

УДК 631.4

ГУМУСОВЫЙ ПРОФИЛЬ ЧЕРНОЗЕМОВ: МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

© 2001 г. Д.И. Щеглов

Воронежский государственный университет

Рассмотрены особенности органо профиля черноземов в генетически сопряженных и агрогенных рядах. Дана оценка роли процессов илливирирования в формировании гумусового профиля черноземов.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Известный московский химик, профессор Р. Германн задолго до В.В. Докучаева писал: “В России чернозем – предмет весьма важный..., т.е. служит главным основанием народной деятельности и вместе с тем содействует отличному изобилию земных произведений” [2, стр.132]. Поистине Русский чернозем составляет особый, можно сказать, геопластический феномен. Уникальность чернозема, как природного образования, обусловлена необычностью его гумусового профиля. Интенсивная, почти черная окраска, огромная мощность, большие запасы органического вещества, своеобразие его профильного распределения придают данному типу особое положение среди почв и до сих пор привлекают внимание естествоиспытателей. При этом особо важным является вопрос о формировании органо профиля черноземов, о механизме данного процесса.

По современным представлениям формирование гумусового профиля черноземов происходит за счет разложения мощных корневых систем лугово-степной растительности *in situ* после их отмирания. При этом формируется, по выражению П.С. Коссовича [6], химически стабильный почвенный профиль с большим количеством гумуса. Данная концепция утверждается многими ведущими почвоведом [1, 5, 11, 13, 16] и др. Таким образом, большинство исследователей формирование гумусового профиля черноземов объясняли только или, почти исключительно, за счет разложения мощных корневых систем лугово-степной растительности, не придавая должного внимания или отрицая возможность илливирирования гумуса, перераспределения его с водной миграцией, внутривертикального перемещения за счет педотурбационных процессов и т.д.

Однако накопленный к настоящему времени материал показывает, что во многих случаях объяснить формирование гумусового профиля черноземов, основываясь

однозначно на концепции разложения корней *in situ* и последующего гумусообразования, не принимая во внимание роль других факторов (процессов), довольно трудно. В частности, фракционирование гумусовых веществ с глубиной почвенного профиля; неравномерную пропитку гумусовыми веществами минеральной почвенной массы; резкие изменения величины соотношения между массой углерода корней и массой углерода гумуса в профиле целинных черноземов: от 8 до 100 единиц; затечность нижней границы гумусовой толщи. Таких вопросов, необъяснимых с позиции инситуного гумусообразования, можно поставить достаточно много. Все это свидетельствует о том, что при формировании гумусового профиля черноземов, наряду с основным процессом гумусообразования – т.е. разложением отмерших корневых систем *in situ*, заметную роль видимо играют и другие процессы.

МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для подтверждения высказанного предположения мы в своих исследованиях с позиций современного почвоведения попытались проанализировать и объяснить особенности строения гумусового профиля черноземов на различных таксономических уровнях: типовом, подтиповом, провинциальном и др. Анализ типовых и подтиповых особенностей гумусовых профилей черноземов проводили на примере Окско-Донской и Южно-Русской почвенных провинций. В сопряженный провинциальный ряд черноземов входили: Северо-Украинская, Окско-Донская и Нижнекамская провинции. Кроме того, проводили анализ гумусовых профилей различных подтипов черноземов, сформированных в одинаковых эколого-географических условиях, на примере агрогенных рядов, включающих целину (залежь) - пашню - орошаемую пашню.

ТИПОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГУМУСОВОГО ПРОФИЛЯ ЦЕЛИННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

Статистический анализ большого количества данных показал, что в целом для типа целинных черноземов центра Русской равнины характерны довольно мощный гумусовый профиль (в среднем 80-90 см), а также высокое и очень высокое содержание гумуса [3]. Количество его в верхнем слое составляет в среднем около 9,0%, с варьированием от 7,0 до 12,0% (табл. 1). С глубиной содержание гумуса равномерно снижается до 1,0 и менее процента в слое 110-120 см.

Табл. 1.

