	0,80	41	24	35	0,80	1,14	2,5
		30	500–600	34,6	1,00	38	33	29	0,81	2,27	2,1
	ОАО «Гастелловское»	–	б/н	16,3	0,53	33	33	34	0,35	0,90	2,2
		3	600–700	14,3	0,48	58	26	16	0,48	0,76	3,5
	ОАО «АгроВидзы»	–	б/н	16,7	0,61	43	10	48	0,54	0,19	2,4
		25	900–1000	24,9	0,89	40	29	31	0,63	1,13	2,0
–		б/н	14,2	0,59	44	16	40	0,60	0,38	2,5	
Навозные стоки свиней	ОАО «Маяк Браславский»	25	100–200	20,9	0,81	45	26	29	0,72	0,80	2,0
		–	б/н	12,0	0,45	51	13	36	0,48	0,23	2,8
	ОАО «Лань–Несвиж»	20	500–600	18,5	0,70	40	35	25	0,51	1,39	2,3
		–	700–800	19,8	0,59	77	12	11	0,68	0,49	5,7
	ОАО «Вишневецкий–Агро»	–	б/н	17,7	0,57	36	32	32	0,40	0,87	2,2
		5	200–300	16,1	0,48	66	22	12	0,47	0,70	4,5
ОАО «Вишневецкий–Агро»	–	б/н	20,1	0,73	57	23	20	1,10	0,56	2,2	
	25	500–600	27,0	0,91	47	35	18	0,93	1,35	2,0	
				28,5	0,95	49	34	17	1,09	1,35	1,9
				28,1	0,92	46	35	18	1,03	1,25	1,7



На усиление негативных качеств гумуса дерново-подзолистых почв в течение первого десятилетия при постоянном внесении жидкого навоза КРС и стоков свиней указывало увеличение подвижности гумусовой системы:  $P_{\text{лаб}}$  находился на уровне 3,3–4,5, что в 1,5–2,0 раза выше относительно почв без нагрузок. На фоне усиления подвижности гумусовой системы и деструкции гуматов кальция в постоянно удобряемых дерново-подзолистых почвах наблюдалась тенденция снижения отношения  $C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}}$  до уровня 0,48–0,54 против 0,53–0,57 в почвах без внесения жидких побочных продуктов животноводства, что свидетельствовало о фульватной направленности процесса гумусообразования.

По истечении 20–30 лет в дерново-подзолистых почвах, подвергающихся интенсивным нагрузкам жидких побочных продуктов животноводства от 100–200 до 900–1000 т/га, диагностирована положительная направленность в изменении их гумусового состояния: доля ГК-2 в сумме гуминовых кислот увеличилась на 9–22 %; степень гумификации органического вещества – на 6,7–8,4 %, при расширении отношения  $C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}}$  до 0,70–1,00 против 0,45–0,80 в почвах без нагрузок, что указывало на стабилизацию гумусового комплекса этих почв на определенном равновесном уровне и усиление признака гуматности. Длительное применение жидкого навоза КРС и навозных стоков свиней оказало также положительное влияние на процесс полимеризации гумусовых структур и формирование гуматов: показатель  $C_{\text{ГК-2}}/C_{\text{ФК-2}}$  достиг 0,80–2,27 (0,19–1,14 в почвах без внесения этих удобрений). При этом долевое участие ГК-1 в суммарном содержании гуминовых кислот снизилось на 3–11 %. На усиление позитивных качеств гумуса дерново-подзолистых почв через 20–30 лет указывало уменьшение подвижности гумусовой системы:  $P_{\text{лаб}}$  составил 1,7–2,3, что на 9–23 % ниже относительно почв без нагрузок.

## ВЫВОДЫ

Комплексная оценка гумусового состояния дерново-подзолистых почв пахотных земель, подвергающихся постоянным дозовым нагрузкам жидкого навоза КРС и свиных навозных стоков, показала, что при сроке внесения их до 10 лет выявлены признаки деградационных изменений в составе гумуса. Относительное содержание фракции ГК-2 снизилось до 3,5–4,5 % от  $C_{\text{общ}}$ , их доля в сумме гуминовых кислот – до 22–26 %, отношение  $C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}}$  – до 0,48–0,54,  $C_{\text{ГК-2}}/C_{\text{ФК-2}}$  – до 0,70–0,81 против 5,4–5,7 % от  $C_{\text{общ}}$ , 32–33 %, 0,53–0,57 и 0,87–0,90 соответственно в почвах без нагрузок, что свидетельствовало о фульватной направленности процесса гумусообразования. На усилении негативных качеств гумуса этих почв указывало также увеличение подвижности гумусовой системы:  $P_{\text{лаб}}$  достиг уровня 3,3–4,5, что в 1,5–2,0 раза выше по сравнению с почвами без нагрузок.

