

ПОЧВЕННАЯ МЕЗОФАУНА В ЧЕРНОЗЕМАХ КАМЕННОЙ СТЕПИ

Д. И. Щеглов, А. Ю. Чаплыгин, В. В. Говоров

Воронежский государственный университет

Целью исследований было определение влияния свойств почв и типа биоценоза в целом на видовой состав и биотопическое распределение почвенной мезофауны. Исследования почвенной мезофауны проводились в 2005—2006 г.г. на территории Каменной степи. На основании почвенного обследования на данной территории выявлены черноземные почвы, в которых были отобраны (согласно методике М.С. Гилярова) крупные почвенные беспозвоночные.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Почвы представляют собой устойчивую систему, обладающую высокой буферностью по отношению к изменениям химических и физико-химических параметров даже при существенном воздействии со стороны окружающей среды. Последствия многих воздействий невозможно зафиксировать общепринятыми методами почвенного анализа. Наблюдения за крупными почвенными беспозвоночными (аннелидами, многоножками, личинками жесткокрылых) и их учеты способны дать адекватную картину изменений, происходящих в почвах, так как эти животные находятся в постоянном контакте с почвой, испытывая воздействие всех трех ее фаз (твердая, почвенный раствор, почвенный воздух) [1].

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью работы является исследование влияния свойств почв и типа биоценоза в целом на видовой состав и биотопическое распределение почвенной мезофауны.

В соответствии с целью решались следующие задачи:

- 1) изучение морфогенетических, химических, физико-химических и физических свойств генетически сопряженных почв территории НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева (Каменная степь);
- 2) исследование состава, структуры и биотопического распределения почвенной мезофауны.
- 3) изучение особенностей годовой и сезонной динамики беспозвоночных;
- 4) выявление взаимосвязи между свойствами почв и структурой населения беспозвоночных животных.

Исследования почвенной мезофауны проводились в 2005—2006 гг. на территории научно-иссле-

довательского института сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им В.В. Докучаева (Каменная степь). На основании почвенного обследования на данной территории выявлены как автоморфные, так и почвы различной степени гидроморфности: черноземы обыкновенные, лугово-черноземные, черноземно-луговые и черноземно-влажнoluговые почвы. Исследуемые почвы по морфологическим и морфогенетическим признакам являются характерными представителями как автоморфных [2, 3], так и гидроморфных [4, 5] черноземов.

При исследовании крупных почвенных беспозвоночных изучены следующие таксономические группы: дождевые черви (сем. Lumbricidae), жесткокрылые (отряд Coleoptera).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Из полученных нами данных следует, что по гранулометрическому составу почвы Каменной степи тяжелосуглинистые и легкосуглинистые. Наименьший процент содержания фракций приходится на крупный и средний песок. Далее в лугово-черноземной и черноземно-влажнoluговой почвах в порядке возрастания идут: средняя пыль, мелкая пыль, крупная пыль и ил. В черноземе обыкновенном отмечено высокое содержание мелкого песка (20,5 % в слое 0—5 см), а доминируют крупная пыль и ил. Внутрпрофильное распределение доминирующих фракций характеризуется заметным снижением крупной пыли и нарастанием количества ила вниз по профилю (табл. 1).

Результаты исследования гумусного состояния почв Каменной степи представлены в табл. 2. Наибольшее содержание гумуса в верхнем 10-сантиметровом слое отмечено в лугово-черноземной почве — 8,9%, меньше его в черноземе обыкновенном (7,2%). В черноземно-луговой и черноземно-влажнoluговой почвах содержание гумуса в верхнем 10-сантиметровом слое практически одинаково

