

УДК 631.445.2:631.417.2:631.55

**ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА
В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ НА ИХ СВОЙСТВА
И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Н. Ф. ГАНЖАРА, Б. А. БОРИСОВ
(Кафедра почвоведения)

В последние годы значительно возросло число работ, посвященных определению баланса гумуса в почвах и оптимальных параметров его содержания. Зачастую низкая эффективность минеральных удобрений и снижение урожайности в неблагоприятные по погодным условиям годы объясняются невысоким содержанием гумуса в почвах. Вместе с тем данными, показывающими количественные связи содержания гумуса со свойствами почв и урожайностью сельскохозяйственных культур, очень мало, а результаты опубликованных работ по этому вопросу противоречивы. Так, по свидетельству Т. Н. Кулаковской [6], при диапазоне содержания гумуса 1,35—3,08 % в дерново-подзолистых почвах повышение его уровня на 0,5 % в пахотном горизонте вызывало рост урожайности ячменя на 5—6 ц/га. А. М. Лыковым [7] показано, что при повышении гумусированности почвы в 3 раза урожайность ячменя и овса увеличивалась в зависимости от дозы удобрений в 1,5—2 раза (диапазоны содержания гумуса 0,53—1,57 и 1,20—3,68 %). Тесная связь урожайности с содержанием гумуса отмечается также в работах [1, 3, 5, 11] и в ряде других (см. [8]). Во многих указанных исследованиях

не проводилось разностороннего изучения количественных зависимостей свойств почв от содержания гумуса, что затрудняет оценку материальной основы существенной прибавки урожая.

Наряду с перечисленными работами имеются сообщения, авторы которых при анализе результатов длительных [9, 10] и специальных опытов [12] с достаточным методическим обоснованием доказывают отсутствие связи урожайности с содержанием гумуса.

Причины столь резко противоречивых выводов требуют специального анализа. Сложность установления зависимости между содержанием гумуса и урожайностью заключается в том, что последняя является производным множества факторов и вычленить влияние одного из них не всегда удается. В большинстве работ [3, 5, 6], где на основе сбора массовых данных показана тесная корреляционная связь содержания гумуса и урожая, не выдержан принцип единственного различия. Содержание гумуса и урожайность часто зависят от одних и тех же общих факторов — свойств почв, пищевого и водного режимов — и направленно меняются при их изменении. Это позволяет использовать такой показатель, как содержание гумуса, при качественной оценке почв, но не дает однозначного ответа на вопрос, что именно отвечает за урожай — содержание гумуса или свойства и процессы, обуславливающие это содержание. В некоторых работах не расчленено влияние на урожай прибавки гумуса от внесения органических удобрений и последствие последних, продолжающееся 10 и более лет.

В задачу наших исследований входило установление количественных связей между содержанием гумуса, свойствами почв и урожайностью сельскохозяйственных культур. Для этого были заложены специальные вегетационно-полевые опыты, позволяющие вычленить влияние гумуса на свойства почв и урожай.

Материал и методика исследований

В опытах использовали образцы почв, различающиеся только по содержанию гумуса и свойствам, определяемым его содержанием, при максимально возможном равенстве остальных свойств. Получали такие образцы путем смешивания в определенных соотношениях масс пахотного горизонта освоенной дерново-подзолистой почвы и генетически однородной сильноокультуренной дерново-подзолистой почвы бывшего в прошлом (20 лет назад) огородного участка. Почвы взяты на территории опытной станции ЦОС ВИУА в Барыбино Московской области. Расстояние между участками, на которых брали почвы для опыта, 70—100 м. В последние 15—20 лет сельскохозяйственное использование этих участков было примерно одинаковым.

Всего в опыте было 4 варианта почв, которые характеризовались одинаковым минералогическим, механическим (среднесуглинистые), валовым химическим составом и разным содержанием гумуса — соответственно 1,6; 1,9; 2,6; 3,1 %.

