

УДК 631.417.2:631.445.24(470.332)

## СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ГУМУСА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

И. С. КАУРИЧЕВ, Н. Ф. ГАНЖАРА, В. Г. ХОХЛОВ

(Кафедра почвоведения)

Изучалось влияние на гумусовое состояние почв механического состава, почвообразующих пород, условий увлажнения, эродированности, степени оподзоливания и уровня применения органических удобрений.

Роль органического вещества в генезисе почв и формировании их плодородия общеизвестна. К настоящему времени накоплен значительный экспериментальный материал, свидетельствующий об исключительно важном значении уровня гумусированности пахотных почв в обеспечении высокой эффективности земледелия. Поэтому весьма актуальным является исследование объективного состояния гумуса почв сельскохозяйственных угодий и прежде всего пашни, знание которого позволит разработать и осуществить приемы направленного регулирования гумусового баланса почв в условиях их интенсивного сельскохозяйственного использования. С этой целью нами всесторонне изучалось гумусовое состояние пахотных почв Смоленской области.

Территория Смоленской области — типичный регион Нечерноземной зоны РСФСР. Область занимает большую площадь в переходной полосе от центральных районов южнотаежной подзоны к ее западным провинциям (Белорусской и Прибалтийской).

Почвенный покров весьма разнообразен, ему свойственны черты, характерные для центральной таежнолесной области. Основной фон представляют дерново-подзолистые почвы, занимающие около 80 % всей площади почв области. В структуре почвенного покрова пахотных угодий автоморфные дерново-подзолистые почвы составляют 78,42 %, переувлажненные — 19,80 % площади пашни [4].

Разнообразие дерново-подзолистых почв области определяется не только их различиями по степени гидроморфности, но и широким распространением почв различного механического состава, разной степени оподзоленности и эродированности. В связи с господством в составе почвообразующих пород лёссовидных и покровных суглинков в области преобладают легкосуглинистые (около 55 %) и среднесуглинистые почвы (около 22 %), на долю песчаных и супесчаных приходится около 15 % пахотных почв. По степени оподзоленности можно выделить преимущественно средне- и сильноподзолистые почвы (соответственно 55,0 и 32,3 %).

### Объекты и методика исследований

Гумусовое состояние почв исследовали в 14 из 23 районов, выбор которых сделан по принципу равномерного охвата всех природно-экономических регионов области. При этом ставилась задача изучить содержание, запасы и состав гумуса целинных и пахотных почв в зависимости от местных природных условий и уровня сельскохозяйственного использования почв с учетом их механического состава, почвообразующих пород, условий увлажнения, эродированности,

степени оподзоливания и уровня применения органических удобрений.

Образцы почв отбирали на типичных почвенных контурах из гумусового и пахотного горизонтов на площадках 50×50 м в 10-кратной повторности. Для установления типичности площадок и их выбора были использованы материалы крупномасштабных почвенных обследований. Всего отобрано и проанализировано 1558 образцов. О гумусовом состоянии почв судили

по содержанию углерода гумусовых веществ, его запасам в горизонтах  $A_1$  и  $A_{max}$  и в слое 0—50 см, а также групповому и фракционному составу гумуса.

Полученные результаты обрабатывали

методом вариационной статистики. Для определения влияния местных природных условий на гумусовое состояние почв использовался метод оценки достоверности разности средних величин [3, 6].

## Результаты исследований

Влияние механического состава почв на их гумусовое состояние изучалось путем сравнения суглинистых и супесчано-песчаных разновидностей. С механическим составом связаны процессы гумификации и условия закрепления образующегося гумуса. Последние прежде всего определяются величиной и качеством поверхности различных гранулометрических фракций. Результаты определения содержания и запасов гумуса в сравниваемых почвах представлены в табл. 1 и 2.

Содержание гумуса в суглинистых разновидностях на 0,15—1,63 % выше, чем в песчаных (табл. 1). Особенно четко это различие проявляется в целинных вариантах, на пашне без органических удобрений и с их внесением в количестве 10—15 т/га (ежегодно) независимо от степени подзолистости почв. При внесении 20—30 т органических удобрений на 1 га различия в содержании гумуса между суглинистыми и песчаными разновидностями математически недостоверны.