Гранулометрический состав почв Каменной степи

Глубина, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)						
	1 – 0,25	0,25 – 0,05	0,05 – 0,01	0,01 – 0,005	0,005 – 0,001	менее 0,001	Σ фракций менее 0,01
Чернозем обыкновенный							
0-10	1,3	20,5	25,2	9,5	13,0	30,6	53,1
10-20	1,0	22,1	26,9	8,8	13,6	27,6	50,0
20-30	0,8	23,2	23,6	10,1	14,4	27,9	52,4
30-40	0,8	22,7	26,5	10,1	14,1	25,8	50,0
40-50	0,8	22,5	24,9	10,3	15,0	26,5	51,8
60-70	0,8	21,8	25,3	11,0	14,8	26,4	52,2
80-90	0,7	19,8	21,8	11,2	14,2	32,3	57,6
100-110	0,7	18,7	20,6	10,9	15,3	33,9	60,0
120-130	0,6	17,9	20,6	11,4	15,2	34,3	60,9
140-150	0,6	17,3	19,9	12,2	16,5	33,5	62,2
Лугово-черноземная почва							
0-10	0,4	0,7	32,8	9,9	20,5	35,7	66,1
10-20	0,4	0,6	28,5	10,8	20,1	38,5	69,4
20-30	0,4	0,5	27,8	11,3	19,3	40,7	71,4
30-40	0,4	1,8	25,1	12,5	19,0	41,0	72,5
40-50	0,5	2,2	24,3	13,2	18,5	41,4	73,1
60-70	0,5	2,6	22,8	14,6	17,2	42,2	74,6
80-90	0,4	0,7	32,8	9,9	20,5	35,7	66,1
100-110	0,4	0,6	28,5	10,8	20,1	38,5	69,4
120-130	0,5	3,1	20,8	14,6	16,4	44,6	75,6
140-150	0,5	2,5	20,7	14,5	16,1	45,5	76,1
Черноземно-луговая почва							
0-10	2,3	30,6	18,0	9,2	11,7	28,2	49,1
10-20	2,6	26,9	15,2	10,6	12,8	31,7	55,1
20-30	2,1	25,7	17,3	8,4	12,3	34,2	54,9
30-40	1,9	24,6	18,1	8,8	13,2	33,5	55,5
40-50	2,1	25,5	16,9	10,5	12,5	32,6	55,6
60-70	2,0	25,0	16,0	9,9	13,2	33,9	57,0
80-90	2,1	26,7	17,1	8,3	12,4	33,5	54,2
100-110	1,8	26,0	18,2	8,8	12,5	32,8	54,1
120-130	1,9	26,1	15,5	9,6	12,4	34,6	56,6
140-150	1,9	27,3	16,9	9,1	12,0	32,7	53,8
Черноземно-влажнoluговая почва							
0-10	0,6	1,8	31,1	12,5	13,9	40,1	66,5
10-20	0,6	1,1	31,3	12,4	14,4	40,2	67,0
20-30	0,5	1,4	30,6	12,6	13,9	41,0	67,5
30-40	0,6	1,2	30,6	13,5	13,8	40,2	67,5
40-50	0,5	1,6	29,9	13,3	14,7	40,1	68,1
60-70	0,5	1,6	29,7	12,3	14,3	41,6	68,2
80-90	0,6	1,1	30,8	12,0	13,8	41,7	67,5
100-110	0,6	1,0	30,2	12,1	14,8	41,4	68,3
120-130	–	–	–	–	–	–	–
140-150	–	–	–	–	–	–	–

