

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ПОЧВАХ РАЗНОГО ТИПА

В. А. Королев, А. И. Громовик

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Поступила в редакцию 6.11.2017 г.

Аннотация. В нашей стране принято характеризовать почвы любого типа процентным содержанием гумуса. Однако до настоящего времени в почвоведении нет прямых методов определения гумуса. Обычно вначале определяют известными методами содержание органического углерода в почвах, а затем рассчитывают содержание гумуса, умножая процентное содержание углерода на стандартный коэффициент 1.724. Этот коэффициент был предложен более 150 лет назад на основании имеющихся в то время сведений о содержании углерода в гуминовой кислоте, равном в среднем 58%. Современные экспериментальные данные свидетельствуют о существенных различиях фракционно-группового состава гумуса разных типов почв и о неодинаковом содержании углерода в гумусовых кислотах: в гуминовых кислотах (ГК) его количество изменяется в пределах 50-62% и составляет в среднем 56%, в то время как в фульвокислотах (ФК) доля углерода существенно ниже: 36-44% при среднем содержании равном 40%, что обуславливает целесообразность применения дифференцированных коэффициентов пересчета содержания углерода в почвах в содержание гумуса.

В связи с этим нами были предложены принципы расчета дифференцированных переводных коэффициентов углерода на гумус (ДПК), учитывающих типовые особенности гумуса почв и различное содержание углерода в основных его группах: гуминовых кислотах и фульвокислотах. ДПК могут варьировать в довольно широких пределах и, что принципиально важно, соответствуют фактическому содержанию углерода в гумусе разных почв (а не стандартному для всех почвенных типов 58%) и обычно меньше общепринятого $K = 1.724$. В почвах с гуматным типом гумуса ДПК близки к общепринятому постоянному коэффициенту, а в почвах с фульватным гумусом – существенно ниже. Использование предлагаемых ДПК позволяет получить достоверную и более объективную количественную оценку содержания гумуса в почве в соответствии как с фактическим содержанием углерода, так и с соотношением СГК:СФК. Также целесообразно при расчете процентного содержания гумуса в почве указывать величину переводного коэффициента.

Ключевые слова: почва, углерод, средневзвешенное содержание, тип гумуса, дифференцированные переводные коэффициенты, расчет.

Гумус и процессы его трансформации играют значительную роль в формировании почвы и ее основных свойств. Гумус является важной генетико-классификационной характеристикой почв и выступает как интегральный показатель всех факторов почвообразования, экологического состояния почв и их плодородия. Содержание гумуса и его запасы в разных генетических горизонтах и производственных слоях почв являются важнейшими и всеобщими критериями бонитировки и оценки земель.

В нашей стране принято характеризовать почвы любого типа процентным содержанием гумуса. Однако до настоящего времени в почвоведении нет прямых методов определения гумуса. Обычно вначале определяют известными методами содер-

жание органического углерода в почвах (методы сухого и мокрого сжигания, включая наиболее широко используемый метод И.В. Тюрина), а затем рассчитывают содержание гумуса, умножая процентное содержание углерода на стандартный коэффициент 1.724 [1-4]. Этот коэффициент был предложен Э. Вольфом в 1864 г. на основании имеющихся в то время сведений о содержании углерода в гуминовой кислоте, равном в среднем 58%. Такое же содержание углерода было принято (и принимается до настоящего времени) и для гумуса почв разного типа в целом [1, 2, 5, 6].

Современные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что содержание углерода в гумусе разных типов почв неодинаково и изменяется в широких пределах: 36-62% [7-12]. Отсюда следует, что для пересчета содержания углерода в содержание гумуса целесообразно было бы

использовать и разные коэффициенты. Этот факт отмечают некоторые отечественные и зарубежные авторы [13-15]. В данной работе рассматриваются принципы расчета таких дифференцированных переводных коэффициентов на гумус (ДПК), учитывающих типовые особенности гумуса почв и различное содержание углерода в основных его группах: гуминовых кислотах (ГК) и фульвокислотах (ФК).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

