

СТАТЬЯ

УДК 631.412/.417.2

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ГУМУСА – КРИТЕРИЯ БОНИТИРОВКИ ПОЧВ

Юлдашев Г.Х., Хайдаров М.М.

Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: gulyam48@mail.ru

В работе изложены основные агрохимические показатели орошаемых темных, типичных и светлых сероземов севера Ферганы. Указывается на то, что плодородие изученных сероземов связано с энергетически обогащенными компонентами, такими как гумус. Подчеркивается, что бонитировка почв по гумусу, особенно по энергии гумуса, относится к числу наиболее актуальных и в то же время наиболее сложных проблем почвоведения. В процессе определения балла бонитета учитывались наряду с другими влияние содержания и энергии гумуса. Они нами, как полагалось, учитывались исходя из коэффициента корреляции между урожайностью сорта пшеницы Андижан-1 и показателями энергии гумуса. В условиях с недостаточным природным обеспечением влагой, с поливным режимом пшеницы, наибольшие корреляционные связи с урожайностью пшеницы наблюдаются в содержании гумуса, следовательно, с его энергией. Полученные полевые и расчетные материалы показывают, что при среднем показателе 24,6 ккал/г, среднее квадратическое отклонение составляет $\pm 0,96$, коэффициент вариации 3,89, урожайность 5,77 т/га. С такими показателями расчет коэффициента корреляции между урожайностью пшеницы и потенциальной энергией гумуса показал, что коэффициент корреляции составляет 0,92, означает, что связь очень тесная, следовательно, потенциальная энергия гумуса может служить одним из критериев бонитировки орошаемых почв.

Ключевые слова: сероземы, орошение, плодородие, гумус, энергия, корреляция, коэффициент, бонитировка

POTENTIAL HUMUS ENERGY – CRITERION FOR SOIL BONITATION

Yuldashev G.Kh., Khaydarov M.M.

Fergana State University, Fergana, e-mail: gulyam48@mail.ru

The paper describes the main agrochemical indicators of irrigated dark, typical and light gray soils in the north of Fergana. It is indicated that the fertility of the studied gray soils is associated with energetically enriched components such as humus. It is emphasized that the rating of soils in terms of humus, especially in terms of humus energy, is one of the most urgent and at the same time the most difficult problems of soil science. In the process of determining the value of the bonitos, the influence of the content and energy of humus was taken into account, along with others. They were taken into account by us, as expected, based on the correlation coefficient between the yield of the Andijan-1 wheat variety and the indicators of humus energy. In conditions with insufficient natural moisture supply, with the irrigation regime of wheat, the greatest correlations with wheat yield are observed in the content of humus, therefore, with its energy. The obtained field and calculation materials show that with an average of 24.6 kcal / g, the standard deviation is ± 0.96 , the coefficient of variation is 3.89, and the yield is 5.77 t / ha. With such indicators, the calculation of the correlation coefficient between the wheat yield and the potential energy of humus showed that the correlation coefficient is 0.92, which means that the relationship is very close, therefore, the potential energy of humus can serve as one of the criteria for the bonitos of irrigated soils.

Keywords: sierozems, irrigation, fertility, humus, energy, correlation, coefficient, bonitos

В природных почвенных процессах важное место занимает концепция об обмене веществ и энергии. Вполне закономерно, что обмену веществ и энергии посвящено много работ. Несмотря на это, явления обмена энергии и веществ привлекают все большее внимание. Энергетические критерии имеют первостепенное значение, потому что энергетический поток управляет химическими, физическими, биологическими и другими процессами в ландшафтах, в частности в почвах. В трудах А.Е. Ферсмана [1] обосновано энергетическое истолкование геохимических процессов. В этом отношении следует привести его слова [1], что «энергетический подход к анализу динамически развивающихся процессов природы является конечной целью наших исканий... мы должны перейти на единое мерило определения хода процесса, причем таковым может быть калория или киловатт».