Запасы гумуса в слое 0—50 см суглинистых разновидностей на 7,2—20,6 т/га больше, чем в песчаных и супесчаных (табл. 2). Наиболее четкие различия наблюдаются при сравнении целинных вариантов и пахотных почв без внесения органических удобрений. Запасы гумуса на пахотных участках с внесением 20—30 т органических удобрений на 1 га во всех случаях больше, чем в песчаных разновидностях.

Т а б л и ц а 1

Содержание углерода в слое 0—50 см дерново-подзолистых почв в зависимости от их механического состава (%)

Почвы	Разновидность почв		$E_{\text{факт}}$	$E_{\text{пред}}$ ( $p = 0,95$ )
	суглинистые	супесчаные и песчаные		
Целина				
Слабоподзолистые	1,50	0,56	0,94	0,21
Среднеподзолистые	1,51	0,95	0,56	0,27
Сильноподзолистые	2,52	0,89	1,63	0,36
Поверхностноглееватые	3,26	4,04	—0,78	0,55
То же	2,35*	4,04	—1,69	0,70
Пашня без органических удобрений				
Среднеподзол истые	0,74*	0,67	0,07	0,17
Слабоподзол истые	0,97	0,50	0,47	0,05
Среднеподзолистые	0,87	0,67	0,20	0,16
10—15 т органических удобрений на 1 га				
Среднеподзолистые	1,17*	0,81	0,36	0,22
»	1,17	0,81	0,36	0,15
Сильноподзолистые	1,22*	1,07	0,15	0,12
»	1,06	1,07	—0,01	0,10
Слабоподзолистые	1,15	0,91	0,24	0,20
20—30 т органических удобрений на 1 га				
Сильно подзол истые	1,47*	1,48	—0,01	0,30
Среднеподзолистые	1,59	1,66	—0,07	0,32
Сильноподзолистые	1,47	1,48	—0,01	0,23

\* Здесь и в табл. 2 варианты суглинистых почв, сформировавшиеся на морене; остальные почвы развиты на покровных суглинках.

Запасы углерода гумусовых веществ в слое 0—50 см дерново-подзолистых почв (т/га)  
в зависимости от их механического состава

Почвы	Разновидность почв		E <sub>факт</sub>	E <sub>пред</sub>
	суглинистые	супесчаные		
Целина				
Слабоподзолистые	45,55	38,33	7,22	5,12
Среднеподзолистые	46,78	30,14	16,64	7,44
Сильноподзолистые	41,85	38,87	2,98	3,33
Поверхностноглееватые	59,13*	82,68	—23,65	7,65
То же	85,83	82,68	3,15	16,45
Пашня без органических удобрений				
Сильноподзолистые	25,97*	23,84	—2,87	5,67
Слабоподзолистые	44,41	23,82	20,59	3,88
Среднеподзолистые	37,54	28,84	8,70	4,54
10—15 т органических удобрений на 1 га				
Среднеподзол истые	39,92*	42,85	—2,93	5,21
»	45,62	42,85	2,77	5,58
Сильноподзолистые	45,47*	43,71	1,76	7,38
»	42,30	43,71	—1,41	5,32
Слабоподзолистые	53,72	40,18	13,54	4,76
20—30 т органических удобрений на 1 га				
Сильноподзолистые	52,04*	63,77	—11,73	10,88
Среднеподзол истые	66,59	71,16	—4,57	7,58
Сильноподзолистые	61,99	63,77	—2,78	7,65

Выявлены определенные различия и в качественном составе гумуса почв разного механического состава. Так, в суглинистых разновидностях заметно выше (в 1,2—3,0 раза) содержание 1<sup>а</sup> фракции фульвокислот. Однако систематическое внесение органических удобрений приводит к преобладанию этой фракции в пахотных песчаных почвах.

Суглинистые почвы всех вариантов отличаются более высоким содержанием негидролизуемого остатка. Содержание гуминовых кислот и отношение  $C_{г.к.} : C_{ф.к.}$  в суглинистых почвах при систематическом применении органических удобрений выше, чем в песчаных. В составе гуминовых кислот суглинистых почв имеются фракции, связанные с Са, что не характерно для песчаных разновидностей.