Опыт был заложен в 1982 г. на территории Мичуринского сада Тимирязевской академии в сосудах без дна размером 40×40×40 см, вмещающих 60 кг почвы, по

схеме: 1 — контроль — 4 варианта почв с разным содержанием гумуса; 2 — контроль+минеральные удобрения (нитроаммофос+калийная соль; в 1983 г. из расчета 120N120K120P перед посевом, в 1984 г. — 90N90P90K перед посевом гороха); в дальнейшем для краткости NPK; 3 — NPK+навоз 4 т сухого вещества на 1 га; в 1983 г. — перед посевом ячменя, в 1984 г. — перед посевом гороха; 4 — NPK+навоз 8 т/га в 1983 г., а в 1984 г. только навоз 8 т/га; 5 — NPK+зеленая масса озимой ржи 8 т/га в 1983 г., а в 1984 г. только солома ячменя в норме 8 т сухого вещества на 1 га перед посевом. Повторность 4-кратная. Всего в опыте 80 сосудов.

В 1983 г. высевали ячмень на зерно, в 1984 г. — горох на зеленый корм и после его уборки — горчицу белую.

Осенью 1982 г. перед закладкой опыта были проведены известкование по полной норме гидролитической кислотности и уравнительный посев озимой ржи. Определяли физические, физико-химические, агрохимические и биологические свойства почв, проводили фенологические наблюдения и учет урожая. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований

Как видно из табл. 1, где представлены результаты определения свойств образцов почв, взятых в мае 1983 г. из контрольных вариантов (без удобрений) и вариантов с максимальной дозой навоза, при увеличении содержания гумуса на 1,5 % достоверно снижалась плотность

Свойства дерново-подзолистых почв в вариантах с разным содержанием гумуса
(в числителе — контроль, в знаменателе — NPK + навоз 8 т/га)

Свойства почв	Содержание гумуса, %				НСР ₀₅
	1,6	1,9	2,5	3,1	
Плотность, г/см ³	1,29	1,23	1,22	1,17	0,04
	1,31	1,23	1,24	1,21	
Плотность твердой фазы	2,81	2,74	2,75	2,71	Недост.
	2,76	2,73	2,72	2,69	
Общая пористость, %	54,9	55,1	55,6	56,8	»
	52,4	54,9	54,4	55,5	
Капиллярная влагоемкость, %	23,1	22,9	23,8	22,3	»
	22,4	22,1	22,5	24,2	
Максимальная гигроскопичность, %	5,0	5,1	4,8	4,7	»
	5,1	4,9	4,7	4,7	
Гидролитическая кислотность, мг-экв на 100 г	2,4	3,9	3,2	2,6	»
	3,3	3,4	3,1	2,9	
Сумма обменных оснований, мг-экв на 100 г	15,9	16,4	17,5	18,4	2,4
	14,1	16,5	17,0	17,6	
Обменный К ₂ O по Масловой, мг на 100 г	6,8	10,9	18,6	17,9	1,9
	11,8	12,4	20,8	18,1	
Подвижный P ₂ O ₅ по Кирсанову, мг на 100 г	12	24	36	35	6,0
	18	28	36	40	
NO ₃ , мг на 100 г*	0,7	0,7	0,9	1,1	Недост.
	1,2	1,1	1,6	1,4	
рН _{вод}	5,2	5,2	5,4	5,4	»
	5,3	5,1	5,4	5,3	

* NO₃ определяли ионселективным электродом в образцах, взятых в июле 1984 г.

почвы (примерно на 0,1 г/см²), наблюдалась тенденция к снижению плотности твердой фазы (на 0,1), увеличивалась общая пористость (на 2 %). При повышении содержания гумуса на 1 % увеличивалась сумма поглощенных оснований (на 1—2 мг-экв на 100 г). Наблюдались существенные различия в содержании подвижного фосфора между вариантами с содержанием гумуса 1,6 и 1,9 %, с одной стороны, и 2,6 и 3,1 % — с другой. В контрольных вариантах с ростом содержания гумуса увеличивалось содержание обменного калия.

