

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЭРОДИРОВАННОСТИ ЧЕРНОЗЕМОВ ПО ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СТЕПЕНИ ИХ ГУМУСИРОВАННОСТИ

© 2015 г. Б. М. Когут

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
119017, Москва, Пыжевский пер., 7 стр.2
e-mail: kogutb@mail.ru*

Представлен краткий анализ научной литературы по характеристике эродированных почв с позиций их гумусового состояния. Традиционно диагностическими индикаторами уровней эродированности почв, базирующимися на показателях гумусового состояния, являются: 1) уменьшение мощности гумусовых горизонтов эродированных почв, в процентах от таковой незэродированной (эталона); 2) уменьшение запасов гумуса в профиле эродированной почвы, в процентах от таковых незэродированной (эталона). Следует отметить, что выбор “эталона” незэродированной почвы представляет достаточно трудоемкое почвенное обследование, которое проводится в полевых условиях и носит экспертный (субъективный) характер, зависящий в значительной степени от квалификации почвоведа. Показано, что основные недостатки предложенных градаций эродированных почв заключаются в отсутствие подходов по их объективной оценке и рекомендаций по допустимым уровням эродированности почв, основанным на количественном учете степени гумусированности этих почв. Ранее разработаны градации пахотных почв (в том числе черноземов) Российской Федерации по степени гумусированности пахотного слоя, состоящие из четырех классов (меньше минимального содержания гумуса, слабогумусированные, среднегумусированные и сильногумусированные). Рекомендовано эродированные почвы с содержанием гумуса меньше минимального (первый класс по степени гумусированности) подвергнуть дальнейшему разбиению. Предложен способ оценки уровней эродированности черноземов, учитывающий значения минимального и критического содержания гумуса. Дана трактовка понятий минимального по Кёршенсу и критического содержания гумуса согласно Кирюшину и Ганжаре. Разработана шкала градации эродированности почв, которая представлена допустимым, недопустимым и кризисным уровнями. Приведены примеры построения такой шкалы для черноземных почв России и Германии.

Ключевые слова: черноземы, эрозия, гумус, минимальное содержание гумуса, критическое содержание гумуса.

Эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока и ветра с последующим перемещением и переотложением почвенного материала (Сурмач, 1992).

Черноземы, составляющие основной фонд пахотных почв России, в значительной степени подвержены водной и ветровой эрозии. Большие площади черноземов смыты. Местами смыв достигает такой степени, что на поверхность выходят почти лишенные плодородия горизонты породы. На огромных пространствах верхний, наиболее плодородный слой черноземов сносится во время пыльных бурь, и валы из этого слоя высотой до нескольких метров скапливаются у лесных полос (Рожков, 2007).

Проведенное обобщение научной информации показывает, что в целинных черноземах в плакорных условиях при продолжительном их использовании в пашне (~100 лет) содержание гумуса уменьшается в пахотном слое по сравнению с верхним слоем целины не более чем на 20–30% (Титова, Когут, 1991). Однако в эрозионных ландшафтах потери гумуса возрастают, достигая 50% и более (Егоров, Дюрягина, 1972; Кирюшин, Лебедева, 1984). При исследовании гумусового состояния черноземов Центрально-черноземной области установлено, что значительные потери гумуса от водной эрозии наблюдаются только на склонах южной экспозиции, где они достигают 70% от суммарных. Показано, что на склонах западной экспозиции, где эрозионные потери менее выражены, чем на южных, потери гумуса почти в равной степени зависят как от минерализации, так и от переотложения почвенного материала (Наконечная, Явтушенко, 1989). Вместе с тем точных данных о результатах эрозии почвенного покрова при переводе земель из лесных или пастбищных в пахотные, о степени потери и перераспределении гумуса на пахотных почвах в связи с их смывом явно недостаточно (Геннадиев и др., 2010).

Диагностическими индикаторами уровней эродированности почв, базирующимися на показателях гумусового состояния, являются: 1) уменьшение мощности гумусовых горизонтов эродированных почв, в процентах от таковой незэродированной (эталона); 2) уменьшение запасов гумуса в профиле эродированной почвы, в процентах от таковых незэродированной (эталона) (Классификация и диагностика почв СССР, 1977; Рожков, 2007; Шурикова, 1987).