Оценивая в целом влияние механического состава на гумусовое состояние почв области, можно сделать следующее заключение. В южнотаежной подзоне с утяжелением механического состава от песков до легких суглинков содержание и запасы гумусовых веществ увеличиваются. Гумус становится более прочно связанным с минеральной частью почвы, возрастает в составе гумуса содержание гуминовых кислот. В состав гуминовых кислот суглинистых почв входит фракция, связанная с Са, что нехарактерно для песчаных разновидностей. Такие изменения, по нашему мнению, связаны с величиной и качеством удельной поверхности почв разного механического состава. В суглинистых почвах и тем более в почвах, сформированных на покровных и лёссовидных суглинках, в отличие от песчаных почв преобладают пылеватые фракции (до 50—60 % и более). Эти фракции, по мнению ряда исследователей [2, 5, 7], обладают способностью закреплять и накапливать гуминовые кислоты в относительно большом количестве. С другой стороны, в автоморфных условиях песчаный механический состав способствует активной минерализации гумуса, так как в данных почвах анаэробные условия (избыточное увлажнение), которые приводят к некоторой консервации гумусовых веществ, практически отсутствуют.

Сравнение гумусового состояния почв, сформированных на покровных суглинках и морене, позволяет выявить более высокое содержание гумуса и большие его запасы в почвах, развитых на покровных суглинках. Причем различия проявляются наиболее ярко (математически достоверны) на пашне без внесения органических удобрений, а также на целинных участках дерново-подзолистых глееватых почв.

Гуминовых кислот в составе гумуса больше в почвах, сформированных на морене, за исключением сильноподзолистых, а фракций, связанных с Са, в почвах на покровных суглинках.

Гумусовое состояние почв на покровных суглинках более благоприятное, чем у аналогов на морене, что, очевидно, обусловлено особенностями характерно гранулометрического состава пород. Для моренных отложений характерно значительное содержание мало активных песчаных фракций. Покровным суглинкам свойственна большая удельная поверхность, способствующая лучшей аккумуляции гумусовых веществ.

Влияние избыточного увлажнения на гумусовое состояние почв изучалось путем сопоставления автоморфных и полугидроморфных (глееватых) дерново-подзолистых почв. По содержанию и запасам углерода гумусовых веществ глееватые почвы значительно превосходят автоморфные аналоги (табл. 3). Исключение составляют пахотные дерново-слабоподзолистые почвы, в которые вносили 20—30 т органических удобрений на 1 га.

В составе гумуса глееватых почв преобладают фракции 1<sup>а</sup> фульвокислот, относительное содержание гуминовых кислот и значения  $C_{г.к.} : C_{ф.к.}$  у них выше, чем у автоморфных почв. При систематическом внесении органических удобрений в дозах 10—15 и 20—30 т/га различия между сопоставляемыми почвами по качеству и количеству гумуса снижаются.

Влияние эродированности почв на их гумусовое состояние. Содержание и запасы гумуса в неэродированных вариантах в 1,2—3 раза выше, чем в эродированных (табл. 4). Наибольшее

Таблица 3

Содержание (С, %) и запасы (С, т/га) гумуса в слое 0—50 см дерново-подзолистых почв в зависимости от избыточного увлажнения

Почвы	Неоглеенные		Поверхностно-оглеенные		Е <sub>факт</sub>		Е <sub>пред</sub> (P=0,95)	
	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га
Легкосуглинистая на покровном суглинке:								
целина	1,50	45,55	3,26	85,83	-1,76	-28,12	0,21	10,59
	2,52	41,85			-0,74	-43,98	0,36	15,21
пашня: без органических удобрений	0,97	44,41	3,64	113,32	-2,67	-68,91	0,48	7,44
	0,97	40,36			-2,67	-72,96	0,50	9,30
10—15 т органических удобрений на 1 га	1,15	53,72	1,54	89,38	-0,39	-35,66	0,32	8,04
	1,06	42,30			-0,48	-47,08	0,13	8,35
20—30 т органических удобрений на 1 га	1,83	73,76	1,94	86,18	-0,11	-12,42	0,25	18,32
	1,47	61,99			-0,47	-24,19	0,44	16,30
Супесчано-песчаные на водноледниковых отложениях, целина	0,56	38,33	4,04	82,68	-3,48	-44,35	0,56	8,23
	0,89	38,97			-3,15	-43,81	0,55	7,67

Примечание. В числителе — дерново-слабоподзолистые почвы, в знаменателе — дерново-сильноподзолистые почвы.