Капиллярная влагоемкость, максимальная гигроскопичность, гидролитическая кислотность и значения рН_{вод} существенно не различались в зависимости от содержания гумуса (колебания показателей в пределах ошибки методов и варьирования за счет неоднородности образцов).

При внесении минеральных и органических удобрений в почву повышалось содержание нитратного азота, обменного калия и подвижных форм фосфора, что обуславливало существенное увеличение урожая в этих вариантах по сравнению с контрольным.

В результате определения численности микроорганизмов в почвах (конец мая и середина августа 1984 г.) не установлено ее различий в зависимости от содержания гумуса (табл. 2). Только численность бактерий, участвующих в минерализации гумусовых веществ и определяемых на бедных средах (нитритный агар), возрастала с увеличением содержания гумуса во всех вариантах с удобрениями, которые, по-видимому, стимулировали их развитие.

Существенно увеличилась численность определяемых групп микроорганизмов во всех вариантах с удобрениями по сравнению с контролем в оба срока определения. Наблюдалось также снижение значений

Численность микроорганизмов в почвах вегетационно-полевого опыта
(млн. в 1 г сухой почвы) в конце мая (V) и в середине августа (VIII) 1984 г.

Содержание гумуса, %	Бактерии на МПА		Бактерии на КАА		Бактерии на НА		Грибы на среде Чапека—Докса		
	V	VIII	V	VIII	V	VIII	V	VIII	
Контроль									
1,6	7,3	4,3	5,5	3,7	10,7	9,6	0,02	0,03	
1,9	10,5	5,9	7,6	3,6	13,9	10,7	0,03	0,01	
2,6	8,0	4,3	7,3	7,6	11,5	9,3	0,02	0,01	
3,1	10,3	6,6	14,6	5,5	10,3	7,2	0,02	0,02	
NPK									
1,6	11,9	7,9	14,5	6,7	12,8	8,3	0,03	0,02	
1,9	12,4	8,4	16,2	7,5	14,5	7,9	0,03	0,02	
2,6	12,8	8,4	16,0	8,4	13,3	8,9	0,03	0,02	
3,1	12,8	10,5	15,0	8,4	16,0	10,4	0,03	0,02	
NPK + навоз 4 т/га									
1,6	16,3	11,2	19,6	10,5	25,9	11,6	0,03	0,02	
1,9	10,3	12,1	16,0	13,6	20,3	12,7	0,03	0,03	
2,6	12,7	10,9	21,6	19,9	24,4	15,6	0,04	0,03	
3,1	18,2	10,2	22,6	17,3	33,2	17,5	0,04	0,02	
NPK + навоз 8 т/га									
1,6	19,2	17,6	22,2	17,3	33,9	18,4	0,04	0,21	
1,9	22,6	16,7	24,9	18,5	39,8	20,3	0,54	0,28	
2,6	17,6	18,4	18,8	17,6	31,8	19,2	0,42	0,29	
3,1	21,0	19,5	21,9	19,7	40,4	18,9	0,62	0,30	
NPK + солома ржи 8 т/га									
1,6	20,3	13,0	21,9	13,7	20,6	17,9	0,73	0,31	
1,9	20,3	16,6	22,4	12,1	22,2	18,9	0,71	0,34	
2,6	18,4	17,4	20,9	12,03	29,5	19,7	0,79	0,40	
3,1	22,6	18,3	20,9	17,0	30,6	19,7	0,90	0,50	

Таблица 3

Характеристика микрофауны в почвах вегетационно-полевого опыта
(шт. на 1 м² в слое 0—30 см) в начале мая (V) и в середине августа (VIII) 1984 г.