Среднее содержание гумуса в черноземах Окско-Донской и Южно-Русской почвенных провинций под естественной растительностью, %

Глубина, см	Количество повторностей, n	Среднее взвешенное по провинции	Граничные значения		Градиент падения гумуса, %/дм
			max	min	
0-5	18	10,7	12,9	8,1	-
5-10	96	8,5	12,1	6,8	2,2
10-20	69	7,2	11,9	5,7	1,3
20-30	92	6,5	9,4	5,4	0,7
30-40	72	5,4	6,7	4,5	1,1
40-50	89	4,7	6,0	3,3	0,7
50-60	71	4,1	5,2	3,0	0,6
60-70	82	3,5	4,8	1,3	0,6
70-80	68	2,9	4,0	1,0	0,6
80-90	82	2,2	3,3	0,7	0,7
90-100	68	1,8	2,6	0,7	0,4
100-110	63	1,2	2,2	0,5	0,6
110-120	54	1,0	2,1	0,5	0,2
120-130	57	0,8	2,1	0,6	0,2
130-140	54	0,8	2,0	0,6	0,0
140-150	56	0,7	1,8	0,5	0,1

Детальный анализ кривой распределения гумуса, которая в целом у черноземов характеризуется равномерно-аккумулятивным типом [14], показывает, что в пределах почвенного профиля тип распределения гумуса неодинаков (рис. 1). В верхней части, примерно до глубины 30-40 см, накопление гумуса идет по регрессивно-аккумулятивному типу, ниже (40-100 см) - по равномерно-аккумулятивному и с глубины 100-110 см вновь по регрессивно-аккумулятивному типу.

Отмеченное различие в характере распределения гумуса в профиле черноземов хорошо иллюстрируется величиной градиента его падения с глубиной, который представляет собой частное от деления разности граничных показателей количественного содержания гумуса на определенном участке профиля к его мощности в дециметрах. Анализируя этот пока-

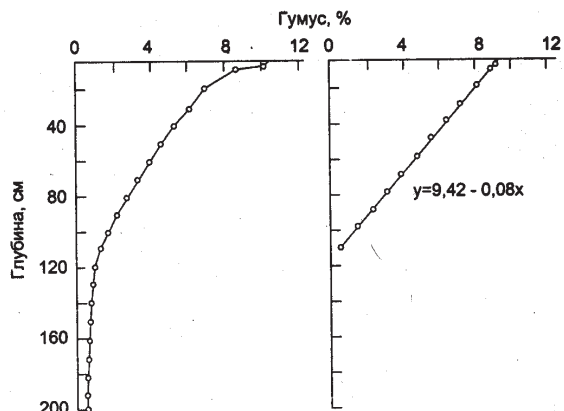


Рис. 1. Профильное распределение, уравнение и линия регрессии гумуса в черноземах Окско-Донской и Южно-Русской почвенных провинций (усредненные данные)

затель, можно отметить, что градиент падения количества гумуса в профиле черноземов неодинаков: в верхней части до глубины 30-40 см его величина максимальна, в результате чего отмечается резкое или даже «скачкообразное» снижение содержания гумуса. Ниже этого слоя величина градиента уменьшается и почти не меняется на всем протяжении гумусовой толщи, что свидетельствует о плавном, как бы размытом, характере снижения здесь количества органического вещества. В подгумусовом горизонте (на границе перехода) величина градиента вновь резко уменьшается и затем стабилизируется, но на значительно более низком уровне по сравнению со средней частью профиля. Отмеченные различия в типах распределения и величинах градиента падения гумуса в пределах профиля черноземов позволяют говорить о неадекватности процессов гумусонакопления в различных частях почвенной толщи.

ГУМУСОВЫЙ ПРОФИЛЬ ЧЕРНОЗЕМОВ ГЕНЕТИЧЕСКИ СОПРЯЖЕННЫХ ПОЧВЕННЫХ ПРОВИНЦИЙ

Сравнительный анализ профильного распределения гумуса в черноземах провинциально-сопряженного ряда: Северо-Украинская - Окско-Донская - Нижнекамская провинций показывает, что содержание гумуса в различных частях профиля не всегда адекватно отражает положение таксона в рассматриваемом ряду (рис. 2). В верхней полуметровой толще максимальным содержанием гумуса характеризуются черноземы Нижнекамья, минимальным - Северо-Украинские. В нижней половине органофилия наибольшее содержание гумуса в рассматриваемом ряду отмечается для черноземов Окско-Донской провинции и наимень-

ГУМУСОВЫЙ ПРОФИЛЬ ЧЕРНОЗЕМОВ: МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