Содержание (С, %) и запасы (С, т/га) гумуса в слое 0—50 см дерново-подзолистых пахотных почв разной степени эродированности

Почвы	Несмытые		Смытые		Е <sub>факт</sub>		E <sub>нрр</sub> <sup>95</sup> (P <sub>нрр</sub> <sup>95</sup> )	
	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га
Слабоподзолистые легкосуглинистые на покровном суглинке:								
без органических удобрений	0,97	44,41	0,91	38,32	0,06	6,09	0,07	4,39
10—15 т органических удобрений на 1 га	1,15	53,72	0,76	33,38	0,39	20,34	0,43	4,51
Среднеподзолистые легкосуглинистые на покровном суглинке; органические удобрения, т/га:								
10—15	1,17	39,92	0,98	39,92	0,19	0,0	0,17	
20-30	1,59	66,59	1,12	42,06	0,47	24,53	0,22	6,97
Среднеподзолистые супесчаные на водноледниковых отложениях; органические удобрения, т/га:								
10-15	0,81	42,85	0,58	30,08	0,23	12,87	0,16	7,88
20—30	1,66	71,16	0,50	23,42	1,16	47,74	0,32	5,92
Сильноподзолистые легкосуглинистые на морене; 10—15 т органических удобрений на 1 га	1,22	45,77	0,90	37,71	0,32	7,76	0,13	7,87

различие между сравниваемыми вариантами наблюдается при увеличении доз органических удобрений, при этом механический состав и степень оподзоливания почв не влияют на данный показатель. Содержание гумуса в песчаных и супесчаных почвах снижается более резко, чем в суглинистых.

Влияние степени оподзоленности почв на их гумусовое состояние. В литературе имеются лишь единичные косвенные сведения по данному вопросу [1, 8, 9]. Массовые материалы, полученные нами по сравнительному содержанию и запасам гумуса в дерново-слабо- и среднеподзолистых почвах, позволяют отметить следующее:

- 1) в суглинистых разновидностях эти показатели выше в слабоподзолистых почвах;
- 2) в супесчаных и песчаных почвах содержание гумуса и его запасы больше в среднеподзолистых видах;
- 3) при внесении органических удобрений гумус более интенсивно накапливается в слабоподзолистых почвах;
- 4) в слабоподзолистых почвах относительное содержание гуминовых кислот и значения  $C_{г.к.} : C_{ф.к.}$  больше, чем в средне- и сильноподзолистых почвах.

При сравнении дерново-средне- и сильноподзолистых почв не выявлено существенных различий по содержанию, запасам и качественному составу гумуса. Объяснения выявленным различиям, по-видимому, следует искать в особенностях режима увлажнения и, как следствие, в масштабах поступления органических остатков и условиях их гумификации. Этот фактор, очевидно, имеет особое значение для супесчаных и песчаных разновидностей, степень оподзоленности которых тесно связана с увлажнением. В суглинистых почвах лучшие условия аэрации экологической среды, типичной для слабоподзолистых почв, способствуют и лучшей их гумусированности. На пахотных почвах к этим факторам дополняется еще влияние различий по составу и свойствам припахиваемого горизонта (A<sub>2</sub>B — у слабоподзолистых, A<sub>2</sub> — у средне- и

сильнопodzолистых). При распашке почв и вовлечении их в активное сельскохозяйственное использование условия гумусонакопления резко изменяются. Основная часть пахотных земель в области используется примерно одинаково, т. е. введены и освоены близкие по набору культур районированные севообороты с аналогичной агротехникой. В таких условиях особое значение для гумуса почв приобретают масштабы и качество применяемых органических удобрений.