Таким образом, можно полагать, что плодородие почв связано энергетически обогащенными компонентами, такими как гумус, гуминовые кислоты, и другими веществами органического генезиса. Это свидетельствует об актуальности исследования энергетического подхода в почвоведении. Бонитировка почв по гумусу, особенно по энергии гумуса, относится к числу наиболее актуальных и в то же время наиболее сложных проблем современного почвоведения. Важное агрономическое значение имеет энергетика гумусообразования, энергия аккумулярованных в гумусе почв. Представление о гумусообразовании как сложном процессе в обмене веществ и энергии между факторами почво- и гумусообразования является одним из основных положений почвообразовательного процесса. В этом плане следует помнить, что немалое количество солнечной энергии аккумулируется в гуму-

се почвы. Однако некоторые аспекты плодородия почв, несмотря на широкий спектр исследования, и на сегодняшний день остаются дискуссионными.

Цель исследования – рассмотрение некоторых проблем связи гумуса и его энергетического потенциала в зависимости от типа и подтипа почв, мощности генетических горизонтов, общей массы гумуса, а также корреляционные связи между содержанием гумуса и его потенциальной энергии с урожайностью пшеницы в орошаемых темных, типичных и светлых сероземах севера Ферганы Республики Узбекистан.

Материалы и методы исследования

В формировании потенциального и экономического плодородия почв большая роль отводится гумусу, содержание, запасы, состав которого практически определяют ценные свойства и продуктивность почв. С целью выявления корреляционных связей между урожайностью пшеницы, содержанием гумуса и его энергией использованы полевые и лабораторные исследования авторов, а также литературные источники, на которые даны ссылки.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования гумуса, проведенные в последние годы, свидетельствуют о планетарном его значении как крупнейшего геохимического природного аккумулятора, основного хранителя энергии Солнца на земной поверхности. Основу почвенного гумуса составляет углерод, который находится в активном состоянии. Во всех почвах существуют характерные для них генетические горизонты и признаки, единые по своему содержанию и общие для разных в генетическом отношении почв: механический состав, мощность гумусовых горизонтов и запасы гумуса, что позволяет их считать основными и общими критериями бонитировки почвы. Критериями бонитировки почв являются и природные диагностические признаки, которые приобретены в процессе формирования и окультуривания, коррелирующие с урожайностью основных сельскохозяйственных культур. Это значит, что критериями бонитировки почв могут быть содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, механический состав, питательные элементы и другие. Исходя из этих положений, нами в последние годы разрабатывается корреляция между энергетическим потенциалом гумуса и урожайностью пшеницы в разных регионах. В процессе определения общего балла бонитета учитывается частичное влияние каждого призна-

ка на урожай культуры. Он рассчитывается, исходя из коэффициента корреляции между урожайностью и показателем отдельных свойств почв. В данном случае между потенциальной энергией гумуса типичных сероземов и урожайностью пшеницы Андиган-1. При этом учтено, что если значение коэффициента корреляции находится в пределах 0,5, то связь считается слабой, от 0,5 до 0,7 средней, если значение коэффициента более 0,7 то связь можно считать тесной. В наших условиях с недостаточным природным обеспечением влагой, с поливным режимом сельскохозяйственных культур, наибольшие корреляционные связи с урожайностью наблюдается в содержании гумуса, следовательно, с его энергией. В данном случае за эталон принят орошаемый типичный серозем с содержанием гумуса 1,1–2,1%. Физические, химические, биологические и другие свойства орошаемых почв тесно коррелируют с многолетней средней урожайностью зерновых, такими как гумусность, механический состав и мощность гумусового горизонта и др. Надо помнить, что одновременно использование данных по свойствам почв объясняется, что это положение, то есть корреляция между свойствами почв и урожайностью сельскохозяйственных культур, наблюдается только в пределах выбранных генетических рядов почв.

Так, например, с урожайностью пшеницы хорошо коррелирует содержание гумуса. Этот показатель может не работать для засоленных почв. До сих пор приведены перечни физических, химических свойств почв, методика которых хорошо разработана. Уровень плодородия почв определяется с помощью поправочных коэффициентов. В этом плане предстоит большая задача по совершенствованию методов бонитировки почв. Одним из таких примеров может служить использование потенциальной энергии гумуса, которая напрямую связана с его содержаниями в почвах. Нашими исследованиями установлено, что средняя многолетняя урожайность пшеницы на площади 38 га на орошаемых типичных сероземах в среднем из шести физических точек наблюдений составляет 57,6 ц/га, указанные типичные сероземы по основной шкале [2] имеют бонитет 68 балл с учетом коэффициентов по содержанию гумуса (0,80), мощности гумусового горизонта (0,85) и механического состава (1,0). При использовании энергии гумуса этот показатель меняется: так, потенциальная энергия гумуса, рассчитанная нами при его содержании 1,41%, составляет 24,6 ккал/г. Расчетные и полевые полученные матери-