Содержание гумуса, %	Gamasoidea		Oribatei		Collembola	
	V	VIII	V	VIII	V	VIII
Контроль						
1,6	950	950	1430	950	950	900
1,9	1430	1320	1400	950	480	480
2,6	1430	1430	2380	1900	2860	2380
3,1	1900	1430	1900	1430	2380	2380
NPK + навоз 4 т/га						
3,1	2860	2380	3330	2860	2610	2860
NPK + навоз 8 т/га						
3,1	4760	2860	5720	3320	3810	3325
NPK + солома 8 т/га						
3,1	1900	1930	2860	2540	2380	1900

этого показателя в августе, что, возможно, обусловлено влиянием культуры (в мае выращивали горох, а после его уборки в конце июля была посеяна горчица).

Урожайность сельскохозяйственных культур (г/сосуд) в вегетативно-полевом опыте

Культура*	Содержание гумуса, %				НСР ₀₅
	1,6	1,9	2,5	3,1	
Контроль					
Ячмень, зерно	28,6	37,4	39,7	37,1	2,8
Горох, зеленая масса	486,9	505,8	517,7	536,4	14,6
Горчица белая, зеленая масса	198,8	212,4	219,8	224,6	6,9
NPK					
Ячмень	68,0	65,4	69,6	74,1	Недост.
Горох	593,1	595,8	603,2	597,6	»
Горчица	276,4	280,3	279,2	282,7	»
NPK + навоз 4 т/га					
Ячмень	55,5	55,5	64,6	64,0	Недост.
Горох	625,8	621,0	627,6	625,2	»
NPK + навоз 8 т/га					
Ячмень	58,7	58,7	61,6	61,8	Недост.
Горох	575,1	558,0	578,6	571,9	13,8
Горчица	251,5	251,8	252,1	254,8	Недост.
NPK + растительные остатки 8 т/га					
Ячмень	60,2	61,6	61,4	62,4	Недост.
Горох	533,3	531,3	533,7	543,6	»
Горчица	237,5	238,3	241,2	240,4	»

* Ячмень в 1983 г. — зерно, горох в 1984 г. — зеленая масса, горчица белая посеяна в 1984 г. после уборки гороха — зеленая масса.

Численность всех определяемых групп микрофауны несколько повышалась с увеличением содержания гумуса (табл. 3). Но, как и в случае с микрофлорой, численность микрофауны существенно увеличивалась в вариантах с органическими удобрениями, особенно при максимальной норме навоза. Более богатая микрофауна в контрольном варианте с наивысшим содержанием гумуса, по-видимому, определяется благоприятной для жизнедеятельности микрофауны средой, создаваемой именно гумусом, поскольку количество источников пищи в крайних контрольных вариантах было одинаковым (они мало различались по урожайности ячменя и гороха, и, следовательно, поступление свежих органических веществ в почву было примерно равным).

ОВ-потенциал существенно изменялся по сезонам года, но не различался по вариантам с разным содержанием гумуса.

Достоверный рост урожайности всех культур с увеличением содержания гумуса отмечен только в контрольных вариантах (табл. 4). На фоне минеральных и органических удобрений различия в содержании гумуса не отразились на урожайности всех изучаемых в опыте культур. В то же время прибавки урожая при внесении органических и минеральных удобрений были значительными.

Данные об урожайности хорошо согласуются с результатами изучения свойств почв. Увеличение урожайности в контрольных вариантах с более высоким содержанием гумуса в почве удовлетворительно объясняется более высокой обеспеченностью растений элементами питания в этих вариантах. Незначительное воздействие гумуса на свойства почв и урожайность в условиях опыта можно объяснить пониженной способностью «старого» гумуса к трансформации.

Результаты данного исследования не позволяют сделать каких-либо выводов об оптимальном содержании гумуса для изучаемых почв и культур. Высокая и примерно равная эффективность органических и

минеральных удобрений как в вариантах с низким, так и с высоким содержанием гумуса свидетельствует о том, что критическое значение содержания гумуса для исследуемых почв и культур ниже 1,6%. Для более точного его определения необходимо провести дополнительные исследования, в которых были бы варианты с более низким уровнем гумуса.