Влияние органических удобрений на гумусовое состояние почв. Изучались содержание, запасы и состав гумуса в пахотных почвах, различающихся по масштабам применения органических удобрений: без внесения органических удобрений; 10—15 т органических удобрений на 1 га ежегодно в течение последних 15—20 лет; внесение ежегодно за тот же период 20—30 т органических удобрений на 1 га. Контролем служили участки целинных почв (лес) для соответствующих по механическому составу и степени опodzоленности групп почв.

Полученные результаты (табл. 5 и 6) в основном согласуются с литературными данными, свидетельствующими об улучшении гумусового состояния дерново-подзолистых почв при повышении уровня их окультуривания, в частности при увеличении доз органических удобрений. Поэтому мы отметим лишь наиболее важные положения, вытекающие из анализа экспериментальных данных.

При увеличении доз органических удобрений возрастают содержание и запасы гумуса, а также улучшается его качественный состав. В результате ежегодного внесения 10—15 т органических удобрений со-

Таблица 5

Содержание гумуса (С, %) в дерново-подзолистых пахотных почвах в зависимости от уровня применения органических удобрений

Почвы	Без органических удобрений	Органические удобрения, т/га		Е <sub>факт</sub> *	Е <sub>пред</sub> *
		10—15	20—30		
Легкосуглинистые на морене:					
среднеподзолистые	0,74	1,17	—	$\frac{-0,43}{-}$	$\frac{0,19}{-}$
сильнопodzолистые	0,70	1,22	1,47	$\frac{-0,52}{-0,25}$	$\frac{0,13}{0,22}$
Легкосуглинистые на покровном суглинке:					
слабоподзолистые	0,97	1,15	1,83	$\frac{-0,18}{-0,68}$	$\frac{0,08}{0,22}$
среднеподзолистые	0,87	1,17	1,59	$\frac{-0,30}{-0,42}$	$\frac{0,08}{0,08}$
сильнопodzолистые	0,97	1,06	1,47	$\frac{-0,09}{-0,41}$	$\frac{0,14}{0,20}$
поверхностноглееватые	—	1,54	1,94	$\frac{-}{-0,40}$	$\frac{-}{0,16}$
Супесчаные на водноледниковых отложениях:					
слабоподзолистые	0,50	0,91	—	$\frac{-0,41}{-}$	$\frac{0,20}{-}$
среднеподзолистые	0,67	0,81	1,66	$\frac{-0,14}{-0,85}$	$\frac{0,20}{0,35}$
сильнопodzолистые	—	1,07	1,48	$\frac{-}{-0,41}$	$\frac{-}{0,23}$

\* В числителе — варианты без органических удобрений и с внесением 10—15 т органических удобрений на 1 га, в знаменателе — варианты с внесением 10—15 и 20—30 т органических удобрений на 1 га.

Содержание и запасы гумуса в дерново-подзолистых почвах Смоленской области

Вид использования почв	Количество образцов	Содержание С гумуса, %		Запасы гумуса в слое 0—50 см, т/га	
		среднее	колебания	средние	колебания
Суглинистые почвы					
Целина	49	1,66	0,83—2,66	78,56	66,59—112,82
Пашня:					
без органических удобрений	189	0,89	0,27—1,38	68,41	30,02—114,00
10—15 т органических удобрений на 1 га	130	1,15	0,65—2,27	78,13	38,86—113,27
20—30 органических удобрений на 1 га	129	1,60	0,88—2,83	113,62	56,44—168,66
Супесчаные и песчаные почвы					
Целина	25	0,77	0,30—1,25	61,74	38,68—75,69
Пашня:					
без органических удобрений	40	0,58	0,40—1,57	45,47	32,97—59,32
10—15 т органических удобрений на 1 га	40	0,90	0,49—1,20	73,22	54,57—86,95

держание гумусовых веществ в песчаных почвах на пашне достигает соответствующего уровня в целинных участках. На суглинистых почвах аналогичный эффект отмечается только при ежегодном внесении 20—30 т органических удобрений на 1 га. Более быстрое восстановление гумуса на легких почвах по сравнению с суглинистыми при распашке объясняется менее резкой сменой условий гумусообразования. В суглинистых почвах существенно меняются условия аэрации, что приводит к повышению минерализации органических веществ. Наиболее существенные изменения качественного состава гумуса наблюдаются при внесении повышенных доз органических удобрений (20—30 т на 1 га): возрастают содержание негидролизуемого остатка и доля гуминовых кислот, снижается относительное содержание фульвокислот, в составе гуминовых кислот увеличивается доля фракции, связанной с Са.