Например, согласно “Классификации почв СССР” (1977) пахотные черноземы мощные и среднемощные всех подтипов с установившейся глубиной вспашки не менее 22 см при первоначальной мощности гумусовых горизонтов более 50 см по степени эродированности подразделяются на:

- слабосмытые – гор. А смыт на 30%, пахотный слой не отличается по цвету от несмытых участков пашни. Мощность подпахотного гумусового слоя уменьшена до 25%, и запас гумуса в нем на 10% меньше по сравнению с таковым неэродированной почвы;

- среднесмытые – гор. А смыт более чем наполовину. Пахотный слой отличается незначительным буроватым оттенком. Отмечается сокращение подпахотного гумусового слоя и запасов гумуса в нем до 50% по сравнению с таковыми неэродированной почвы;

- сильносмытые – смыт полностью гор. А и частично переходной гор. В1. Пахотный слой окрашен в буроватый или бурый цвет и характеризуется сильно выраженной глыбистостью и склонностью образовывать корку. Мощность подпахотного гумусового слоя и запасы гумуса в нем сокращаются до 75% по сравнению с таковыми неэродированной почвы.

Следует отметить, что выбор “эталона” неэродированной почвы проводится в полевых условиях и носит экспертный (субъективный) характер, зависящий в значительной степени от квалификации почвоведов. Причем к выбору “эталона” исследователи подходят неоднозначно (Шурикова, 1987). Одни считают необходимым брать в качестве “эталона” почвенный профиль на склоне под естественной растительностью в сравнимых условиях (Преснякова, 1956; Скородумов, 1955), другие – профиль неэродированной почвы на водоразделе (Заславский, 1962; Наумов, 1955; Сурмач, 1954). Согласно “Общесоюзной инструкции...” (1973) рекомендуется определять эродированность, исходя из обобщенных для каждого природного региона или провинции эталонных значений мощности гумусовых горизонтов почв ненарушенных эрозий, без точного местоположения “эталона” в рельефе.

В “Классификации и диагностике почв России” (2004) выделяются отделы абраземов и агроабраземов. Почвы отделов абраземов и агроабраземов лишены верхних диагностических горизон-

тов естественных почв в результате эрозии, дефляции, механического срезания при планировке полей и др. Специфической особенностью агрообраземов является особый агроабрадированный горизонт, который сформировался в результате трансформации срединного горизонта, а иногда и непосредственно почвообразующей породы. Агроабрадированный горизонт в значительной степени сохраняет окраску исходного материала из-за низкого (около 1–1.5%) содержания гумуса. В качестве исключения для мицелярных и сегрегационных подтипов агрообраземов аккумулятивно-карбонатных допускаются серые тона окраски при содержании гумуса 1.5–2.5%. Эти подтипы являются производными от сильноэродированных черноземов лесостепи и степи, утративших мощный (60–120 см) гумусовый горизонт и сохранивших лишь самую нижнюю, переходную его часть с содержанием гумуса около 2%.

Под влиянием эрозии происходит не чисто механический процесс смыва верхней части почвенного профиля, а меняются и свойства (Преснякова, 1956). В темно-серой лесной почве Тульской области с увеличением эродированности почв меняется содержание и групповой состав гумуса. При этом не удастся дифференцировать неэродированные и слабоэродированные почвы как по морфологии, так и по аналитическим данным (Шурикова, 1987). Кроме того, по авторитетному мнению этого исследователя, проводившего детальные обследования структуры почвенного покрова склонов и водоразделов, “вопрос об “эталоне” остается дискуссионным, так как все предлагаемые методы его отыскания несовершенны” (с. 89).

Таким образом, основные недостатки предложенных градаций эродированных почв заключаются в отсутствие подходов по объективной оценке и рекомендаций по допустимым уровням эродированности почв, основанным на количественном учете степени гумусированности этих почв.

Ранее разработаны градации пахотных почв (в том числе и черноземов) Российской Федерации по степени гумусированности пахотного слоя, состоящие из четырех классов (меньше минимального содержания гумуса, слабогумусированные, среднегумусированные и сильногумусированные) (Когут, 2012).

Первый класс – содержание гумуса меньше минимального – включает почвы, частично утратившие инертную компоненту гумуса в результате эрозионного выноса почвенных частиц, перемешивания гумусового горизонта с нижележащими при вспашке, механического выноса тонкодисперсных частиц при уборке пропашных культур и т.д. Второй – слабогумусированные, третий – среднегумусированные – включает почвы, в той или иной степени утратившие трансформируемое органическое вещество по отношению к его содержанию в целине в результате биологической минерализации. Четвертый – сильногумусированные – включает пахотные почвы, близкие по содержанию гумуса к целинным.