Распределение валового гумуса почв Каменной степи

Глубина, см	Чернозем обыкновенный		Лугово-черноземная почва		Черноземно-луговая почва		Черноземно- влажнoluговая почва	
	Валовой гумус, %	Градиент падения содержания гумуса, %	Валовой гумус, %	Градиент падения содержания гумуса, %	Валовой гумус, %	Градиент падения содержания гумуса, %	Валовой гумус, %	Градиент падения содержания гумуса, %
0-10	7,2	–	8,9	–	6,2	–	6,4	–
10-20	7,0	0,2	8,5	0,4	5,1	1,1	5,5	0,9
20-30	5,9	1,1	7,4	1,1	4,7	0,4	4,4	1,1
30-40	5,1	0,8	6,7	0,7	4,0	0,7	4,0	0,4
40-50	4,3	0,8	5,3	1,4	3,3	0,7	3,3	0,7
60-70	3,0	1,3	3,1	2,2	2,5	0,8	1,9	1,4
80-90	2,1	0,9	2,2	0,9	1,9	0,6	1,3	0,6
100-110	1,1	1,0	1,5	0,7	1,0	0,9	0,9	0,4
120-130	0,8	0,3	1,1	0,4	0,9	0,1	–	–
140-150	0,6	0,2	0,7	0,4	0,5	0,4	–	–
0-50	5,9	–	7,4	–	4,7	–	4,7	–

и составляет соответственно 6,2% и 6,4%. Почти во всех исследуемых почвах наиболее высокий градиент падения гумуса наблюдается в слое 20—30 см и на глубине 60—70 см. В целом распределение гумуса в фоновых почвах Каменной степи характеризуется равномерно-аккумулятивным типом.

Как видно из таблицы 3, все исследуемые почвы характеризуются нейтральной или близкой к нейтральной реакцией среды.

Величина гидролитической кислотности минимальна в черноземно-влажнoluговой почве 1,0 мг-экв/100г почвы в слое 0—10 см, максимальна в черноземно-луговой почве — 1,8 мг-экв/100г почвы. В составе обменных катионов преобладает кальций, значительно меньшая доля приходится на ионы магния. В ряду гидроморфных почв заметно нарастает содержание ионов обменного натрия, что, по-видимому, связано с подтягиванием его в почвенный профиль из неглубоко залегающих грунтовых вод.

При анализе полученных данных по составу мезофауны почв Каменной степи выявлены следующие закономерности. За весь период наблюдения наибольшее количество почвенной мезофауны обнаружено в лугово-черноземной почве — 644,5

экз./м². Несколько уступает по данному показателю черноземно-луговая почва — 631,2 экз./м². В черноземе обыкновенном общая численность за период наблюдения составила 418,1 экз./м². В черноземно-влажнoluговой почве уровень грунтовых вод отмечен на глубине 90 см, что приводит к чрезмерному переувлажнению верхнего горизонта. Вследствие этого здесь отмечена наименьшая общая численность почвенной мезофауны — 102 экз./м². Почвенная мезофауна даже в летние месяцы не встречается ниже слоя 5—15 см. Исключением являются дождевые черви вида *Aporrectodea rosea* Sav., которые проникают на глубину 15—25 см (2 экз./м²).

Исследование динамики численности почвенной мезофауны показывает, что максимальное количество почвенных животных наблюдается в конце весны — начале лета, когда в почве складываются наиболее благоприятные гидротермические условия. Так, для черноземно-луговой почвы наибольшее количество почвенной мезофауны отмечено в конце мая, а для чернозема обыкновенного и лугово-черноземной почвы максимальный показатель общей численности почвенной мезофауны наблюдается в конце июня. Минимум почвенного населения отмечается в начале сентября. Исклю-