Выводы

1. В условиях вегетационно-полевого опыта на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах при диапазоне содержания гумуса 1,6—3,1% с увеличением его уровня на 1,5% достоверно снижалась плотность почвы (на 0,1 г/см³), увеличивались сумма обменных оснований (на 2—3 мг·экв на 100 г), а также обеспеченность почв подвижными формами P₂O₅ и обменным K₂O. При этом отмечалось некоторое снижение плотности твердой фазы, увеличение общей пористости и численности микрофауны.

2. Капиллярная влагоемкость, максимальная гигроскопичность, значение рН_{вод} и ОВ-потенциала, численность микроорганизмов существенно не различались в зависимости от содержания гумуса.

3. Достоверная прибавка урожая зерна ячменя, зеленой массы гороха и горчицы белой при увеличении содержания гумуса получена только в контрольных вариантах (без удобрений). На фоне органических и минеральных удобрений различия в содержании гумуса не отразились на урожайности всех испытываемых культур. Минеральные и органические удобрения обеспечили значительную прибавку урожая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брагин А. М., Калиновский А. В., Цыцковская И. В. Продуктивность севооборота в зависимости от гумусированности почвы и применяемой системы удобрения. — Сб. науч. тр. БСХА. Горки, 1980, с. 3—8. — 2. Бурькин А. И. Уровень содержания органического вещества в почве и ее плодородие. — В кн.: Свойства почв ЦЧЗ и удобрения. Воронеж, 1983, с. 5—14. — 3. Гаврилюк Ф. Я. Бонитровка почв. М.: Высшая школа, 1970. — 4. Ганжара Н. Ф., Васильев В. А. Влияние органических удобрений и гумусовых веществ на свойства почв и урожай. — Тез. докл. Всесоюз. науч.-технич. конфер. «Химизация с.-х. производств». Кишинев, 1983, с. 36—38. — 5. Семенов В. А., Березовский В. А., Драгунов О. А., Леонтьев О. А. Оптимальные параметры свойств почв для возделываемых культурных растений. — В сб.: Теорет. основы и методы определения оптим. параметров свойств почв / Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. М.: 1980, с. 51—62. — 6. Кулаковская Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев. Минск: Урожай, 1978. — 7. Лыков А. М. Органическое вещество и плодородие дерново-подзолистых почв в условиях интенсивного земледелия. — Автореф. докт. дис., ТСХА, 1976. — 8. Лыков А. М., Боинчан Б. П., Вьюгин С. М. Органическое вещество и плодородие почвы в интенсивном земледелии. — Обзорная информ. М.: ВНИИТЭИСХ, 1984. — 9. Шевцова Л. К., Дробков Ю. А. Содержание гумуса в почвах Нечерноземья при длительном удобрении. — Почвоведение, 1981, № 10, с. 113—120. — 10. Oberländer H. E. Die Erhaltung des Humusgleichgewichtes in intensiv genutzten Ackerböden. — Förderungsdienst, 1979, Bd 27, N 1, S. 16—19. — 11. Schnieder Erwin. — Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenk., 1984, Bd 28, N 1, S. 59—66. — 12. Stumpe H., Garz I., Hagedorn E. — Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenk., 1983, Bd 27, N 3, 8, S. 169—175.

Статья поступила 30 октября 1984 г.

SUMMARY

Vegetation and field experiment was carried out to study the influence of humus content (within the range of 1.6—3.1%) in soddy-podzolic medium loam soil on their properties and yield of barley grain, green mass of peas and white mustard. Higher humus content within the range mentioned has proved to result in lower firmness, higher number of exchange bases, supply of movable P₂O₅ and exchangeable K₂O, lower firmness of the solid phase and somewhat higher porosity and microfauna population. Capillary water holding capacity, maximal hygroscopicity, pH and oxidation-reduction potential, microorganisms population did not very much with humus content. Feasible addition to barley grain yield as well as that of green mass of peas and white mustard under higher humus content took place only in the control variants (without fertilization). Mineral and organic fertilization resulted in zero effect of humus content on the yielding capacity of all the crops studied.