алы показывают, что при среднем показателе 24,6 ккал/г, среднеарифметическое отклонение $\pm 0,96$, коэффициент вариации 3,89, средняя из шести физических точек урожайность составляет 5,77 т/га, где коэффициент вариации составляет 4,61. Расчет коэффициентов корреляции между урожайностью пшеницы и потенциальной энергии гумуса показал, что коэффициент корреляции составляет 0,92, означает, что связь очень тесная. С учетом вышеприведенных нами разрабатываются шкала градации и поправочные коэффициенты для орошаемых типичных сероземов с учетом потенциальной энергии гумуса. Использование энергетического потенциала органического вещества почв в качестве основного критерия и в виде поправочных коэффициентов, пока может носить узкорегionalный характер, но с учетом генетических особенностей почвенного покрова расширяется использование энергетического потенциала гумуса почв. При учете балла бонитета почв по формуле с введением поправочных коэффициентов в качестве эталона в наших условиях за 100 баллов предлагается принять орошаемые типичные сероземы среднесуглинистые. Энергия гумуса и других органических веществ почв расходуется на структуризацию и другие характеристики почв, в результате чего создается благоприятное условие для роста, развития растений. В гумусовых горизонтах почв часть энергии расходуется на преобразование минеральной массы, обеспечение питательными элементами растений и почвенных организмов, включая микроорганизмы. Исследованиями ряда ученых установлено, что только 1–2% приходящей солнечной энергии используется экосистемой. Использование солнечной энергии и ее аккумуляция наряду с другими свойствами биосферы связаны с составом и содержанием гумуса почв и круговорота химических элементов. Оценку энергетического потенциала органического вещества и отдельных его компонентов показателей энергетического состояния почв агроландшафтов можно использовать для определения их энергетического баланса, уровня направлений и воспроизводства плодородия [3, 4]. Что касается запаса энергии в почвах, до сих пор пока еще нет достоверных и простых, общепринятых методов определения всего запаса энергии в органических, минеральных, органоминеральных частях почвы. Прямых определений теплоты сгорания, то есть энергии гумуса и его компонентов, немного. Имеются попытки определения энергии гумуса и его составных частей путем расчета. В отношении источников

энергии почвообразования ответ может быть вполне определенным: это солнечная энергия, достигающая земной поверхности и определяемая как радиационный баланс земной поверхности. Количество тепла, приходящее изнутри земного шара к поверхности почвы очень мало по сравнению с приходящим солнечным теплом (около 55 кал см².год) и практически при расчетах может не приниматься во внимание.

Определенная часть лучистой энергии Солнца аккумулируется в гумусе почв. В связи с этим большой интерес представляет изучение динамики, энергии почвенного гумуса во времени в пространстве в разных типах и подтипах почв. Но здесь наблюдаются трудности в связи с постановкой задач по-новому, также как вследствие недостаточности фактических материалов. Имеются одиночные данные [3] органического вещества почвы на орошаемом участке под многолетними травами в слое 0–20 достигал 3593 гДж/га. Энергетические критерии имеют первостепенное значение, потому что энергетический поток управляет химическими, физическими, биологическими и другими процессами в ландшафтах [5, 6]. Общий запас аккумулированной в почве энергии состоит из запасов органических веществ, главным образом гумуса.

В связи с трансформационными и эволюционными или другими видами изменения почв меняется состав и содержание гумуса и его энергетические показатели [7–9]. Почвенный гумус является особым запасом для сельскохозяйственных растений, в нем сосредоточено почти 98% валового азота почв, 30–40% фосфора, 98% серы, 1–2% калия [10]. В гумусе сосредоточено большое количество энергии, среди почвенных типов по энергетическому потенциалу известно, что резко выделяется чернозем.

Запас гумуса, аккумулированный в орошаемых сероземах, играет большую роль в энергетических особенностях почв и почвенного покрова (табл. 1). Из представленных данных видно, что наибольший запас потенциальной энергии приходится на пахотные горизонты орошаемых сероземов.