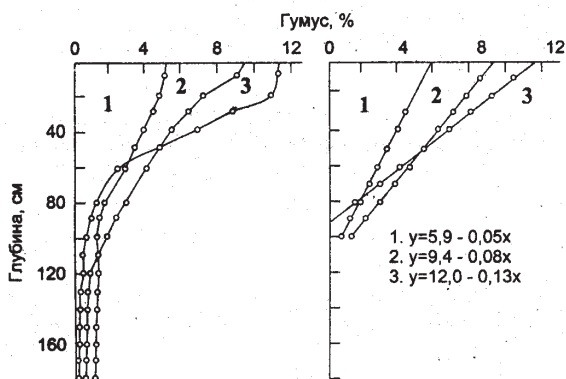


Рис. 2. Профильное распределение, уравнения и линии регрессии гумуса в черноземах различных почвенных провинций. Черноземы почвенных провинций: 1 – Северо-Украинской; 2 – Окско-Донской; 3 – Нижнекамской.

шее - для Заволжья. Черноземы Украины по содержанию гумуса в данной части профиля занимают промежуточное положение. В подгумусовой толще, так же как и в верхней, Окско-Донские черноземы по количеству гумуса сохраняют срединное положение, но, в отличие от последней, максимальным содержанием гумуса характеризуются здесь Северо-Украинские черноземы и минимальным - черноземы Нижнекамской почвенной провинции.

Существенные отличия характеристик гумусовых профилей черноземов рассматриваемых широтно-сопряженных почвенных провинций убедительно свидетельствуют о выраженных провинциальных особенностях их формирования, которые трудно объяснить только инерционным гумусонакоплением. Так, сравнительный анализ изменения запасов гумуса и биомассы корней в рассматриваемом ряду не показывает положительной корреляции между ними, а, напротив, выявляет противоречивость в характере их изменения (табл. 2). Также нельзя объяснить все особенности профильного распределения гумуса в черноземах сопряженных провинций, исходя из предложенной Д.С.Орловым и О.Н.Бирюковой [12] концепции влияния периода биологической активности на гумусное состояние верхних горизонтов почв. Известно, что от Украины к Заволжью нарастает континентальность климата, уменьшается степень увлажнения почвенного профиля, снижается сумма активных температур (табл. 3). И очевидно, что в черноземах Северной Украины складываются наиболее оптимальные условия разложения растительных остатков. Здесь этот процесс идет более интенсивно и затем постепенно замедляется к почвам Заволжья, что и отражается в направленном нарастании содержания гумуса в верхних горизонтах исследуемых почв. Казалось бы, сложивша-

яся специфика и особенности гумусообразования в верхней части органопрофиля почв исследуемого ряда должны в определенной степени сохраняться и для нижележащих горизонтов исследуемой толщи, а линии регрессии, указывающие падение гумуса на единицу глубины, должны бы быть относительно параллельными и отличаться только количественным уровнем.

Табл. 2.

Запасы растительной продукции в экосистемах различных почвенных провинций [15]

Провинция, почва	Количество фитомассы, г/м ²				Общей	Отношение надземной к подземной
	Надземной		Подземной			
	живой	отмершей	живой	отмершей		
Украинская, чернозем обыкновенный	213	163	1675	792	2843	0,15
Средне-Русская, чернозем типичный	190	380	910	1370	2850	0,25
Западно-Сибирская, чернозем обыкновенный	169	407	1554	795	2925	0,24

Однако в действительности (см. рис. 2) линии регрессии имеют резко различные углы наклона и даже пересекаются между собой в пределах профиля. Абсолютные величины коэффициента регрессии (в) возрастают от почв Украины к почвам Заволжья более, чем в 2,5 раза. Это трудно увязать с различиями в распределении корневых систем в профиле почв данного ряда без учета роли процессов иллювирования в формировании их гумусового профиля.

Табл. 3.

Климатические показатели почвенных провинций черноземной зоны Восточно-Европейской фации [9] (усредненные данные по лесостепной и степной зонам)

Провинция	Коэффициент континентальности	Коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова	Сумма температур выше + 10°	Годовая сумма осадков, мм
Украинская	156	0,8	2850	467
Среднерусская	180	0,7	2687	438
Заволжская	196	0,7	2337	387

Вместе с тем, допуская возможность иллювирования гумуса в профиле черноземов наряду с образованием его in situ, легко объяснить все отмеченные провинциальные особенности гумусовых профилей. Становится понятна причина наблюдаемых изменений по содержанию гумуса в различных частях профиля черноземов рассматриваемого ряда. Все это коррелирует с особенностями водного режима данных почв. Так, Окско-Донские черноземы характеризуются бо-

лее глубоким и частым промачиванием второй половины метровой толщи в отличие от черноземов Нижнекамья и отсутствием частого сквозного промачивания по сравнению с черноземами Северной Украины.

ПОДТИПОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ГУМУСОВОГО ПРОФИЛЯ ЦЕЛИННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

Анализ органопроефилей на подтиповом уровне показывает, что на фоне типового равномерно-аккумулятивного типа распределения органического вещества, характерного для черноземов, каждый подтип имеет свои достаточно выраженные особенности и характеризуется свойственным для него статистическим градиентом падения (коэффициент регрессии), который закономерно возрастает от 0,064 в оподзоленных черноземах до 0,083 в обыкновенных (рис. 3). При этом, от обыкновенных черноземов к оподзоленным нарастают различия между эмпирическими данными и теоретическими линиями регрессии распределения гумуса. В обыкновенных черноземах фактическое распределение гумуса достаточно хорошо аппроксимируется теоретической линией регрессии. В типичных черноземах кривая распределения гумуса усложняется и приобретает признаки экспоненты, вследствие чего профильное распределение гумуса приобретает черты регрессивно-аккумулятивного типа.

У северных подтипов черноземов (выщелоченных и оподзоленных) распределение гумуса усложняется и

характеризуется разнотипностью в различных частях органопроефиля. Верхняя часть гумусового профиля у выщелоченных черноземов имеет регрессивно-аккумулятивный тип распределения органического вещества, но в более выраженной форме, чем у типичных черноземов. В то время как нижняя часть характеризуется выраженным равномерно-аккумулятивным типом.

В целом профильное распределение гумуса выщелоченных черноземов приобретает слабозаметные признаки элювиально-иллювиальной дифференциации. В оподзоленных - отмеченные для выщелоченных черноземов признаки нарастают. Так, в верхней части профиля вогнутость кривой распределения гумуса еще больше увеличивается, а в нижней - равномерно-аккумулятивный тип распределения, характерный для выщелоченных черноземов, сменяется регрессивно-аккумулятивным типом. При этом у оподзоленных черноземов наблюдается укороченность верхней половины гумусовой толщи и растянутость нижней. Все это усиливает дифференциацию гумусового профиля оподзоленных черноземов по элювиально-иллювиальному типу.

Отмеченные изменения профильного распределения гумуса в генетически сопряженном ряду различных подтипов черноземов свидетельствует об однонаправленном усилении влияния фактора, обуславливающего перераспределение органического вещества в почвах. Вместе с тем проведенный выше анализ на провинциальном и подзональном уровнях свидетельствует об однозначности изменения их гуму-

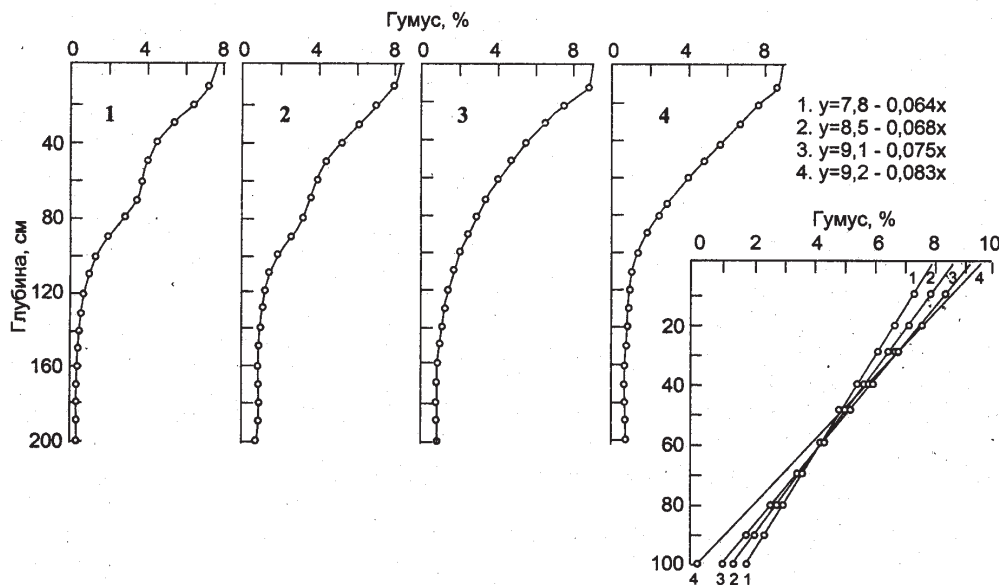


Рис. 3. Профильное распределение, уравнения и линии регрессии гумуса в различных подтипах черноземов ЦЧО. Черноземы: 1 – оподзоленные, 2 – выщелоченные, 3 – типичные, 4 – обыкновенные