К настоящему времени накоплен большой аналитический материал по содержанию, запасам, фракционно-групповому составу и свойствам гумусовых кислот разных типов почв Российской Федерации, свидетельствующий о существенных различиях основных показателей их гумусового состояния [7, 16]. Для расчета предлагаемых нами ДПК определяющим показателем гумусового состояния является тип гумуса, который, как известно, зависит от соотношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот (СГК:СФК). В свою очередь сами эти гумусовые кислоты характеризуются различным содержанием углерода. В ГК его количество изменяется в пределах 50-62% и составляет в среднем 56%, в то время как в ФК доля углерода существенно ниже: 36-44% при среднем содержании равном 40% [17-20]. Очевидно, что и переводные коэффициенты углерода на гумус почв разного типа должны быть неодинаковыми, дифференцированными. Поэтому в анализируемой почве, прежде всего, рассчитывается фактическое средневзвешенное содержание углерода для соответствующего экспериментально установленного соотношения СГК:СФК, учитывающего абсолютное содержание СГК и СФК и среднее содержание углерода в гумусовых кислотах. Полученный показатель используется для расчета, так называемого нами, поправочного коэффициента на углерод (Кп), представляющего собой отношение фактического содержания углерода в изучаемом почвенном образце к стандартному, общепринятому в настоящее время и равному 58%. Как правило, Кп меньше единицы, так

как фактическое средневзвешенное содержание углерода в большинстве почв меньше стандартного. И, наконец, рассчитываются ДПК, величины которых равны произведению общепринятого 1,724 на Кп. Именно этот показатель, по нашему мнению, следует использовать для пересчета содержания углерода в содержание гумуса. ДПК могут варьировать в довольно широких пределах и, что принципиально важно, соответствуют фактическому содержанию углерода в гумусе исследуемых почв (табл. 1).

Таблица 1.

Дифференцированные переводные коэффициенты углерода на гумус

Содержание углерода в гумусе, %	Кп	ДПК
60	1.034	1.783
58	1.000	1.724
55	0.948	1.634
50	0.862	1.486
45	0.776	1.338
40	0.690	1.190

Охарактеризовав принципы расчета ДПК, рассмотрим теперь целесообразность их применения на почвах с разным типом гумуса. Для этой цели мы использовали основные усредненные показатели гумусового состояния чернозема типичного и дерново-среднеподзолистой почвы (табл. 2).

Чернозем типичный имеет гуматный (в горизонте Ap) и фульватно-гуматный (в горизонте B1) состав гумуса, вследствие чего средневзвешенное содержание углерода в гумусе изменяется в пределах 51.1-50.5%, Кп снижаются до 0.881-0.871 и ДПК составляют соответственно 1.519 и 1.502. При этом содержание гумуса в гумусовом горизонте чернозема, рассчитанное с учетом ДПК, достоверно ниже тех показателей, которые получаются со стандартным постоянным $K = 1.724$ (табл. 3).

Аналогичные расчеты мы провели и для дерново-среднеподзолистой почвы с фульватным типом гумуса. Средневзвешенное содержание углерода в гумусе исследуемых генетических горизонтов этой почвы значительно меньше стандартного и не превышает 45.4%, обуславливая

Таблица 2.

Основные показатели гумусового состояния почв [4]

Почва, угодье (количество разрезов)	Горизонт	Гумус	$C_{\text{обш}}$	$C_{\text{ГК}}$	$C_{\text{ФК}}$	СГК СФК
		% от массы почвы				
Чернозем типичный, пашня (n = 21)	Ap	7.46	4.33	1.42	0.62	2.29
	B1	3.29	1.91	0.66	0.35	1.88
Дерново-среднеподзолистая, пашня (n = 39)	Ap	2.07	1.20	0.24	0.47	0.51
	E	0.71	0.41	0.07	0.19	0.40
	B	0.36	0.21	0.04	0.11	0.35

ДПК и содержание гумуса в почвах

Почва	Горизонт	Средневзвешенное содержание углерода в гумусе, %	Кп	ДПК	Гумус, %		Разница по гумусу, % абс. отн.
					с К = 1.724	с ДПК	
Чернозем типичный	Ар	51.1	0.881	1.519	7.46	6.58	<u>0.88</u> 13.4
	В1	50.5	0.871	1.502	3.29	2.87	<u>0.42</u> 14.6
Дерново-среднеподзолистая	Ар	45.4	0.783	1.350	2.07	1.62	<u>0.45</u> 27.8
	Е	44.3	0.764	1.317	0.71	0.54	<u>0.17</u> 31.5
	В	44.3	0.764	1.317	0.36	0.28	<u>0.08</u> 28.6

