

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ИХ ЗАДЕЛКИ НА ПОСТУПЛЕНИЕ ГУМУСА В ПАХОТНЫЙ СЛОЙ ОСВАИВАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

*В.А. Шевченко, ак. РАН, А.М. Соловьев, д.с.-х.н., Г.И. Бондарева, д.т.н., Н.П. Попова, к.с.-х.н.,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова»
127434, Москва, ул. Большая Академическая, д. 44, корп. 2
lun.porova@yandex.ru, Тел. +7 (499) 153-72-70*

Установлено, что на почвах с промывным типом водного режима максимальное поступление гумуса в сумме за две ротации пятипольного плодосменного зернопропашного севооборота отмечено при систематическом внесении в качестве основного удобрения твердой фракции навоза в дозе 40 т/га совместно с припосевным использованием фосфорных удобрений в дозе 10 кг д.в./га по фону их заделки отвальными плугами на глубину 18–20 см. При этом накопление гумуса составило 78,84 т/га, что в 3,81 раза больше, чем на контроле, в 1,66 раза, чем при внесении расчетных доз минеральных удобрений и в 1,21 раза выше по сравнению с утилизацией жидких стоков свиноводческого комплекса в дозе 80 м³/га.

Среди культур полевого севооборота наибольший приход гумуса в пахотный слой осваиваемых земель при всех способах обработки в контрольном варианте, а также при утилизации органических отходов свиноводческого комплекса обеспечивает кукуруза на силос за счет большой массы многоярусной корневой системы. Минимальное поступление гумуса характерно для посевов ярового рапса, поскольку на переуплотненных, переувлажненных и кислых почвах Нечерноземной зоны его стержневая корневая система развивается ограничено.

Ключевые слова: гумус, малопродуктивные залежные земли, система удобрения, органические отходы свинокомплексов, солоमितо-познивные остатки, разноглубинная обработка.

Для цитирования: Шевченко В.А., Соловьев А.М., Бондарева Г.И., Попова Н.П. Влияние удобрений и способов их заделки на поступление гумуса в пахотный слой осваиваемых земель // Плодородие. – 2025. – №5. – С. 54-57.
DOI: 10.25680/S19948603.2025.146.10.

Гумус – важнейший показатель почвенного плодородия осваиваемых земель, поскольку в нем заключено до 90% почвенного азота. Содержание гумуса в почве связано с количеством органического вещества в корнеобитаемом слое, поэтому все типы залежных земель Нечерноземной зоны, кроме торфяников, имеют низкое (2–4%) или очень низкое (менее 2%) его накопление. При содержании гумуса в почве менее 1% возделывание сельскохозяйственных посевов не имеет смысла, поскольку прямые затраты не окупаются стоимостью выращенного урожая [1, 2].

Гумусное состояние осваиваемых земель не только определяет степень их плодородия и уровень урожайности возделываемых культур, но и влияет на применение системы удобрения и средств защиты растений. Так, например, при очень низком его содержании не допускается применение жидких стоков животноводческих комплексов и высокоэффективных минеральных удобрений, поскольку они не удерживаются почвенным поглощающим комплексом и выносятся в грунтовые воды, что в итоге приводит к загрязнению водных источников [3, 4].

Дефицит гумуса залежных земель является главной причиной их не востребованности, поскольку такие земли не только обеспечивают низкую урожайность и ненормативное качество продукции растениеводства, но одновременно снижают эффективность применения дорогостоящих минеральных удобрений и пестицидов, что в итоге увеличивает технологические затраты и приводит к загрязнению природной среды [5, 6].

Цель исследований – изучить динамику поступления гумуса на посевах 5-польного плодосменного

зернопропашного севооборота в двух ротациях при освоении выбывших из оборота легкосуглинистых дерново-подзолистых земель Северо-Западного региона Нечерноземной зоны РФ в зависимости от системы удобрения и разноглубинных способов их заделки.

Методика. Исследования проводили в ООО «Ручьевское-1» Ржевского района Тверской области в 2015–2024 г. по следующей схеме: системы удобрения (фактор А), способы обработки почвы (фактор С) и последствие культур севооборота (фактор В).