Подразделение черноземов на классы по степени гумусированности было предложено использовать для градаций уровней их выпашанности, причем первый класс был в основном отнесен к эродированным почвам. Например, шкала градаций выпашанности для типичных и выщелоченных черноземов Среднерусской возвышенности по содержанию гумуса (%) выглядит так: тяжелосуглинистые – эродированные – <5 ; сильновыпаханные – 5.0–5.9; средневыхпанные – 5.9–6.9; слабовыхпанные – >6.9 ; среднесуглинистые – эродированные – <4.5 ; сильновыпаханные – 4.5–5.4; средневыхпанные – 5.4–6.3; слабовыхпанные – >6.3 (Когут, 1998).

По нашему мнению, эродированные почвы, с содержанием гумуса меньше минимального (первый класс по степени гумусированности), могут быть подвергнуты дальнейшему разбиению.

В соответствии с Кёршенсом (1992), валовой гумус состоит из инертного, практически не участвующего в процессах превращения, и трансформируемого гумуса. Инертная фракция в основном зависит от условий местообитания, а трансформируемая, которая легко разлагается в почвах, от системы землепользования, в том числе и различных агротехнических приемов. Трансформируемая фракция гумуса является относительно легко возобновляемой, и ее можно восполнять за счет внесения (и/или поступления растительных остатков) органических удобрений. Инертная фракция является трудно восполняемым ресурсом, период ее восстановления в гумусовых горизонтах черноземных почв на основании данных радиоуглеродного датирования органического веще-

ства (Чичагова, Черкинский, 1985) может составлять от нескольких столетий до 2–4 тыс. лет и более.

Содержание инертного гумуса тождественно минимальному, наиболее правильно и точно определяемому при длительном (>20 лет) чистом бессменном паровании почвы. Предложены расчетный (Дьяконова, 1990; Körschens, 1980), эмпирический (Когут, 1996) и экспериментальный (Патент на изобретение ..., 2014) способы определения минимального содержания гумуса.

Для большинства подтипов черноземов наиболее корректно использовать эмпирический и экспериментальный способы. Например, показано (Когут, 1996), что для высоко- и среднегумусированных типичных и выщелоченных пахотных, залежных и даже целинных черноземов Центрально-черноземной области с мощностью аккумулятивно-гумусового горизонта более 70 см минимальное содержание гумуса в пахотном или верхнем слое (0–25 см) в первом приближении равно его содержанию в слое 30–50 см, т.е. в том слое черноземов, занятых растительностью, где как и в пахотном слое при бессменном паровании почвы, происходит минимальное поступление фитомассы. По обобщенным автором данным Афанасьевой (1966), Лаврентьева (1972), Пономаревой, Николаевой (1965), содержание органического углерода в слое 30–50 см пахотных и целинных черноземов Курской области составило в среднем 2.9%, а для типичных черноземов Среднерусской возвышенности для этого же слоя содержание С_{орг} по данным Лебедевой (1992) равнялось 3.0% ($n = 33$). Обе средние величины оказались близки значению минимального содержания гумуса, установленному при бессменном чистом паровании типичного чернозема в условиях трех длительных полевых опытов в Курской области (Когут и др., 2011).

Кирюшин (1987) и Ганжара (1988) ввели понятие критического содержания гумуса, т.е. такое его количество, при котором агрономические свойства, такие как плотность, структурное состояние, физико-механические характеристики приближаются к свойствам почвообразующих пород. Это происходит при содержании гумуса меньше 2% для почв черноземного типа.

Основываясь на значениях минимального и критического содержания гумуса для разных почвенных таксонов, была предложена шкала градации пахотных эродированных почв по степени

гумусированности верхнего слоя почв (Заявка на изобретение ..., 2013). Шкала градации эродированности почв представлена допустимым, недопустимым и кризисным уровнями. Приведем два примера построения такой шкалы для черноземных почв с известными из литературы значениями минимального (Когут, 1996; Кёршенс, 1992) и критического (Кирюшин, 1987) уровней содержания гумуса.

Пример 1. Шкала эродированности типичного чернозема (Курская область, Россия) по степени гумусированности пахотного (0–25 см) слоя:

1. Допустимый уровень эродированности – содержание гумуса $>5.0\text{--}5.5\%$.
2. Недопустимый уровень эродированности – содержание гумуса $5.0\text{--}2.0\%$.
3. Кризисный уровень эродированности – содержание гумуса $<2.0\%$.

