

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

УВЕЛИЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ПОЧВАХ СУБТРОПИКОВ И ЗАТРАТЫ АНТРОПОГЕННОЙ ЭНЕРГИИ

Л.С. Банная, Н.Г. Вуколов

Кафедра почвоведения и земледелия
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

В статье приведены результаты расчетов затрат на воспроизводство плодородия желтых феррсиалитных почв Республики Абхазия. Рассчитано необходимое количество органического вещества и затраты антропогенной энергии для увеличения содержания гумуса в среднесуглинистых желтых феррсиалитных почвах. Показано влияние различных основных обработок почвы на распределение гумуса по почвенному профилю и определены наиболее оптимальные приемы обработки склоновых почв под цитрусовые плантации.

Ключевые слова: желтые феррсиалитные почвы, содержание и запасы гумуса, затраты антропогенной энергии, гранулометрический состав.

Многочисленные исследования показывают, что при интенсивном земледелии одним из важных интегральных показателей плодородия большинства почв является содержание в них органического вещества [1; 2]. Необходимость производственного регулирования баланса органического вещества обосновывается зависимостью водно-физических, физико-химических свойств почв от содержания в них гумуса [3].

Ежегодные циклические процессы образования и минерализации перегноя приводят к систематическому поступлению в почвенные растворы элементов питания растений в форме доступных органо-минеральных соединений и выделению CO_2 в приземный слой атмосферы [4]. Гумус почв является аккумулятором и экономным источником энергии для многих биохимических и химических процессов в почве, нормального обмена и круговорота веществ в агроландшафтах [2].

Известна гипотеза, подтвержденная теоретическими оценками, что гумусовые вещества почв играют не только сорбционно-обменную и аккумулятивную роль, но и выполняют функции эффективного переносчика и распределителя биологически значимых и типоморфных ионов между фазами почвы, включая корневое поглощение [4; 5]. Гумусовые соединения почв можно отнести к диссипативным структурам, для существования которых необходим постоянный обмен

вещества и энергии, то есть они сохраняют свои параметры до тех пор, пока имеют связь с окружающей средой. Этим обосновывается необходимость постоянного притока органического вещества в почву независимо от содержания гумуса для поддержания соответствующего уровня устойчивости как состояния гумуса, как и его структуры [1; 3].

Стабильность, а тем более повышение урожаев культурных растений на основе применения только минеральных удобрений, невозможны без повышения гумусированности почв [4]. При этом повышение содержания гумуса — категория экономическая и энергетическая.

Содержание гумуса является косвенным показателем обеспеченности растений минеральным почвенным азотом. По шкале, разработанной ЦИНАО (1994 г.), почвы по гумусированности подразделяются на 5 групп: очень низкая — менее 2% гумуса, низкая 2,1—2,5%, средняя — 2,6—3,0%, повышенная — 3,1—4,0%, высокая — более 4%. По показаниям этой шкалы можно судить не только об обеспеченности сельскохозяйственных растений азотом, но и об окультуренности почв с учетом ее генетических особенностей.

Для районов влажных субтропиков весьма востребованной является информация о превращениях гумуса в почвах, длительно используемых под плантационные культуры. Для желтых феррсиаллитных почв Абхазии мы изучали проблему гумусированности под плантацией мандарина Уншиу.

В условиях расчлененного рельефа Республики Абхазия длительное использование склонов для возделывания сельскохозяйственных культур приводит к дифференциации почв по содержанию гумуса (табл. 1). При разработке программы улучшения гумусового состояния пахотных почв В.А Барановская предлагает оценивать два граничных уровня содержания гумуса в почвах — «критические» и «оптимальные» градации [5].

Таблица 1

Содержание гумуса и азота в желтых феррсиаллитных почвах [8]