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, мощность пахотного горизонта 16–18 см, осушена открытым дренажем. Исходное содержание в почве (2012 г.): гумуса 1,69–1,83%, Р₂О₅ 106–109 мг/кг, К₂О 90–100 мг/кг, рН_{KCl} 4,78–4,83. Участок не использовался в период с 1994 по 2010 г., а в 2011–2013 г. были проведены культуртехнические работы, затем с 2015 г. начато возделывание сельскохозяйственных культур.

Расчет доз минеральных удобрений под запланированную урожайность выполнен по [7], азотные удобрения вносили дробно: под предпосевную культивацию – 50%, при посеве – 25 и в подкормки – 25% (табл. 1).

Норма внесения жидких стоков – 80 м³/га, твердой фракции навоза – 40 т/га. Жидкие стоки свиноводческих комплексов вносили с помощью технологии шланговых систем, которая позволяет не только равномерно распределять их по поверхности поля, но и одновременно заделывать в почву, что исключает потери газообразного азота. Для внесения твердой фракции навоза использовали ПРТ-10, с помощью которого удобрения

разбрасывали по поверхности поля и заделывали в тот же день. Органические удобрения вносили ежегодно в качестве основного удобрения. Соломистые и растительные остатки заделывали в почву в измельченном виде. Удобрения, а также измельченные соломисто-пожнивные остатки заделывали дисковыми лушпильниками на глубину 7-10 см и отвальными плугами на 18-20 см.

1. Расчетные дозы НРК под планируемую урожайность культур севооборота

Культура	Планируемая урожайность, ц/га	Внесено с учетом коэффициентов использования НРК из минеральных удобрений, кг д.в./га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Люпин узколистный	18	115,53	10,0	44,52
Кукуруза на силос	400	43,18*	10,0	72,50
Пшеница озимая	45	130,4	10,0	46,20
Рапс яровой на семена	20	70,95	10,0	16,27
Ячмень на фураж	40	68,45	10,0	43,10

Опыт заложен в 4-кратной повторности методом рендомизированных повторений. Площадь учетной делянки 120 м².

Анализ органических удобрений выполнялся Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору ФГБУ «Тверская межобластная ветеринарная лаборатория». Состав органических удобрений, используемых в опыте, приведен в таблице 2.

2. Химический состав органических удобрений свиноводческого комплекса (в среднем за годы исследований)

Показатель	Жидкие стоки	Твердая фаза навоза	ПДК, мг/кг
рН, ед.	7,4	7,9	
Влажность, %	97,0	70,2	
Азот, мг/кг сух. в-ва: общий	154	300	
аммиачный	112	212	
нитратный	42	88	130
P ₂ O ₅ , мг/кг сух. в-ва	45	68	200
K ₂ O, мг/кг сух. в-ва	74	83	360
Ca, мг/кг сух. в-ва	33	64	
Mg, мг/кг сух. в-ва	25	56	500

В почвенных образцах определяли: влажность по ГОСТу 28268-89, гидролитическую кислотность по ГОСТу 26212-91, азот нитратный по ГОСТу 26951-86, рН – по ГОСТу 26483-85, азот аммонийный по ГОСТу 26489-85, подвижный фосфор по ГОСТу 26204, калий по ГОСТу 26204, гумус по методу Тюрина в модификации ЦИНАО по ГОСТу 26213.84.

Определение характеристик органических удобрений: влажность по ГОСТу 26713-85, зола по ГОСТу 26714-85, общий фосфор по ГОСТу 26717-85, общий калий по ГОСТу 26718-85, рН по ГОСТу 27979-88, азот аммонийный по ГОСТу 26716-85, азот общий по ГОСТ 26715-85, азот нитратный по ГОСТ 27753.7-88.

С жидкими стоками в почву ежегодно вносили: азота – 123 кг/га, фосфора – 36, калия 59 кг/га. С твердой фракцией навоза в среднем вносили в почву: азота – 120 кг/га, фосфора – 34, калия – 33 кг/га.

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа [8].

