

М. С. ГИЛЯРОВ

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГУМУСА, КОРНЕВЫХ СИСТЕМ И ПОЧВЕННЫХ
БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ПОЧВЕ ОРЕХОВЫХ ЛЕСОВ
ФЕРГАНСКОГО ХРЕБТА**

(Представлено академиком В. Н. Сукачевым 5 VIII 1946)

В 1945 г. я изучал почвенную фауну орехово-плодовых лесов в Ферганском хребте (лесхоз Кара-Алма, Джалалабадской обл., высота 1450 м над уровнем моря). В 1944 г. проф. Д. Г. Виленский обратил внимание на то, что мощные, богатые гумусом структурные почвы под этими лесами, трактуемые им как специфические для этой территории почвы буроземного ряда, развивающиеся в предельно ксероморфных для данного ряда условиях, формируются при деятельном участии почвенной фауны, в первую очередь — дождевых червей.

Для решения вопроса о значении почвенной фауны в образовании и режиме этих почв нужно было сопоставить вертикальное распределение по глубинам почвенных животных с мощностью соответствующих генетических горизонтов почвы и содержанием в них гумуса, а также с распределением в них корневых систем.

Исследование проводилось на участке старого орехового (*Juglandetum*) леса, с густым древостоем, с преобладанием в травянистом ярусе под кронами ореха *Impatiens parviflora* и *Geranium*, а между кронами — злаков (*Brachypodium silvaticum* и др.).

Аккумулятивный гумусовый горизонт в этой части леса достигает большой мощности (60—75 см). Под слоем мертвой подстилки (A_0), достигавшей в конце июня толщины около 1 см, лежит темносерый с слегка буроватым оттенком горизонт A_1^* с хорошо выраженной мелкоореховатой структурой, простирающийся до глубины 13 см.

Этот горизонт очень сильно насыщен корнями и пронизан ходами червей и других беспозвоночных. Горизонт A_2 (13—38 см) также темносерый, слегка плотнее, чем A_1 . Орешки структуры несколько крупнее, чем в A_1 . Насыщенность корнями и пронизанность ходами этого слоя меньше. Слой A_3 (38—60 см) светлее, с яснее выраженным буроватым оттенком, с призмовидно-ореховатой структурой. Горизонты A_1 и A_2 среднесуглинистые, A_3 — тяжелосуглинистый.

Горизонт A_4 (до 77—82 см) буровато-серый с комковато-мелкоореховатой структурой, тоже тяжелый. Количество корней и ходов с глубиной заметно снижается. Горизонт B_1 — коричневатобурый со слабо выраженной комковатой структурой. Граница B_1 с почвообразующей породой (C) очень резкая и лежит на глубине 115—130 см.

* В пределах аккумулятивного гумусного горизонта (A) переход между отдельными слоями настолько постепенен, что, может быть, уместно рассматривать весь горизонт A как A_1 (A_1', A_1'', A_1''').

Горизонт С — палевый лессовидный суглинок, в котором встречаются обычные для лесса раковины наземных брюхоногих (*Pira* и др.).

По данным Д. Г. Виленского, содержание гумуса (по Кнопу): в слое 5—10 см — 10,45%, в слое 16—21 см — 7,54%, в слое 35—40 см — 4,27% и на глубине 60 см — 1,94%. Характер распределения гумуса совпадает с распределением в почве корневых систем (табл. 1).

Таблица 1
Количественное распределение
массы корней по горизонтам
(определения Н. А. Панковой методом отмыва
на ситах)

Горизонт	Глубина в см	Объем корней (в см ³) в 1 дм ² почвы	Вес корней в г	
			ореха	травяни- стых ра- стений
A ₁	0—13	4,5	6,1	0,8
A ₂	13—38	6,3	2,5	0,2
A ₃	38—60	3,2	0,3	0,1
A ₄	60—82	1,0	0,5	0,01
B ₁	82—115	1,0	0,2	0,01

В горизонте A₁ сосредоточена основная масса корней, причем не только травянистых, но и корней грецкого ореха. Интересной особенностью корневой системы ореха в Ю. Киргизии является то, что у него в верхнем горизонте почвы развита система питающих корешков, направленных не вниз, как обычно, а вверх. Эти тонкие питающие корешки отходят от более толстых горизонтальных корней и идут к самой поверхности почвы, к подстилке. Их всасывающие белые окончания функционируют в течение влажного весенне-летнего периода (в условиях 1945 г. до начала июля), чернея и отмирая в середине лета, в засушливую пору. Более толстые укрепляющие корни ореха наиболее распространены в слое 30—60 см; до глубины 60—70 см доходят и корневые системы большинства травянистых растений.