Пример 2. Шкала эродированности гаплик чернозема (Бад Лаухштедт, Германия) по степени гумусированности пахотного (0–25 см) слоя:

1. Допустимый уровень эродированности – содержание гумуса $>2.8\text{--}3.1\%$.
2. Недопустимый уровень эродированности – содержание гумуса $2.8\text{--}2.0\%$.
3. Кризисный уровень эродированности – содержание гумуса $<2.0\%$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного критического анализа литературы показано, что основные недостатки предложенных градаций эродированных почв заключаются в отсутствии подходов по их объективной оценке и рекомендаций по допустимым уровням эродированности почв, основанным на количественном учете степени гумусированности этих почв. В предложенном нами способе, не имеющем прямых аналогов в патентных и литературных источниках по градациям уровней эродированности почв в зависимости от степени их гумусированности, используется не абсолютная величина содержания гумуса, а его относительная оценка,

учитывающая значения минимального и критического содержания гумуса в конкретных почвах.

Допустимый уровень эродированности почв по предлагаемому способу примерно соответствует согласно “Классификации и диагностика почв СССР” (1977) незэродированным почвам, недопустимый уровень эродированности почв – слабоэродированным и среднеэродированным почвам, а кризисный уровень эродированности почв – сильноэродированным почвам. Следует отметить, что черноземы, попавшие в различные градации по степени выпаханности, т.е. относящиеся к допустимому уровню эродированности, будут отличаться друг от друга не только валовым содержанием гумуса, но и тем, что особенно важно с позиций ближних резервов почвенного плодородия – величиной трансформируемой, легковозобновляемой части гумуса. Для эродированных черноземов, попавших в недопустимый и кризисный уровень эродированности, характерна потеря инертного гумуса – трудно восстанавливаемого почвенного ресурса. Опубликованные некоторыми авторами (Кузнецов, Абдулханова, 2013; Сухановский, Бахирев, 1998) предложения по допустимым скоростям потерь почвы при эрозии должны, прежде всего, базироваться на оценках уровней эродированности почв по относительной степени их гумусированности.

Благодарность. Исследования проведены при поддержке гранта РНФ № 14-26-00079.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьева Е.А.* Черноземы Среднерусской возвышенности. М.: Наука, 1966. 224 с.
2. *Ганжара Н.Ф.* Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества подзолистых и черноземных почв европейской части СССР. Дис. ... д. б. н. М., 1988. 410 с.
3. *Геннадиев А.Н., Жидкин А.П., Олсон К.Р., Качинский В.Л.* Эрозия и потери органического углерода почв при распашке склонов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2010. № 6. С. 32–38.
4. *Дьяконова К.В.* (составитель) Оценка почв по содержанию и качеству гумуса для производственных моделей почвенного плодородия (рекомендации). М.: Агропромиздат, 1990. 28 с.
5. *Егоров В.П., Дюрягина Н.И.* Сравнительная агрохимическая характеристика целинных и пахотных черноземов Зауралья // Агрохимия. 1972. № 4. С. 66–73.

6. Заславский М.Н. Некоторые вопросы классификации и картографирования эродированных почв // Вопросы эрозии и повышения продуктивности склоновых земель Молдавии. Кишинев, 1962. Т. 2.
7. Заявка на изобретение № 2013113329 от 27.03.2013. Козут Б.М. Способ определения уровня эродированности почв.
8. Кёршенс М. Значение содержания гумуса для плодородия почв и круговорота азота. Посвящается 100-летию со дня рождения профессора, академика И.В. Тюрина // Почвоведение. 1992. № 10. С. 122–131.
9. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв в интенсивном земледелии // Земледелие. 1987. № 5. С. 2–6.
10. Кирюшин В.И., Лебедева И.Н. Изменение содержания гумуса черноземов Сибири и Казахстана под влиянием сельскохозяйственного использования // Докл. ВАСХНИЛ. 1984. № 5. С. 4–7.
11. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
12. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.
13. Козут Б.М. Оценка степени выпаханности черноземов по содержанию гумуса // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. Тез. и докл. Всерос. конф. М.: РАСХН, 1998. С. 47–49.
14. Козут Б.М. Трансформация гумусового состояния черноземов при их сельскохозяйственном использовании. Дис. ... д. с.-х. н. М., 1996. 353 с.
15. Козут Б.М. Оценка содержания гумуса в пахотных почвах России // Почвоведение. 2012. №9. С. 944–952.
16. Козут Б.М., Фрид А.С., Масютенко Н.П., Куваева Ю.В., Романенков В.А., Лазарев В.И., Холодов В.А. Динамика содержания органического углерода в типичном черноземе в условиях длительного полевого опыта // Агрохимия. 2011. №12. С. 37–44.
17. Кузнецов М.С., Абдулханова Д.Р. Допустимые пределы эрозионных потерь почв Центрально-черноземной области европейской территории России // Почвоведение. 2013. № 7. С. 882–889. DOI: 10.7868/S0032180X13050092.
18. Лаврентьев В.В. Мобилизация азота гумуса в черноземных почвах Европейской части СССР. М., 1972. С.142–182.
19. Лебедева И.И. Черноземы Восточной Европы: Автореф. дис. ... д. геогр. н. М., 1992. 48 с.
20. Наконечная М.А., Явтушенко В.Е. Потери гумуса на склоновых почвах ЦЧО // Почвоведение. 1989. №5. С. 19–26.
21. Наумов С.В. К вопросу классификации смытых почв // Почвоведение. 1965. № 5. С. 50–68.
22. Пат. на изобретение № 2519149. Козут Б.М., Семенов В.М., Лукин С.М., Шарков И.Н. Способ определения показателей трансформируемого и инертного органического углерода в почвах. Приоритет изобретения 24.04.2012.