Физико-химические свойства почв Каменной степи

Глубина, см	рН вытяжки		Na ⁺ , мг-экв/100 г почвы	Ca ²⁺ , мг-экв/100 г почвы	Mg ²⁺ , мг-экв/100 г почвы	H ⁺ , мг-экв/100 г почвы
	водной	солевой				
Чернозем обыкновенный						
0-10	7,1	6,3	0,4	35,2	4,5	1,3
10-20	7,5	6,4	0,4	34,4	4,1	1,0
20-30	7,6	6,7	0,5	32,5	3,9	0,8
30-40	7,7	6,8	0,5	28,2	3,6	0,4
40-50	7,7	7,0	0,6	28,2	3,5	—
60-70	8,1	7,3	0,6	23,2	3,0	—
80-90	8,4	7,4	0,7	19,0	2,7	—
100-110	8,6	7,7	0,7	18,7	2,4	—
120-130	8,6	7,7	0,8	17,8	2,1	—
140-150	8,6	7,6	0,8	16,9	1,8	—
Лугово-черноземная почва						
0-10	7,0	6,0	0,6	34,8	4,7	1,5
10-20	7,1	6,1	0,6	32,7	4,5	1,3
20-30	7,2	6,2	0,7	32,5	4,3	1,0
30-40	7,2	6,2	0,7	31,1	4,1	0,7
40-50	7,3	6,3	0,8	29,6	4,0	0,5
60-70	7,3	6,5	0,7	27,0	3,3	—
80-90	7,6	6,7	0,8	21,3	2,7	—
100-110	8,0	6,8	1,0	20,3	3,3	—
120-130	8,1	6,9	0,8	19,5	2,5	—
140-150	8,3	7,1	0,8	17,8	2,1	—
Черноземно-луговая почва						
0-10	6,9	5,9	0,8	31,2	6,4	1,8
10-20	6,9	5,9	1,0	29,9	6,3	1,4
20-30	7,0	5,9	1,3	31,0	6,1	1,1
30-40	7,1	6,0	1,6	31,1	5,5	0,9
40-50	7,2	6,1	2,5	31,0	4,9	0,4
60-70	7,3	6,2	4,2	30,8	4,2	—
80-90	7,5	6,4	4,5	27,4	4,1	—
100-110	7,6	6,6	5,4	24,2	4,2	—
120-130	8,0	6,9	5,6	21,4	3,0	—
140-150	8,1	7,2	5,7	19,0	2,7	—
Черноземно-влажнoluговая почва						
0-10	6,6	5,6	1,8	33,5	4,5	1,0
10-20	7,0	5,7	1,7	33,0	4,5	0,9
20-30	7,3	6,1	2,5	30,4	4,0	0,5
30-40	7,4	6,2	2,2	29,6	3,8	0,4
40-50	7,4	6,1	2,5	27,0	3,5	0,2
60-70	7,8	6,6	2,1	21,5	3,0	—
80-90	7,9	6,8	1,7	19,0	2,5	—
100-110	8,3	7,1	1,7	18,5	2,2	—
120-130	—	—	—	—	—	—
140-150	—	—	—	—	—	—

чением является лугово-черноземная почва некосимой залежи, где минимум общей численности почвенной мезофауны приходится на конец мая. Такая динамика общей численности объясняется особыми гидротермическими условиями, которые складываются в почве некосимой залежи.

Особо важно отметить влияние степени гидроморфизма и показателя почвенной влажности на видовой состав наиболее значимых семейств мезофауны почв (*Lumbricidae*, *Elateridae*, *Scarabaeidae*) залежных участков Каменной степи. Черноземно-влажнoluговая почва наиболее бедна по видовому составу наиболее значимых семейств почвенной мезофауны. Дождевые черви представлены единственным видом *Aporrectodea rosea* Sav. В данной почве отмечен один вид личинок пластинчатоусых — *Aphodius fossor* L., отмеченный только для данной почвы, что позволяет его отнести к виду-индикатору повышенного увлажнения на территории Каменной степи. Личинки шелкунов представлены типичным для Каменной степи *Agriotes obscurus* L. и личинками вида *Lacon murinus* L. Наиболее богата по видовому составу черноземно-луговая почва. В ней отмечено 5 видов дождевых червей: *Aporrectodea caliginosa caliginosa* Sav., *Ap. rosea* Sav., *Ap. longa* Sav., *Octolasion lacteum* Orley., *Lumbricus rubellus* Hoff. **Население личинок шелкунов черноземно-луговой почвы Каменной степи представлено четырьмя видами:** *Agriotes obscurus* L., *A. gurgistanus* Fald., *Selatosomus latus* L. и *Lacon murinus* L.