Тонкие питающие корни ореха идут и на значительную глубину, давая обильное ветвление в области перехода B₁ в С, но проникая и много глубже (табл. 1).

Вертикальное распределение почвенных животных варьирует в зависимости от сезона. До конца июня, пока почва была насыщена влагой (порядка 90% от полной влагемкости в верхних горизонтах), население почвы концентрировалось в верхней части горизонта A₁, близ самой поверхности почвы. Даже такие геобионты, как дождевые черви (преимущественно р. *Eophila*), многоножки, личинки *Selatosomus lemniscatus* Denis. и т. д., принимали деятельное участие в разложении подстилки. С прекращением периода дождей началась миграция почвенных беспозвоночных в глубь почвы.

Основным фактором, определяющим летнее передвижение беспозвоночных в глубь почвы, является высыхание верхних ее горизонтов, а предельная глубина миграции определяется условиями аэрации. Фитофаги меньше зависят от влажности почвы, так как они могут покрывать дефицит влаги за счет питания сочными корнями растений. Так как в сухом субстрате сапрофагия становится невозможной, зависимость местонахождения от влажности почвы ярче выражена у сапрофагов, особенно у дождевых червей. В 1945 г. почвенные беспозвоночные мигрировали неглубоко; глубже других ушли в почву дождевые черви — камеры с клубками дождевых червей располагались на глубине до 60 см.

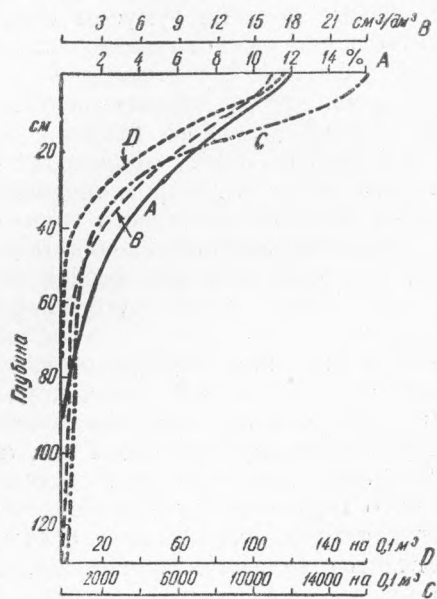
Менее облигатные сапрофаги редко уходили на глубину до 50—60 см, концентрируясь и в сухой период в горизонтах A_1 и A_2 . Таким образом, даже в засушливый период лета наиболее заселенным слоем почвы в орехово-плодовых лесах является гумусовый горизонт (A_1 и A_2), для орехового леса — слои 0—13 и 13—45 см (табл. 2).

Более крупные почвенные беспозвоночные («мезофауна») учитывались методом послойных энтомологических раскопок. Более мелкие формы (клещи, ногохвостки, микрофауна) учитывались методом автоматической вы-

Таблица 2

Вертикальное распределение почвенных беспозвоночных в сухой период вегетационного сезона (июль—август 1945 г.)

Глубина исследованного слоя в см	Число беспозвоночных в слое почвы площадью 1 м ² , толщиной 1 дм	
	мезофауна*	микрофауна**
0—10	110	14 800
10—20	50	11 700
20—30	38	4 100
30—40	8	—
40—50	4	900
50—60	1	1 100
100—110	един.	1 000
150—160	нет	един.



борки в электрорах Берлезе, модифицированных мною применительно к экспедиционным условиям в горной местности с использованием солнечной сушки (1, 3).

Переработка почвенными животными растительных остатков в верхних слоях почвы и в подстилке определяет в значительной мере полноту распада органических остатков и отсутствие уже в середине лета выраженного мертвого опада, а роющая их деятельность, прокладывание ходов, способствует повышению водопроницаемости и аэрации почвы. Наиболее пронизанным ходами слоем является горизонт A_1 , где концентрируется все животное население почвы во влажные периоды и большая его часть в жаркий сухой период лета. Нижние границы гумусового горизонта (A) совпадают с границей ухода в глубь почвы основной массы дождевых червей. Границы горизонта B_1 , пронизанного ходами (хоть и в меньшей степени, чем вышележащие), совпадают с границами единичного проникания червей в особенно сухие годы.