Вариант	Глубина, см	Гумус, %	Орг. С, %	Общий N, %	N легкогидр. соед., мг на 100 г почвы	Запасы, т/га	
						общий N	гумус
Целина	0—20	4,2	2,5	0,12	5,4	2,83	100,1
	20—40	0,8	0,5	0,04	3,4	1,04	21,6
	40—60	0,9	0,5	0,06	2,3	1,70	24,4
	60—80	0,6	0,3	0,04	1,3	1,13	15,5
	80—100	0,4	0,2	0,05	0,5	1,37	11,0
Терраса	0—20	2,3	1,3	0,12	8,2	3,24	61,3
	20—40	1,4	0,8	0,05	8,5	1,44	39,2
	40—60	0,8	0,5	0,04	8,5	1,22	25,2
	60—80	0,6	0,3	0,05	4,1	1,47	16,8
	80—100	0,3	0,2	0,03	2,1	0,82	7,3
Послойная обработка, 50 см	0—20	3,5	2,1	0,15	8,6	3,72	87,5
	20—40	0,6	0,4	0,06	9,1	1,54	15,9
	40—60	0,4	0,3	0,05	8,3	1,52	13,1
	60—80	0,3	0,2	0,04	4,9	1,06	9,0
	80—100	0,2	0,1	0,04	1,4	1,17	7,0
Плантаж, 50 см	0—20	1,7	1,0	0,09	9,6	2,41	44,8
	20—40	1,1	0,6	0,08	10,8	2,00	26,8
	40—60	0,2	0,1	0,03	10,1	0,72	5,3
	60—80	0,4	0,2	0,03	7,9	0,84	10,1
	80—100	0,2	0,1	0,03	2,4	0,93	5,3

Критические градации содержания гумуса в почвах — это так называемый «инертный» гумус, который природа сохраняет в почве длительное время без изменений при отсутствии применения органических удобрений.

При решении проблемы воспроизводства органического вещества почв (как простого, так и расширенного) предлагается использовать такие критерии: минимальное, оптимальное и максимальное содержание гумуса в почве. Минимальное количество гумуса определяется в экспериментах при многолетнем выращивании интенсивных сельскохозяйственных культур без внесения удобрений, когда почти прекращаются потери гумуса. Максимальное содержание гумуса определяется величиной, при которой повторное внесение органических удобрений в дозах, значительно превышающих компенсирующие, не сопровождается (в условиях принятой системы земледелия) увеличением содержания гумуса. В среднесуглинистых желтых феррсиаллитных почвах Абхазии критические градации содержания гумуса составляют 1,5—2,0%.

Имеющиеся данные отчетливо выявляют зависимость содержания гумуса и распределения его по почвенному профилю от способа обработки почвы в агроландшафтах цитрусовых плантациях. Наиболее высокие показатели по содержанию и запасам гумуса в почвенном слое 0—20 см наблюдаются при проведении послойной обработки по сравнению с другими видами обработки (террасирование и плантаж). В то же время необходимо учитывать, что основная масса корней растений мандарина располагается на глубине 0—50 см, а при послойной обработке на глубине 20—40 см резко сокращается содержание и запас гумуса, что отрицательно сказывается на развитии и продуктивности растений. При террасировании не происходит столь резкой дифференциации содержания гумуса по профилю. Суммарный запас гумуса в верхней части профиля (0—60 см) при террасировании наибольший, при послойной обработке — средний, при плантаже — минимальный, из чего следует, что оптимальной основной обработкой почв склонов с целью сохранения и равномерного распределения гумуса является террасирование.

Приходная часть гумусового баланса складывается в основном за счет гумификации растительных остатков и вносимых органических удобрений. Только систематическое применение органических удобрений на пашне в высоких дозах обогащает почву гумусом. Для определения массы органических удобрений, необходимой для увеличения количества перегноя в почве до заданного уровня, необходимо знать коэффициент гумификации органического вещества. Значение его варьирует в очень широких пределах и зависит от природы этих веществ и условий среды. Для упрощения расчетов баланса гумуса в почвах предложены единые коэффициенты гумификации [5]. Так, для растительных остатков зерновых культур и многолетних трав этот коэффициент равен 25%, для кукурузы и других силосных культур — 15%, навоза — 30%, соломы на удобрение — 25% [3].

На основании имеющихся данных об исходном и заданном содержании гумуса в желтых феррсиаллитных почвах Абхазии, объемного веса почвы и мощности пахотного горизонта, учитывая коэффициент гумификации, можно рассчи-

тать энергетические вложения на повышение гумусированности почв. Расчет необходимого количества органических удобрений проводят по формуле [1]:

$$X = [m \times (a_1 - a) \times 100] : (n \times c),$$

где X — искомая доза органических удобрений, т/га; m — масса пахотного горизонта, т; a — исходное содержание гумуса в почве, %; a_1 — планируемое содержание гумуса в почве, %; n — коэффициент гумификации органического вещества в почве, %; c — содержание органического вещества в удобрениях, %.