В качестве полевых культур использовали люпин узколистный, кукурузу, пшеницу озимую, рапс яровой и

ячмень, которые относятся к разным семействам. Они различаются не только фитомелиоративными особенностями, но и биологическими требованиями и морфологией как надземных органов, так и корневой системы. Видовые различия полевых культур определяют характер поступления измельченных растительных остатков в пахотный слой, а также величину накопления компонентов биомассы в корнеобитаемом горизонте при разных способах их заделки.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что при всех системах удобрения максимальное поступление гумуса в пахотный слой осваиваемых земель в большинстве случаев обеспечивает заделка удобрительных средств с помощью отвальных плугов на глубину 18-20 см. Так, в контрольном варианте, где в качестве источника гумуса служили измельченные соломисто-пожнивные остатки, в сумме за две ротации севооборота при использовании отвальной вспашки превышение поступления гумуса над минимальной обработкой составило на посевах (т/га): люпина узколистного 0,248 при НСР₀₅ = 0,360 т/га, кукурузы 0,230 при НСР₀₅ = 0,452 т/га, озимой пшеницы +0,104 при НСР₀₅ = 0,390 т/га; ярового рапса 0,194 при НСР₀₅ = 0,301 т/га. В то же время при возделывании ячменя суммарное накопление гумуса за две ротации севооборота при отвальной заделке растительных остатков уменьшилось на 0,012 т/га по сравнению с минимальной обработкой при НСР₀₅ = 0,369 т/га (табл. 3).

Следовательно, при использовании различных сельскохозяйственных орудий для внесения соломисто-пожнивных остатков в пахотный слой осваиваемых земель различия между ними по суммарному накоплению гумуса в почве в контрольном варианте находятся в пределах статистической погрешности опыта.

По мере усиления освоения залежи во второй ротации севооборота в контрольном варианте наблюдается увеличение поступления гумуса относительно первой. Однако во всех случаях оно также было несущественным, поскольку составило 0,011-0,172 т/га при минимальной обработке и 0,024-0,202 т/га с использованием отвальной вспашки.

Использование в качестве основного удобрения расчетных доз минеральных удобрений в сочетании с припосевным внесением фосфорных удобрений в дозе 10 кг д.в./га способствовало увеличению общего накопления гумуса во второй ротации севооборота по сравнению с первой, которая по фону минимальной обработки находилась в интервале 0,125-0,368 т/га и было недостоверным. В то время как при их заделке отвальными плугами установлена положительная существенная разница на посевах ярового рапса и ячменя (соответственно 0,436 и 0,402 т/га при НСР₀₅ = 0,301 и 0,369 т/га).

Разница в пользу отвальной вспашки по сравнению с минимальной обработкой в сумме за две ротации севооборота по фону минеральной системы удобрения составила 0,040-0,715 кг/га гумуса. Это было статистически достоверным увеличением для люпина узколистного и ярового рапса, т. е. для посевов со стержневой корневой системой, которые из-за ее морфологических особенностей нуждаются в рыхлом корнеобитаемом горизонте.

Заделка расчетных доз удобрений на запланированную урожайность позволила в сумме за две ротации севооборота существенно увеличить поступление гумуса в пахотный слой осваиваемых земель. Так, если в контрольном варианте при использовании минимальной обработки общая масса поступившего гумуса по всем

культурам севооборота за период исследования составила 19,919 т/га, то при внесении минеральной системы она повысилась до 45,464 т/га (+25,545 т/га при НСР₀₅ для АВ = 3,223 т/га).

Внесение минеральной системы удобрения по фону отвальной вспашки также достоверно увеличило суммарное поступление гумуса относительно контрольного варианта с аналогичным способом ее заделки.

3. Поступление гумуса в пахотный слой осваиваемой почвы при разных системах удобрения и разноглубинных способах их заделки за 1- и 2-ю ротации севооборота, т/га