совых профилей в рассматриваемых таксонах (снижение коэффициента регрессии с ростом увлажнения) и, следовательно, адекватности факторов, их обуславливающих. Таким фактором, как уже отмечалось, по нашему мнению, является водный режим почв, который обуславливает различную степень иллювирирования органического вещества и подтиповое разнообразие гумусовых профилей черноземов. О наличии и значимой роли внутривидового перераспределения гумуса в черноземах говорили также В.В. Докучаев [4], И.Ф. Леваковский [10], П.А. Костычев [7], С.П. Кравков [8] и др.

Рассматривая возможные изменения интенсивности миграции органического вещества в исследуемом ряду черноземов, мы видим логическую взаимосвязь их с изменением форм гумусовых профилей. Так, с юго-востока на северо-запад однонаправленно нарастает степень гумидности почвенного профиля и, соответственно, увеличивается интенсивность процесса иллювирирования органического вещества. Изменение интенсивности последнего в сочетании с основным инситуальным процессом гумусообразования и обуславливает однонаправленное изменение характера профильного распределения гумуса черноземов от равномерно-аккумулятивного в обыкновенных до элювиально-иллювиально-дифференцированного - в оподзоленных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На фоне типовой общности и единства, гумусовый профиль черноземов характеризуется значительным многообразием видов и форм распределения органического вещества на всех таксономических уровнях. Интегрированным диагностическим показателем гумусовых профилей может быть градиент падения содержания (Р) его с глубиной. У черноземов эта величина варьирует от 0.05 до 0.13 %/дм. На всех таксономических уровнях наблюдается тесная взаимосвязь между величиной Р и степенью увлажнения почв. Рост увлажненности сопровождается снижением данного показателя. Выявленные зависимости изменения гумусовых профилей однозначно проявляются в генетически-сопряженном ряду подтипов. К черноземам оподзоленным снижается градиент падения содержания гумуса от 0.083 до 0.064 %/дм, нарастают различия между эмпирическими данными и теоретическими линиями регрессии, ме-

няется тип кривой профильного распределения органического вещества от равномерно-аккумулятивного, через регрессивно-аккумулятивный до элювиально-иллювиального.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л. Наука. 1980. 287 с.
2. Германн Р.О. Химические исследования о черноземе, находящемся в южных губерниях России // История учения о перегное. М., Л. Изд-во АН СССР. 1940. С. 132-168.
3. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. М. 1986. 243 с.
4. Докучаев В.В. Русский чернозем. Т. 1. М. 1948. 480 с.
5. Кононова М.М. Органическое вещество почв. М. 1963. 314 с.
6. Коссович П.С. Основы учения о почве. Ч. 2. Вып. 1. Спб. 1911. 264 с.
7. Костычев П.А. Почвы черноземной области России. М. 1949. 239 с.
8. Кравков С.П. Биохимия и агрохимия почвенных процессов. Л. Наука. 1978. 291 с.
9. Лебедева И.И. Природные условия черноземной зоны // Черноземы СССР. М. 1974. Т. 1. С. 64-84.
10. Леваковский И.Ф. Некоторые дополнения к исследованию над черноземом // История учений о перегное. М.; Л. Изд-во АН СССР. 1940. С. 333-347.
11. Орлов Д.С. Кинетическая теория гумификации и схема вероятного строения гуминовых кислот // Биол. науки. 1977. № 9. С. 5-16.
12. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н. Гумусное состояние почв как функция их биологической активности // Почвоведение. 1984. № 8 С. 39-49.
13. Пономарева В.В. О генезисе гумусового профиля черноземов // Почвоведение. 1974. № 7. С. 27-38.
14. Розанов Б.Г. Генетическая морфология почв. М. 1975. 293 с.
15. Титлянова А.А., Тихомирова Н.А. Изменение структуры растительного вещества // Агроценозы степной зоны. Новосибирск. 1984. С. 60-65.
16. Тюрин И.В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии: Учение о почвенном гумусе. М.; Л. 1937. 287 с.