Наличие же ходов в более глубоких слоях по условиям аэрации не может объясняться современной роющей деятельностью червей. Часто эти ходы, как показали специальные наши исследования, являются следами отмерших корней, проточенных после отмирания мелкими членистоногими (клещи, ногохвостки). Последние, благодаря своей ничтожной массе, нуждаются в значительно меньших количествах кислорода, чем более крупные дождевые черви и личинки насекомых, вследствие чего они могут проникать в плохо аэрируемые слои почвы, глубже 150 см. Таким образом, в образовании ходов в верхних горизонтах участвует все животное население почвы (и мезофауна и микрофауна), а в

* 3 учета, площадь проб 10 м²; ** 4 учета по 1 см³ из слоя.

более глубоких, глубже 100—120 см,— лишь микрофауна (клещи, ногохвостки).

Сопоставление вертикального распространения почвенных животных, распределения корневых систем и содержания гумуса в почве позволяет выявить определенные закономерности (см. рисунок).

Наиболее богатые гумусом структурные и пронизанные ходами горизонты почвы орехово-плодовых лесов наиболее богаты и корнями растений, и фауной. В горизонте A_1 сосредоточена основная масса питающих корней ореха, идущих вертикально вверх в подстилку, основная масса корней травяного покрова, он же наиболее заселен и животными. В этом горизонте происходит вовлечение в почву и разложение листового опада, в котором почвенная фауна играет существенную роль. Нижняя граница гумусового горизонта (60—70 см) совпадает с нижней границей распространения основной массы более толстых корней ореха, с нижней границей корней большинства травянистых растений, с границей ухода в глубь почвенных беспозвоночных, с границей хорошо аэрируемых слоев почвы в сухой период года.

Все эти границы взаимно обусловлены⁽²⁾. Накопление гумуса в почве связано с развитием в ней корневых систем растений (и с вовлечением в почву опада), служащих основным источником его образования, и с разрушением, протекающим при активном участии почвенной фауны.

Распределение корневых систем в почве связано с мощностью гумусового горизонта — растение использует соли, выделяющиеся при минерализации органических остатков. Проникновение корней в глубь облегчается ходами в почве, сделанными почвенными животными.

Границы вертикального распространения животных в почве связаны с границами высокого ее насыщения корневыми системами (для фитофагов) и гумусом (для сапрофагов). Таким образом, все звенья динамического комплекса почвы: корневые системы — почвенная фауна (и конечно, микрофлора) — гумус взаимно связаны между собой.

В зоне ореховых лесов гор Ю. Киргизии эта взаимосвязь проявляется особенно четко в период высокого увлажнения в начале лета. Когда лёссовая почва насыщена влагой, в глубоких горизонтах из-за недостатка воздуха невозможна деятельность ни почвенной фауны, ни аэробных микроорганизмов. Поэтому все процессы распада и минерализации опада протекают преимущественно у поверхности почвы, где концентрируется и вся почвенная фауна. С этим связаны, повидимому, и особенности корневой системы ореха, дающего в подстилку вертикальные питающие корни, в условиях плохой аэрации усваивающие питательные вещества из разрушающейся подстилки. По мере подсыхания и улучшения аэрации почвы процессы распада органического вещества, вовлекаемого в почву беспозвоночными, особенно червями, передвигаются в глубь, где продукты их минерализации усваиваются глубже лежащими корнями; нижняя граница основных питающих корней ореха совпадает с границей аэрируемых слоев почвы.

Увеличение численности почвенной фауны, являющейся основным фактором, повышающим аэрацию почвы данного механического состава, способствует углублению гумусового структурного горизонта. Мощность его в ореховых лесах Ферганского хребта, несомненно, связана с обильной заселенностью почвы беспозвоночными и их активными вертикальными миграциями, связанными с континентальностью климата.

Институт эволюционной морфологии
им. А. Н. Северцова

Поступило
13 VII 1946

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. С. Гиляров, Почвоведение, № 4 (1941). ² М. С. Гиляров, там же, № 9—10 (1942). ³ А. Р. Jacot, Science, 76, 299 (1932).