соответствующе невысокие значения Кп (0.783-0.764) и ДПК (1.350-1.317). Что касается гумуса, то из-за его низкого содержания в данной почве разница между показателями, рассчитанными по предлагаемому нами методу и общепринятому стандартному, в абсолютном выражении (% от массы почвы) невелика, но в относительных процентах весьма значительна (28-32%) и вполне достоверна (табл. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные экспериментальные данные свидетельствуют о существенных различиях фракционно-группового состава гумуса разных типов почв и о неодинаковом содержании углерода в гумусовых кислотах, что обуславливает целесообразность применения дифференцированных коэффициентов пересчета содержания углерода в почвах в содержание гумуса. Установленные качественно-количественные особенности гумуса разных почв и были положены в основу расчетов таких дифференцированных переводных коэффициентов углерода на гумус (ДПК). При этом показатели ДПК могут изменяться в довольно широких пределах и они обычно меньше стандартного К = 1.724, так как фактическое средневзвешенное содержание углерода в гумусе большинства почв меньше 58%. Наибольшее влияние на ДПК оказывают типовые особенности гумуса. Так, в пахотном горизонте чернозема типичного с гуматным гумусом средневзвешенное содержание углерода составляет 51.1% и ДПК равно 1.519, а в Ар дерново-среднеподзолистой почвы с фульватным гумусом эти показатели уменьшаются соответственно до 45.4% и 1.350. Содержание гумуса в этих почвах, рассчитанное с помощью установленных ДПК, оказалось достоверно ниже тех показателей, которые получаются со стандартным К = 1.724.

Использование предлагаемых ДПК позволяет получить достоверную и более объективную количественную оценку содержания гумуса в почве в соответствии как с фактическим содержанием углерода, так и с соотношением СГК:СФК. Считае также целесообразным при расчете процентного содержания гумуса в почве указывать величину переводного коэффициента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Москва, МГУ, 1970, 487 с.
2. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. Москва, МГУ, 1998, 272 с.
3. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.
4. Теория и практика химического анализа почв. Под редакцией Л.А. Воробьевой. Москва ГЕОС, 2006, 400 с.
5. Александрова Л.Н. О составе и природе зольности гуминовых кислот // Зап. Ленингр. СХИ. 1956. Вып. 1. С. 100-105.
6. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Москва, Наука, 1980. 287 с.
7. Бирюкова О.Н., Орлов Д.С. Содержание и состав гумуса в основных типах почв России // Почвоведение. 2004. № 2. С. 171-188.
8. Гомонова Н.Ф., Минеев В.Г. Динамика гумусного состояния и азотного режима дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при длительном применении удобрений // Агрохимия. 2012. № 6. С. 23-31.
9. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. Москва, Наука, 1978. С. 42-47.
10. Завьялова Н.Е., Конниц В.Л. Влияние приемов землепользования на трансформацию гуми-

новых кислот дерново-подзолистой почвы Предуралья // Почвоведение. 2011. № 1. С. 103-110.

11. Звягинцев Д.Г., Мирчинк Т.Г. О природе гуминовых кислот почвы // Почвоведение. - 1986. № 5. С. 68-75.

12. Попов А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет, 2004, 248 с.

13. Когут Б.М., Семенов В.М. Почвенное органическое вещество. Москва, ГЕОС, 2015, 233 с.

14. Когут Б.М., Фрид А.С. Сравнительная оценка методов определения содержания гумуса в почвах // Почвоведение. 1993. № 9. С. 119-123.

15. Korschens M. Importance of soil organic matter (SOM) for biomass production and

environment (a review) // Archives of Agronomy and Soil Sci. 2002. V. 48, № 2. P. 89-94.

16. Органическое вещество пахотных почв // Труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. М., 1987. 173 с.

17. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты и общая теория гумификации. Москва, МГУ, 1990, 332 с.

18. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв. Москва, МГУ, 1974, 333 с.

19. Орлов Д.С. Кинетическая теория гумификации и схема вероятного строения гуминовых кислот // Биологические науки. 1977. №9. С. 15-16.

20. Орлов Д.С. Химия почв. Москва, МГУ, 1985, 376 с.