23. Пономарева В.В., Николаева Т.А. Содержание и состав гумуса в черноземах Стрелецкой степи // Тр. Центрально-Черноземного гос. заповедника. 1965. Вып. 8. С. 209–235.
24. Преснякова Г.А. О классификации смытых почв // Почвоведение. 1956. № 10. С. 69–90.
25. Преснякова Г.А. Эрозия почв на Правобережье Оки // Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 1953. Т. 40. С. 240–275.
26. Рожков В.А. Оценка эрозионной опасности почв // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2007. Вып. 59. С. 77–91.
27. Скородумов А.С. Эрозия почв и борьба с ней. Киев: Изд-во АН УССР, 1955. 148 с.
28. Сурмач Г.П. Классификация смытых почв и ее применение при составлении крупномасштабных почвенно-эрозионных карт // Почвоведение. 1954. № 1. С. 71–80.
29. Сурмач Г.П. Рельефообразование, формирование лесостепи, современная эрозия и противоэрозионные мероприятия. Волгоград, 1992. 175 с.
30. Сухановский Ю.П., Бахирев Г.И. Оценка допустимых эрозионных потерь почвы // Докл. РАСХН. 1998. № 1. С. 27–28.
31. Титова Н.А., Когут Б.М. Трансформация органического вещества при сельскохозяйственном использовании почв // Итоги науки и техники (Сер. почвоведение и агрохимия). М.: Изд-во ВИНТИ, 1991. Т. 8. 156 с.
32. Чичагова О.А., Черкинский А.Е. Проблема радиоуглеродного датирования почв // Почвоведение. 1985. №1 1. С. 63–75.
33. Шурикова В.И. Диагностика и классификация эродированных почв // Эродированные почвы и эффективность почвозащитных мероприятий: Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 1987. С. 88–96.
34. Körschens M. Die Abhängigkeit der organischen Bodensubstanz von Standortfaktoren und acker-und planzenbaulichen Massnahmen, ihre Beziehungen zu Bodeneigenschaften und Ertrag sowie Ableitung von ersten Bodenfruchtbarkeitskennziffern für der Gehalt des Bodens an organischer Substanz. Berlin: Akad. Landwirtsch., Wiss. DDR. Dis. B. 1980.

ESTIMATE OF CHERNOZEM ERODIBILITY LEVEL ACCORDING TO THE HUMIFICATION DEGREE

B. M. Kogut

*V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, 119017, Moscow, Pyzhevskii, 7
e-mail: kogutb@mail.ru*

A short review of literature sources is presented to characterize the eroded soils according to their humus content. Traditional diagnostic indicators of the soil erodibility level based upon the humus status are

the following: (1) decrease in the thickness of humus horizons in eroded soils in percentage of that in uneroded soil (standard); (2) decline in the humus storage in the eroded soil profile in percentage of that in uneroded soil (standard). It is worth emphasizing that the choice of the uneroded soil standard is a rather labor-consuming study in field and assumes an expert (subjective) character that is highly dependent on the soil scientist's skill. It is shown that the main shortcomings of the available gradation for eroded soils consist in the absence of approaches to give their objective estimate and recommendations for permissible levels of soil erodibility taking into complete account the humus content in these soils. In the Russian Federation there is a gradation of arable soils (including chernozems) according to the humus content in the plough horizon. It contains four classes (less than the humus minimum, low, moderate and high humus content). In this paper it is recommended to give the gradation of eroded soils with the minimal humus content. The level of chernozem erodibility should be estimated as based upon the minimal and critical humus content. The minimal humus content is interpreted by Kërshens, whereas the critical humus content - by Kiryushin and Ganzhara. A gradation scale of soil erodibility is presented to estimate its permissible, non-permissible and critical levels. It is exemplified by the gradation of chernozem soils in Russia and Germany.

Keywords: chernozems, erosion, humus, minimal humus content, critical humus content.