Система удобрения (фактор А)	Ротация севооборота	Способ заделки (фактор В)									
		Минимальная обработка на 7 – 10 см					Отвальная вспашка на 18 – 20 см				
		люпин узко-листный	кукуруза на силос	пшеница озимая	рапс яровой	ячмень	люпин узко-листный	кукуруза на силос	пшеница озимая	рапс яровой	ячмень
I. Контроль (без удобрений)	1-я	2,081	2,883	1,958	1,329	1,467	2,213	3,047	2,003	1,433	1,446
	2-я	2,157	3,069	1,969	1,367	1,639	2,273	3,115	2,028	1,457	1,648
	всего	4,238	5,952	3,927	2,696	3,106	4,486	6,182	4,031	2,890	3,094
II. Расчётные дозы мин.уд. на запланированный урожай +P ₁₀ кг д.в/га при посеве	1-я	4,272	4,666	5,175	3,581	4,380	4,508	4,808	5,337	3,783	4,383
	2-я	4,513	4,930	5,493	3,706	4,748	4,699	5,234	5,690	4,219	4,785
	всего	8,785	9,596	10,668	7,287	9,128	9,207	10,042	11,027	8,002	9,168
III. Жидкие стоки, 80 м ³ /га + P ₁₀ кг д.в/га при посеве	1-я	5,781	6,752	6,603	5,132	6,878	5,960	6,938	6,722	5,77	6,957
	2-я	5,986	7,093	6,860	5,303	7,152	6,180	7,295	7,005	5,549	7,268
	всего	11,767	13,845	13,463	10,435	14,030	12,140	14,233	13,727	10,826	14,225
IV. Твердая фракция навоза, 40 т/га + P ₁₀ кг д.в/га при посеве	1-я	7,197	8,100	7,880	6,495	8,211	7,369	8,322	8,004	6,651	8,291
	2-я	7,436	8,441	8,197	6,668	8,506	7,656	8,656	8,347	6,895	8,650
	всего	14,633	16,541	16,077	13,163	16,717	15,025	16,978	16,351	13,546	16,941
НСР ₀₅	для факторов										
	A	0,366	0,475	0,399	0,309	0,374					
	B	0,360	0,452	0,390	0,301	0,369					
	AB	0,635	0,769	0,659	0,540	0,620					

В данном случае масса гумуса, поступившая в контрольном варианте в расчете на 1 га пашни от заделки измельченных солоомисто-пожнивных остатков, составила 20,683 т/га, а от совместного применения органических остатков и минеральной системы удобрения 47,446 т/га (+26,763 т/га).

Статистически доказуемое увеличение поступления гумуса по сравнению с контролем от применения минеральной системы удобрения вызвано исключительно заделкой солоомисто-пожнивных остатков в пахотный слой осваиваемых земель. В современных рационах кормления животных, при содержании их на крупных комплексах, солома находит ограниченное применение, поэтому ее утилизация в хозяйствах, где располагаются крупные животноводческие комплексы, также актуальна, как и использование органических отходов животноводства в качестве удобрений.

Следует отметить, что современная техника способна измельчать и равномерно распределять солому одновременно с уборкой урожая, что исключает затраты труда и средств на эту операцию. Кроме того, солома является ценным органическим удобрением, поскольку внесение ее 1 т эквивалентно заделке 4-5 т перепревшего навоза. Однако, для ее быстрой минерализации необходимо с целью повышения микробиологической активности внести до 10 кг д.в/га азота.

Внесение жидких стоков свиноводческого комплекса в дозе 80 м³/га под предпосевную обработку осваиваемых земель обеспечивает существенное увеличение суммарного поступления гумуса в пахотный слой не только по сравнению с контролем, но и относительно минеральной системы удобрения. Так, в сумме за две ротации севооборота по фону дискования на глубину 7-10 см повышение гумуса по сравнению с использованием минеральной системы удобрения на посевах полевых культур составило (т/га): у люпина узколистного 2,982, у кукурузы на силос 4,249, у пшеницы озимой 2,795, у рапса ярового 3,148 и у ячменя 4,902

при НСР₀₅ для АВ = 0,540-0,769 т/га. При заделке жидких стоков отвальными плугами на глубину 18-20 см данное различие по культурам севооборота равнялось, соответственно, (т/га): 2,933; 4,191; 2,700; 2,824 и 5,057, что также было существенным.

Следует отметить, что утилизация жидких стоков отвальными плугами обеспечивает лишь положительную тенденцию поступления гумуса в пахотный слой осваиваемой дерново-подзолистой почвы легкосуглинистого гранулометрического состава, поскольку прибавка накопления гумуса по сравнению с их заделкой дисковыми орудиями укладывается в интервале 0,195-0,388 т/га, что при НСР₀₅ для АВ = 0,540-0,769 т/га соответствует статистической погрешности опыта.