Наряду с гидрологическими режимами структура почвенной мезофауны во многом определяется гранулометрическим составом почв. Так, легкоглинистая крупнопылевато-иловатая лугово-черноземная почва отличается бедностью таксономического состава, где отмечены всего 8 семейств: *Lumbricidae*, сем. *Geophilidae*, сем. *Lithobiidae*, сем. *Julidae*, сем. *Scarabaeidae*, сем. *Elateridae*, сем. *Curculionidae*, сем. *Carabidae*. **Еще более бедный таксономический состав** отмечен в черноземно-влажнoluговой почве с аналогичным гранулометрическим составом. С облегчением гранулометрического состава увеличивается количество семейств в составе мезофауны. Так, для тяжелоуглинистой крупнопылевато-иловатого чернозема обыкновенного к вышеперечисленным добавляются семейства *Byrrhidae*, *Silphidae* и отряд *Isopoda*, **но отсутствуют** *Curculionidae* (всего 10 семейств), а в тяжелоуглинистой песчано-иловатой черноземно-луговой почве появляются семейства *Staphylinidae* и *Tenebrionidae* и отряд *Isopoda* (всего 11 семейств). Все это позволяет сделать вывод о том, что на тер-

ритории Каменной степи мокрицы предпочитают тяжелоуглинистые почвы. Кроме того, среди тяжелоуглинистых почв личинки семейств *Byrrhidae* и *Silphidae* тяготеют к почве с доминирующей крупно-пылеватой фракцией, в то время как *Staphylinidae* и *Tenebrionidae* встречаются только в почве с доминированием песчаной фракции в гранулометрическом составе.

Необходимо также отметить влияние гранулометрического состава на видовой состав дождевых червей вышеперечисленных почв. Наиболее богатой по видовому составу дождевых червей является тяжелоуглинистая песчано-иловатая почва, где выявлены такие виды: *Aporrectodea caliginosa caliginosa* Sav., *Ap. rosea* Sav., *Ap. longa* Sav., *Octolasion lacteum* Orley., *Lumbricus rubellus* Hoff. **Причем** вид *Aporrectodea longa* Sav. отмечен только для данной почвы в Каменной степи, что позволяет отнести его к индикаторному виду при доминировании песчаной фракции в гранулометрическом составе почв Каменной степи.

Немаловажное значение на численность и структуру почвенной мезофауны имеет содержание обменного натрия, обуславливающего в той или иной мере солонцеватость почв. Как видно из таблицы 3, среди почв Каменной степи можно отметить почвы с повышенным содержанием ионов обменного Na^+ (черноземно-луговая почва, черноземно-влажнoluговая почва). Личинки шелкунов, населяющие почвы Каменной степи, имеют покровы, через которые они могут непосредственно поглощать воду в виде паров из почвенного воздуха или из почвенного раствора. Несмотря на высокую склеротизацию покровов, они адекватно реагируют на присутствие Na^+ . Происходит не только снижение общего количества личинок шелкунов, но и изменение видового состава сообщества. Для почв с низким содержанием Na^+ характерно значительное преобладание рода *Agriotes* sp. (лугово-черноземная почва и чернозем обыкновенный). В почвах с повышенным содержанием Na^+ появляются такие виды личинок шелкунов, как *Lacon murinus* L. **В почве Хорольской балки, где количество обменного натрия относительно высокое** (1,8—2,5 мг-экв/100 г почвы), отмечено минимальное количество личинок семейства *Elateridae* в сравнении со всеми другими типами почв.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что в гумусовой толще исследуемых почв Каменной степи встречаются 6 видов дождевых червей (сем. *Lumbricidae*), 2 вида личинок

пластинчатоусых (сем. Scarabaeidae), 4 вида личинок щелкунов (сем. Elateridae), 1 вид личинок пилюльщиков (сем. Byrrhidae), 1 вид личинок мертвоедов (сем. Silphidae), 1 вид личинок чернотелок (сем. Tenebrionidae), а также личинки семейств коротконадкрылых жуков (Staphylinidae), долгоносиков (Curculionidae), жужелиц (Carabidae), отряда двукрылых (Diptera), особи мокриц (отряд Isopoda).