По истечении 20–30 лет в дерново-подзолистых почвах в зоне влияния животноводческих комплексов диагностирована положительная направленность в изменении гумусового состояния: относительное содержание фракции ГК-2 увеличилось на 3,1–5,7 %, их доля в сумме гуминовых кислот – на 9–22 %; степень гумификации органического вещества – на 6,7–8,4 % при расширении отношения  $C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}}$  – до 0,70–1,00,  $C_{\text{ГК-2}}/C_{\text{ФК-2}}$  – до 0,80–2,27 (в почвах без нагрузок 0,45–0,80 и 0,19–1,14 соответственно) и уменьшении показателя  $P_{\text{лаб}}$  на 9–23 %, что указывало на стабилизацию гумусового комплекса и усиление признака гуматности этих почв.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2018 / Нац. статистический комитет Респ. Беларусь; редкол. И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2018. – 489 с.
2. *Барановский, И.* Эффективность жидкого навоза на дерново-подзолистых почвах / И. Барановский, А. Павлоцкий // Главный агроном. – 2010. – № 10. – С. 7–9.
3. *Бабенко, М. В.* Влияние отдельных фракций свиного навоза на продуктивность зернотравяного звена севооборота и плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / М. В. Бабенко; РГАУ, МСХА им. К. А. Тимирязева. – М., 2016. – 21 с.
4. *Сидорцов, В. В.* Влияние возрастающих доз свиного навоза и его сочетаний с минеральными удобрениями, соломой и сидератом на урожайность, качество картофеля и переход радионуклидов в продукцию: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / В. В. Сидорцов; НИИСХ ЦРНЗ. – М., 2000. – 20 с.
5. Сравнительная эффективность органических и минеральных удобрений при возделывании кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве / Т. М. Серая [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 2(47). – С. 70–77.
6. *Самыкин, В. Н.* Использование животноводческих стоков в качестве органических удобрений / В. Н. Самыкин, В. Д. Соловиченко, А. А. Потрясаев // Ресурсосберегающие технологии использования органических удобрений в земледелии: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. / ВНИИПТИОУ; ред. кол. А. И. Еськов, С. М. Лукин, И. В. Русакова. – Владимир, 2009. – С. 229–234.
7. *Семененко, С. Я.* Влияние орошения животноводческими стоками на урожай зеленой массы кукурузы / С. Я. Семененко, О. М. Агеенко // Плодородие. – 2017. – № 1. – С. 46–48.
8. Агроэкономическая эффективность жидкого навоза КРС и минеральных удобрений при возделывании кукурузы на зеленую массу на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Т. М. Серая [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2014. – № 4 (№ 95). – С. 39–42.
9. *Гейгер, Е. Ю.* Действие жидкого свиного навоза на продуктивность агрофитоценоза и состояние экосистемы в зоне влияния крупного свиного комплекса: дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.16, 06.01.04 / Е. Ю. Гейгер. – Н. Новгород, 2003. – 212 л.
10. *Серая, Т. М.* Удобрение жидким навозом / Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева // Наше сельское хозяйство. – 2014. – № 12. – С. 52–56.
11. *Иванов, А. И.* Насущные вопросы научно-практического обеспечения и использования навоза в Ленинградской области // Системы использования органических удобрений и возобновляемых ресурсов в ландшафтном земледелии: сб. докл. Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием, Владимир, 2013 г.: в 2 т. / РАСХН, ВНИИОУ Россельхозакадемии; редкол. С. М. Лукин [и др.]. – Владимир, 2013. – Т. 2. – С. 183–190.
12. *Бирюкова, О. М.* Гумусовое состояние дерново-подзолистых почв и продуктивность культур звена севооборота в зависимости от видов и доз органических удобрений: автореф. ... дис. канд. с.-х. наук: 06.01.04 / О. М. Бирюкова; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2014. – 22 с.

13. Пономарева, В. В. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах (минеральных и торфяных) / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л.: Наука, 1975. – 105 с.

14. Орлов, Д. С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов / Д. С. Орлов, О. Н. Бирюкова, М. С. Розанова // Почвоведение. – 2004. – № 8. – С. 918–926.

15. Овчинникова, М. Ф. Особенности трансформации гумусовых веществ дерново-подзолистых почв при агрогенных воздействиях / М. Ф. Овчинникова // Вестник Моск. ун-та. – Сер. 17. Почвоведение. – 2009. – № 1. – С. 12–18.

16. Бакина, Л. Г. Роль фракций гумусовых веществ в почвенно-экологических процессах: автореф. ...дис. д-ра биол. наук: 06.01.03 / Л. Г. Бакина; С.-П. Науч.-исслед. центр экологич. безопасности РАН. – СПб., 2012. – 50 с.

## THE INFLUENCE OF REGULAR INTRODUCTION OF LIQUID MANURE OF CATTLE AND PIG MANURE EFFLUENTS ON INDICATORS OF HUMUS CONDITION OF SOD-PODZOLIC SOILS

E. N. Bogatyrova, T. M. Seraya, O. M. Biryukova, I. I. Kasyanenko

### Summary

The data on the influence of systematic exposure of liquid manure of cattle and pig manure effluents on the indicators of humus state of sod-podzolic soils are presented. After 20–30 years the soils near of livestock complexes was established a positive trend in the change of humus state: the relative content of HA-2 increased by 3,1–5,7 %, the share of HA-2 in the sum of humic acids – by 9–22 %; the degree of humification of organic matter – by 6,7–8,4 % with the expansion of  $C_{HA}/C_{FA}$  – up to 0,70–1,00,  $C_{HA-2}/C_{FA-2}$  – to 0,80–2,27 and a decrease in the indicator  $I_{lab}$  – by 9–23 %, which indicated the stabilization of the humus complex and the strengthening of the sign of humateness of soils. When the period of application of liquid manure of cattle and pig manure effluents up to 10 years, signs of degradation changes in the composition of humus were revealed: the relative content of HA-2 decreased to 3,5–4,5 % of the  $C_{tot}$ , the share of HA-2 in the amount of humic acids – up to 22–26 %, the ratio of  $C_{HA}/C_{FA}$  – to 0,48–0,54,  $C_{HA-2}/C_{FA-2}$  – 0,70–0,81,  $I_{lab}$  increased in 1,5–2,0 times that testified to fulvate orientation of process of humus formation.

*Поступила 09.12.19*