Исследованиями подтверждено, что максимальное поступление гумуса в сумме за две ротации гарантирует систематическое внесение в качестве основного удобрения твердой фракции навоза в дозе 40 т/га в сочетании с припосевным использованием фосфорных удобрений в дозе 10 кг д.в/га. Так, применение данного удобрения с заделкой его дисковыми орудиями обеспечивает по сравнению с использованием жидких стоков на посевах полевых культур следующие прибавки гумуса (т/га): у люпина узколистного 2,866; у кукурузы на силос 2,696; у пшеницы озимой 2,614; у рапса ярового 2,728 и у ячменя 2,687, что при НСР₀₅ для АВ = 0,540-0,769 т/га является достоверным увеличением. При заделке твердой фракции навоза отвальными плугами положительная разница по культурам севооборота относительно использования жидких стоков соответственно составляет (т/га): 2,885; 2,745; 2,624; 2,720 и 2,716, что во всех случаях характеризуется как существенные отклонения для 5%-ного уровня значимости.

На основании анализа представленных данных выявлено, что отличия в пользу отвальной вспашки по культурам севооборота по сравнению с применением минимальной обработки от заделки твердой фракции навоза

находятся в интервале 0,224-0,437 т/га, что является недопустимым расхождением.

При оценке влияния культур севооборота на интенсивность накопления гумуса в пахотном слое осваиваемой почвы установлено, что при всех способах заделки удобрительных средств его максимальное поступление в контрольном варианте, а также при утилизации органических отходов свиного комплекса обеспечивает кукуруза на силос за счет мощноразвитой корневой системы. В то же время при внесении расчетных доз минеральных удобрений под запланированную урожайность максимальное количество гумуса на всех фонах обработки обеспечивает озимая пшеница из-за формирования большой массы соломисто-пожнивных остатков. Минимальное поступление гумуса во всех случаях обнаружено на посевах ярового рапса, в то время как люпин узколистый занимает всегда среднее положение, а ячмень обеспечивает его равномерное накопление по сравнению с кукурузой на силос и озимой пшеницей при утилизации жидких стоков и твердой фракции навоза в экологически безопасных дозах.

Следовательно, набор и чередование культур в севообороте, наряду с системой удобрения и способами их заделки, влияют на накопление гумуса в пахотном слое осваиваемых земель, поскольку от их ассортимента зависит количество и качество соломистых и пожнивнокорневых остатков, заделываемых в почву. В случае, когда содержание органического вещества от предлагаемых технологических приемов увеличивается, одновременно повышается и плодородие почвы, что в итоге оказывает положительное влияние не только на все ее физико-химические и биологические свойства, но и на продуктивность посевов и их качество.

Выводы. 1. При всех системах удобрения максимальное поступление гумуса в пахотный слой осваиваемых земель в большинстве случаев обеспечивает их заделка отвальными плугами на глубину 18-20 см. Так, в контрольном варианте, где в качестве источника гумуса служили измельченные соломисто-пожнивные и корневые остатки в сумме за две ротации севооборота прибавка гумуса на фоне отвальной вспашки над минимальной обработкой составила 0,764 т/га, на минеральной системе 1,982, при утилизации жидких стоков 1,611 и с внесением твердой фракции навоза 1,710 т/га. В данном случае достоверная прибавка гумуса для фактора В установлена только при внесении расчетных доз минеральных удобрений, в то время как прибыль от заделки удобрительных средств отвальными плугами для взаимодействия факторов АВ соответствует статистической погрешности опыта. 2. Максимальное