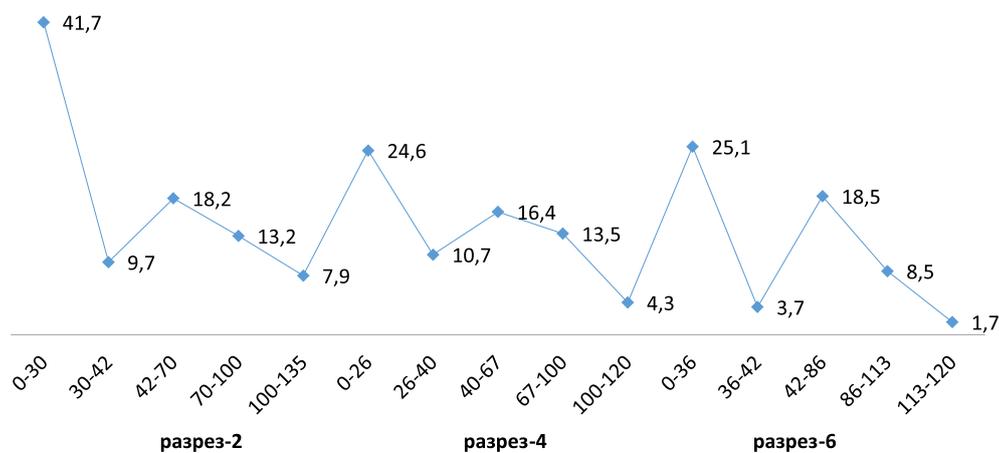
В целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур в орошаемых почвах сероземного типа необходимо усилия направить на повышение содержания гумуса и его энергии. Этого можно достичь многими путями, одним из них является максимальное использование остатков озимых культур, которые по нашему расчету ежегодно остаются на полях озимых культур, постепенно, медленно увеличивается содержание гумуса.

Таблица 1

Энергетический потенциал гумуса орошаемых сероземов

№ разреза	Глубина, см	Содержание гумуса, %	Мощность горизонта, см	Объемная масса, г/см ³	Энергия гумуса, ккал/г
Темные сероземы, орошаемые					
2	0–30	2,10	30	1,28	41,7
	30–42	1,08	12	1,45	9,7
	42–70	0,96	28	1,31	18,2
	70–100	0,61	30	1,39	13,2
	100–135	0,31	35	1,41	7,9
Типичные сероземы, орошаемые					
4	0–26	1,41	26	1,30	24,6
	26–40	1,01	14	1,47	10,7
	40–67	0,86	27	1,37	16,4
	67–100	0,56	33	1,41	13,5
	100–120	0,29	20	1,44	4,3
Светлые сероземы, орошаемые					
6	0–36	1,03	36	1,31	25,1
	36–42	0,81	6	1,48	3,7
	42–86	0,55	44	1,48	18,5
	86–113	0,41	27	1,48	8,5
	113–120	0,31	7	1,49	1,7

ккал/г



Биоэнергетический потенциал гумуса в профиле орошаемых сероземов

Энергетический потенциал гумуса в почвах сверху вниз по профилю падает, что зависит от содержания органического углерода (рисунок).

Рост биоэнергетического потенциала гумуса связана с ростом биомассы в почвах, а количество биомассы зависит от вида растений. Озимые культуры, в том числе пшеница, в Узбекистане способны давать 3–4 т/га соломы, пожнивных и корневых остатков, и они могут при определенных условиях

повышать содержание гумуса и, соответственно, потенциальной энергии почв с почвенного гумуса.

Для этого необходимы запасы соломы или пожнивных остатков, включая корневые остатки в количестве 1,5–3,0 т/га, которые ежегодно обеспечивают увеличение гумуса почв до 500–600 кг/га. Необходимость увеличения гумуса в орошаемых сероземах объясняется их низким содержанием в исследованных почвах.

Таблица 2

Корреляционные связи между содержанием гумуса и его энергии в орошаемых почвах

M_x гумуса	M_y энергии	δ	V	ψ
0,80	–	0,49	61,1	0,83
–	14,89	9,87	68,16	–

Интересная картина наблюдается в изменении потенциальной энергии гумуса в генетических горизонтах (табл. 2), которые очевидно коррелируют с содержанием гумуса.