*Воронежский государственный университет
Королев В. А., доктор биологических наук,
профессор*

*Voronezh state University
Korolev V.A., prof. doctor of biological sciences*

**Громовик А. И., к.б.н., доцент кафедры почвоведения и управления земельными ресурсами
Тел.: +7 (473) 220-85-77
E-mail: agrom.ps@mail.ru*

*Gromovik A. I., PhD, associate professor,
department of soil science and land management
Ph.: +7 (473) 220-85-77
E-mail: agrom.ps@mail.ru*

THE QUESTION OF THE CALCULATION OF THE CONTENT OF HUMUS IN THE SOIL DIFFERENT TYPES

V. A. Korolev, A. I. Gromovik

Voronezh state University

Abstract. In our country it is customary to characterize soils of any type with the percentage content of humus. However, until now there are no direct methods of humus determination in soil science. Usually first determine the known methods of organic carbon content in soils, and then calculate the content of humus, multiplying the percentage of carbon by the standard coefficient of 1.724. This ratio was proposed more than 150 years ago on the basis of information available at that time on the carbon content of humic acid, equal to an average of 58%. Modern experimental data show significant differences in fractional-group composition of humus of different soil types and different carbon content in humic acids: in humic acids (HA), its amount varies between 50-62% and averages 56%, while in fulvic acids (FA) the carbon share is significantly lower: 36-44% with an average content of 40%, which makes it expedient to use differentiated conversion factors of carbon content in soils in humus content.

In this regard, we proposed the principles of calculation of differentiated conversion factors of carbon on humus (DCF), taking into account the typical characteristics of soil humus and the different carbon content in its main groups: humic acids and fulvic acids. DCF can vary quite widely and, importantly, correspond to the actual carbon content in humus of different soils (rather than the standard for all soil types 58%) and is usually less than the generally accepted $K = 1.724$. In soils with humic humus type WPC close to the generally accepted constant coefficient, and in soils with fulvic humus – significantly lower. Using the proposed DCF provides a reliable and more objective quantitative assessment of the humus content in the soil in accordance with both the actual carbon content and the ratio of $C_{HA}:S_{FA}$. It is also advisable to specify the conversion factor when calculating the percentage of humus in the soil.

Keywords: soil, carbon, the average content of humus type, differentiated conversion factors, calculation.

REFERENCES

1. Arinushkina E.V. Manual on chemical analysis of soils. Moscow, MSU, 1970, 487 p.
2. L.A. Vorob'eva, Chemical analysis of soils. Moscow, MSU, 1998, 272 p.
3. GOST 26213-91 Soils. Methods for determination of organic matter.
4. Theory and practice of chemical analysis of soils. Edited by L. A. Vorob'eva. Moscow, GEOS, 2006, 400 p.
5. Alexandrova L.N. On the composition and nature of the ash content of humic acids. Leningr. Agricultural Institute. 1956. Vol. 1. pp. 100-105.
6. Alexandrova L.N. Soil organic matter and its transformation processes. - Moscow, Science, 1980. 287 p.
7. Biryukova O.N., Orlov D.S. the Content and composition of humus in major soil types of Russia // Soil science. 2004. No. 2. pp. 171-188.
8. Gomonova N.F., Mineev V.G. Dynamics of humus state and nitrogen regime of sod-podzolic medium loamy soil with long-term application of fertilizers // Agrochemistry. 2012. No. 6. pp. 23-31.
9. Grishina L.A., Orlov D.S. the System of indicators of the humus state of soils // Soil science. Moscow, Nauka, 1978. pp. 42-47.
10. Zavyalova N.E. Of cavalry, V.L. The Influence of methods of land use on the transformation of humic acids of sod-podzolic soils of the CIS-Urals // Soil science. 2011. No. 1. pp. 103-110.
11. Zvyagintsev D.G., Mirchink T.G. On the nature of the humic acids of soils // Soil science. 1986. No. 5. pp. 68-75.
12. Popov A.I. Humic substances: properties, structure, formation. St. Petersburg, St. Petersburg University, 2004, 248 p.
13. Kogut B.M., Semenov V.M. Soil organic matter. Moscow, GEOS, 2015, 233 p.
14. Kogut B.M., Frid A.S. Comparative evaluation of methods for determination of humus content in soils. 1993. No. 9. pp. 119-123.
15. Korschens M. Importance of soil organic matter (SOM) for biomass production and environment (a review) // Archives of Agronomy and Soil Sci. 2002. V. 48, № 2. p. 89-94.
16. Organic matter of arable soils // Proceedings of the soil institute V. V. Dokuchaeva. M., 1987. 173 p.
17. Orlov D. S. Humic acids and the General theory of humification. Moscow, MSU, 1990, 332 p.
18. Orlov D.S. Humus acids of soils. Moscow, MSU, 1974, 333 p.
19. Orlov D. S. the Kinetic theory of humification and the diagram of the probable structure of humic acids // Biological sciences. 1977. No. 9. pp. 15-16.
20. Orlov D.S. Soil chemistry. Moscow, MSU, 1985, 376 p.