Для расчетов в качестве источника органического вещества мы приняли навоз крупного рогатого скота, как наиболее распространенный вид органического удобрения. В хозяйствах Республики Абхазия среднее содержание органического вещества в навозе составляет около 21% [7]. Масса пахотного слоя, исходя из условий мощности пахотного горизонта в 30 см и объемной массы почвы 1,2 г/см³, составляет 2500 т. Тогда для повышения содержания гумуса в почве с 1,5% до 3,5% при коэффициенте гумификации 30% нужно внести следующее количество органических удобрений:

$$X = 2500 \times (3,5 - 1,5) \times 100 : 30 \times 21,0 = 793,7 \text{ т.}$$

Таким образом, без учета органического вещества, необходимого для покрытия ежегодного дефицита гумуса в пахотных почвах, с целью достижения нужного предела содержания гумуса в желтых феррсиалитных почвах следует внести около 800 т/га навоза. Эта масса удобрений вносится перед закладкой плантации цитрусовых культур.

Гранулометрический состав почв оказывает значительное влияние на величину расхода органического вещества и затрат антропогенной энергии для повышения содержания гумуса в почве на одну и ту же величину (табл. 2).

Таблица 2

Затраты на повышение содержания гумуса в желтых феррсиалитных почвах в зависимости от показателей почв [8]

Гранулометрический состав почв	Плотность почв, г/см ³	Содержание гумуса, %		Затраты	
		исходн.	модельн.	органических удобрений, т/га	антропогенной энергии, ГДж/га
Супесь	1,0	1,1	1,9	729	114,3
Легкий суглинок	1,1	1,6	2,4	370	58,4
Средний суглинок	1,2	1,6	2,4	245	38,6
Тяжелый суглинок	1,3	1,8	2,7	300	47,3
Легкая глина	1,5	1,8	2,7	390	61,5

Анализ модели обеспечения заданных режимов содержания гумуса в желтых феррсиалитных почвах [9], проведенный нами с энергетических позиций, показал, что для почв легкого гранулометрического состава с низким содержанием гумуса, естественно, требуется внесение большего количества органических удобрений для повышения их плодородия. При этом соответственно возрастают затраты необходимой антропогенной энергии. Таким образом, наименьшие затраты антропо-

генной энергии для внесения навоза потребуются для среднесуглинистых желтых феррсиаллитных почв. Если рассматривать почвы склонов, то на террасах под плантациями цитрусовых сохраняется наиболее оптимальный режим развития почв, который способствует сохранению гумуса в их профиле.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Булаткин Г.А., Ларионов В.В. Энергетическая эффективность земледелия и агроэкосистем: взаимосвязи и противоречия // *Агрохимия*. — 1997. — № 3. — С. 63—66.
- [2] Государственный доклад о состоянии окружающей среды РФ в 2003 году. — М.: Центр международных проектов, 2004.
- [3] Князев Д.А., Фокин А.Д., Князев В.Д. Роль гумусовых веществ в формировании ионопроводящих структур почвы // *Почвоведение*. — 2002. — № 2. — С. 152—157.
- [4] Ковда В.А. Управление продуктивностью и стабильностью агроэкосистем. — Предпринт. — Пущино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1980.
- [5] Комиссарова И.Д. Гумификация органического вещества и плодородие почв. — Тюмень: ТГСХА, 2003.
- [6] Лыков А.М. Воспроизводство органического вещества в почве в интенсивном земледелии // *Химизация сельского хозяйства*. — 1989. — № 10. — С. 27—31.
- [7] Рекомендации по применению подстилочного навоза и других местных органических удобрений. — М.: Колос, 1977.
- [8] Маршания М.И. Влияние длительного действия способов освоения склонов на плодородие желтоземно-подзолистых почв, рост и урожай мандарина Уншиу широколиственный. — Тбилиси, 1984.
- [9] Гончар-Зайкин П.П., Журавлев О.С. Управление содержанием органического вещества почвы при освоении и использовании мелиорируемых земель // *Доклады ВАСХНИЛ*. — 1980. — № 11. — С. 16—18.

INCREASE IN THE MAINTNANCE OF A HUMUS IN SOIL SUBTROPICS AND EXPENSES OF ANTROPOGENOUS ENERGY

L.S. Bannay, N.G. Vukolov

*Department of pedology and farming
Russian People's Friendship University
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198*

Results of calculations of expenses for reproduction of yellow ferrisialit Republic Abkhazia soils are resulted. The necessary quantity of organic substance and an expense of anthropogenous energy for increase in the maintenance of a humus in sredne-loamy yellow ferrisialit soils is calculated. Influence of various basic processings of soil on humus distribution on a soil profile is revealed and the optimal are defined for processing downslope soils under a bookmark of citron plantations.

Key words: yellow ferrisialit soils, the maintenance and stocks of a humus, an expense of anthropogenous energy, granulometric structure.