В орошаемых почвах эта связь практически в два раза сильнее и составляет 0,83, т.е. связь положительная и сильная. Аккумулированная почвенным гумусом энергия поможет количественно определить его энергетическую ценность, через которую определяются темпы аккумуляции гумуса. С уменьшением содержания общего запаса гумуса уменьшается его запас потенциальной энергии и балл бонитета почв. Эту теорию проверили путем расчета корреляционных связей между содержанием гумуса и энергии орошаемых сероземных почв. Из приведенных данных видно, что наибольшей потенциальной энергией обладает гумус в 0–30 см слое орошаемых темных сероземов, где содержится гумуса 2,10% при объемной массе 1,28 г/см³ запас энергии составляет 41,7 ккал/г, а также в горизонте 30–42 см запас потенциальной энергии гумуса при его содержании 1,08% составляет 9,7 ккал/г. Запас потенциальной энергии зависит не только от самого содержания гумуса, а также от его запаса. В целом высокие показатели энергии гумуса в орошаемых почвах приходится на мощность 0–42 см.

Как ожидалось, наименьшее содержание гумуса и его энергии соответствует материнским почвообразующим породам во всех подтипах сероземов. Запас потенциальной энергии гумуса в гумусе почвообразующих пород орошаемых почв колеблется в интервале 1,7–7,9 ккал/г. В связи с изменением содержания гумуса в подтипах целинных, так и орошаемых почв наблюдается снижение запасов потенциальной энергии гумуса и почвы.

Заключение

Орошение существенно отражается на запасе энергии гумуса орошаемых темных, типичных и светлых сероземов. Энер-

гия гумуса под типовым уровнем практически снижается, начиная с темных к светлым сероземам. Эти изменения наблюдаются практически во всех горизонтах почв. Так, например, в 0–30 см горизонте орошаемых темных сероземов запас энергии гумуса составляет 41,7 ккал/г, тогда как этот показатель практически вдвое меньше в других орошаемых сероземах и т.д. Как ожидалось, имеются корреляционные связи между содержанием гумуса и запасом потенциальной энергии. Корреляция между содержаниями гумуса и его потенциальной энергией в орошаемых типичных сероземах положительная и составляет 0,92, т.е. связь тесная.

Список литературы

1. Ферсман А.Е. Избранные труды, Т. IV. Изд-во АН СССР, М., 1963. Т. 1–5.
2. Кузиев Р., Юлдашев Г., Акромов И. Бонитировка почв. Т., 2004. 127 с.
3. Аксенова Ю.В. Оценка энергетического потенциала гумуса длительно орошаемой луговой почвы // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 32–35.
4. Юлдашев Г., Хайдаров М. Энергетический потенциал гумуса сероземов // Вестник Наманганского государственного университета. Наманган. 2019. № 11. С. 62–67.
5. Юлдашев Г., Хайдаров М. Изменение морфологических и агрохимических свойств темных сероземов Чаткальского хребта // Научное обозрение. Биологические науки. 2019. № 3. С. 42–46.
6. Шодиева Н.И. Гумусное состояние и физико-химические свойства гуминовых кислот горных почв Туркестанского хребта // Вестник аграрной науки Узбекистана. Ташкент. 2017. № 3 (69). С. 12–17.
7. Маргынова Н.А. Химия почв: органическое вещество почв. Изд-во ИГУ, 2011. 253 с.
8. Фузелла Т.Ш. Оценка энергетического потенциала гумуса почв Томской области: материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. С. 188–198.
9. Тошкузиев М.М., Шодиева Н.И. Гумусное состояние горных и предгорных почв и вопросы формирования гумусовых веществ // Вестник Киргизского национального университета. 2017. № 2 (43). С. 113–120.
10. Минеев В.Г., Сычев В.Г., Гамзиков Г.П., Шедужен А.Х., Агафонов Е.В., Белоус Н.М., Егоров В.С., Подколзин А.И., Романенков В.А., Торшин С.П., Лапа В.В., Цынагов А.Р., Персикова Т.Ф., Елешев Р.Е., Сапаров А.С. Агрохимия. М., 2017. 853 с.