поступление гумуса в сумме за две ротации севооборота гарантирует систематическое внесение в качестве основного удобрения твердой фракции навоза в дозе 40 т/га при сочетании с припосевным использованием фосфорных удобрений в дозе 10 кг д.в./га по фону отвальной вспашки - 78,84 т/га, что в 3,81 раза больше, чем на контроле, в 1,66 раза, чем при внесении расчетных доз минеральных удобрений и в 1,21 раза по сравнению с утилизацией жидких стоков в дозе 80 м³/га. 3. Наибольшей приход гумуса в пахотный слой осваиваемых земель при изученных способах обработки в контрольном варианте, а также при утилизации органических отходов свиного комплекса обеспечивает кукуруза на силос за счет большой массы многоярусной корневой системы. Внесение расчетных доз минеральных удобрений способствует формированию максимального количества гумуса на посевах озимой пшеницы из-за накопления большей массы соломисто-пожнивных остатков, заделываемых в пахотный слой. В то же время минимальное поступление органического вещества характерно для ярового рапса, имеющего стержневую корневую систему, которая ограничено развивается на переуплотненных, переувлажненных и кислых почвах Нечерноземной зоны. По этой причине в состав севооборотов на освоенных землях следует включать культуры, обеспечивающие максимальное положительное влияние на формирование запасов гумуса в почве: зернобобовые, кукурузу и озимую пшеницу.

Литература

1. Кирейчева Л.В. Подходы к обоснованию размещения сельскохозяйственных мелиораций // Мелиорация и водное хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 11–15.
2. Сычев В. Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. – М.: РАН, 2019. – 325 с.
3. Шешенев Н. В. Мажайский Ю. А. Динамика агрофизических показателей почвы при освоении залежных земель в условиях Центрального Нечерноземья // Мелиорация. – 2023. – № 4 (106). – С. 48-53.
4. Шевченко В.А., Соловьев А.М., Бондарева Г.И., Попова Н.П., Кульчев А.Ю. Регулирование потоков биогенных элементов в агроэкосистемах осваиваемых земель Нечерноземной зоны России: монография. – М., 2025 – 206 с. DOI: 10.37738/VNIIGIM.2025.28.93.001.
5. Шевченко В.А., Кирейчева Л.В., Шешенев Н.В., Соловьев А.М., Бондарева Г.И., Попова Н.П. Освоение залежных земель Нечерноземной зоны на основе комплексных мелиораций: монография. – М.: Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, 2025 – 172 с.
6. Шевченко В.А., Соловьев А.М., Бондарева Г.И., Попова Н.П. Энергетическая оценка внесения органических отходов свиноводческого комплекса на осваиваемых землях Верхневолжья // Плодородие. – 2023. – №4. – С. 46-49. DOI: 10.25680/S19948603.2023.133.11.
7. Каюмов М. К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

INPUT OF HUMUS INTO THE ARABLE SOIL OF THE LAND UNDER DEVELOPMENT, DEPENDING ON THE FERTILIZERS USED AND THE DIFFERENT METHODS OF THEIR APPLICATION

V.A. Shevchenko, ak. RAS, A.M. Soloviev, Doctor of Agricultural Sciences, G.I. Bondareva, Doctor of Technical Sciences, N.P. Popova, Candidate of Agricultural Sciences, Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov" 127434, Moscow, st. Bolshaya Akademicheskaya, building 44, building 2 lyn.popova@yandex.ru, Tel. +7 (499) 153-72-70

It has been established that on soils with a leaching type of water regime, the maximum accumulation of humus in the total for 2 rotations of a 5-field fruit-changing grain-tilled crop rotation was noted when the solid fraction of manure was systematically applied as the main fertilizer at a dose of 40 t/ha, together with the pre-sowing use of phosphorus fertilizers at a rate of 10 kg/ha, on the background of their incorporation with chisel ploughs at a depth of 18-20 cm. In this case, the accumulation of humus was 78.84 t/ha, which is 3.81 times higher than in the control; 1.66 times higher than when applying the calculated doses of mineral fertilizers, and 1.21 times higher than when using liquid wastewater from a pig farm at a dose of 80 m³/ha.

Among the studied crops in the field crop rotation, corn for silage provides the greatest increase in humus in the arable layer of the cultivated land under all methods of cultivation in the control variant, as well as in the utilization of organic waste from the pig farm, due to the large mass of its multi-tiered root system. The minimum amount of humus is characteristic of spring rapeseed crops, as its taproot system develops poorly on compacted, waterlogged, and acidic soils in the Non-Chernozem zone.

Keywords: humus, low-productivity fallow lands, fertilizer system, organic waste from pig farms, straw and stubble residues, and variable-depth tillage.