Вместе с тем полученные данные (табл. 6) показывают, что на фоне постепенного повышения запасов гумуса (по средним показателям) имеет место существенное колебание их. Это объясняется неодинаковым влиянием применяемых органических удобрений на гумусовое состояние почв в связи с различиями местных условий (степень оподзоленности, механический состав, режим увлажнения, насыщенность севооборотов пропашными культурами, урожайность многолетних трав, качество удобрений). Только при высоком уровне применения органических удобрений содержание гумуса стабилизируется на уровне 3,0 %, при внесении 10—15 т удобрений на 1 га этот показатель приближается лишь к 2 %.

### Выводы

1. Изучено и установлено с высокой степенью достоверности влияние местных условий гумусообразования (механического состава, почвообразующих пород, степени оподзоленности, режима увлажнения, эродированности) на гумусовое состояние дерново-подзолистых почв области:

а) суглинистые разновидности содержат на 0,15—1,63 % углерода гумуса больше, чем супесчаные аналоги, различия в запасах гумуса в этих почвах менее существенные;

б) в дерново-подзолистых почвах, сформированных на покровных суглинках, по сравнению с их аналогами, развивающимися на алюмосиликатной морене, более высокие содержание гумуса и его запасы, в со-

ставе гумуса больше гуминовых кислот, в которых содержатся фракции, связанные с Са;

в) в оглеенных видах дерново-подзолистых почв содержание и запасы гумуса в 1,5—3 раза выше, чем в автоморфных аналогах;

г) в эродированных почвах содержание и запасы гумуса ниже, чем в несмытых почвах; направленность изменений качественного состава гумуса в смытых почвах может быть различной и определяется степенью подзоленности и механическим составом почв.

2. При систематическом применении органических удобрений в почвах повышаются содержание гумуса и его запасы. В составе гумуса возрастает доля гуминовых кислот, содержащих фракции, связанные с Са, расширяется также отношение  $C_{г.к.} : C_{ф.к.}$ . Содержание, запасы и качество гумуса при внесении возрастающих доз органических удобрений зависят от механического состава, степени оподзоленности и эродированности почв.

3. Для улучшения гумусового состояния почв области необходимо полнее использовать имеющиеся органические удобрения в хозяйствах, изыскивать их дополнительные источники. Особое внимание следует уделять повышению урожайности многолетних и однолетних трав, поскольку они имеют важное значение в балансе органического вещества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бельчикова Н. П. Материалы к изучению гумуса подзолистых и дерново-подзолистых естественных и освоенных почв европейской части СССР. — В кн.: Микроорганизмы и органическое вещество почв. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 289—290. — 2. Дорофеева Н. А. Органическое вещество горных почв Тувинской АССР. — Автореф. канд. дис. М., 1978. — 3. Доспехов Б. А. Методика опытного дела. — М.: Колос, 1976. — 4. Коок В. А., Ильиных Н. И., Бабкин А. П. Качественная оценка земель в Смоленской области. Смоленск: Московский рабочий, 1976. — 5. Кузьмин В. А. Органическое вещество механических фракций дерново-подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом Окско-Ангарского междуречья. — Почвоведение, 1969, № 6, с. 311. — 6. Политова И. Д. Дисперсионный и корреляционный анализ в экономике. — М.: Экономика, 1972. — 7. Пестряков В. К. Окультуривание почв Северо-Запада. — Л.: Колос, 1977. — 8. Пономарева В. В. Теория подзолообразовательного процесса. М.; Л.: Наука, 1964. — 9. Туев Н. А., Чебоевский А. И. Фракционный состав гумусовых соединений в почвах различной степени оподзоленности. — Тр. Петергоф. биолог. ин-та, 1974, № 23, с. 204—219.

*Статья поступила 1 апреля 1986 г.*