2. Таксономический состав почвенной мезофауны наиболее богат в черноземно-луговой почве (отмечено 11 семейств), для которой характерен наиболее оптимальный гидрологический режим.

3. Наибольшее количество почвенной мезофауны за период наблюдения обнаружено в лугово-черноземной почве — 644,5 экз./м². В черноземно-влажнолуговой почве отмечена наименьшая общая численность почвенной мезофауны — 102 экз./м².

4. Максимальное количество почвенных беспозвоночных приходится на слой 0—5 см. Почвенные беспозвоночные концентрируются в 15-ти сантиметровом слое, мезофауна надежно фиксируется до глубины 35 см, Lumbricidae найдены в слое 90—110 см.

5. Обнаружены существенные сезонные колебания численности мезофауны в почвах Каменной степи в 2005—2006 гг. Наибольшая численность почвенной мезофауны фиксируется в конце весны — начале лета, наименьшая численность отмечена в сентябре. Математический анализ данных позволяет говорить о том, что межгодовая динамика мезофауны в почвах Каменной степи в 2005—2006 гг. несущественна.

6. При повышении степени гидроморфности почв Каменной степи, обусловленной уровнем залегания грунтовых вод, происходит увеличение общей численности почвенной мезофауны и увеличение видового разнообразия крупных почвенных беспозвоночных. Однако при избыточном увлажнении почвенного профиля черноземно-влажнолуговой почвы данные показатели снижаются.

7. При облегчении гранулометрического состава с легкогоглинистого до тяжелосуглинистого в почвах увеличивается количество семейств в составе мезофауны. В тоже время на территории

Каменной степи мокрицы предпочитают тяжелосуглинистые почвы. Среди тяжелосуглинистых почв личинки семейств Byrrhidae и Silphidae тяготеют к почве с доминирующей крупно-пылевой фракцией, в то время как, Staphylinidae и Tenebrionidae встречаются только в почве с доминированием песчаной фракции в гранулометрическом составе. Дождевые черви вида *Aporrectodea longa* Sav. отмечены только в тяжелосуглинистой песчано-иловатой почве, что позволяет отнести его к индикаторному виду доминирования песчаной фракции в гранулометрическом составе почв Каменной степи.

8. Количество почвенной мезофауны во многом зависит от содержания обменного натрия, что подтверждается методами статистической обработки данных. Обилие личинок щелкунов обратно пропорционально связано с присутствием обменного Na⁺. Для почв с низким содержанием Na⁺ характерно значительное преобладание рода *Agriotes* sp. При концентрации Na⁺, равной 1,5 мг-экв/100 г почвы происходит не только снижение общего количества личинок щелкунов, но и изменение видового состава сообщества. В почвах с высоким содержанием Na⁺ личинки семейства Elateridae встречаются в основном слое 0—5 см, и никогда в слое 15—25 см, где показатель содержания ионов обменного натрия значительно увеличивается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв / М.С. Гиляров. — М.: Наука, 1965. — 278 с.
2. Ахтырцев А.Б. Лугово-черноземные почвы / А. Б. Ахтырцев, П.Г. Адерихин, Б.П. Ахтырцев. — Воронеж: изд-во ВГУ, 1981. — 176 с.
3. Ахтырцев Б.П. Почвы и их изменение под влиянием лесных полос / Б.П. Ахтырцев // Каменная степь: Лесоаграрные ландшафты. — Воронеж: изд-во ВГУ, 1992. — С. 94—115.
4. Адерихин П.Г. Почвы Воронежской области, их генезис, свойства и краткая агропроизводственная характеристика / П.Г. Адерихин. — Воронеж: ВГУ, 1964. — 264 с.
5. Щеглов Д.И. Черноземы центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов / Д.И. Щеглов. — М.: Наука, 1999. — 214 с.