

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ МЕЗОБИОТЫ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

К.А. Zorkina, O.P. Gorlova

INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZERS AFTEREFFECT ON THE CONDITION OF THE MEZOBIOTA AND SOME SOILS PROPERTIES IN THE CONDITIONS OF KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

Зоркина К.А. – магистрант каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: ks_zork@mail.ru

Горлова О.П. – канд. биол. наук, доц. каф. биологии с экологией и курсом фармакогнозии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск. E-mail: gorlova.o.p@yandex.ru

Zorkina K.A. – Magistrate Student, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: ks_zork@mail.ru

Gorlova O.P. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Biology with Ecology and a Course of Farmacognosy, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, Krasnoyarsk. E-mail: gorlova .o.p@yandex.ru

Антропогенная трансформация почв при сельскохозяйственном использовании меняет их биологическую активность, что отражается на составе и обилии почвенной мезофауны. Цель исследования – выяснить, как меняются биометрические параметры почвенного населения после внесения органических удобрений на основе птичьего помета и опилок. Применение органических отходов деревообработки и птицеводства в качестве органических удобрений позволяет не только улучшить качество почв, но и частично решить проблему утилизации крупнотоннажных отходов производства. Учитывались показатели количественного обилия и биомассы, а также групповая представленность мезофауны почв на фоне изменения сезонных и годовых параметров почв. Исследования, проведенные в Красноярской лесостепи на черноземе выщелоченном, показали, что последствие затухает на третий год после их внесения, что проявляется в выравнивании биометрических показателей мезофауны опытных вариантов и контроля. В период последствия органических удобрений на основе опилок и птичьего помета снижается обеспеченность доступными органическими остатками, что приводит к уменьшению разнообразия, обилия и биомассы почвенных обитателей. Наиболее заметный эффект последствия наблюда-

ется для вариантов с комплексным внесением двойной дозы птичьего помета и опилок. Для этих вариантов выявлены максимальные показатели численности и разнообразия почвенной биоты как в первые годы наблюдения, так и в период последствия внесенных удобрений. Сезонная динамика численности и биомассы мезобиоты на протяжении разных лет наблюдения определяется, в первую очередь, гидротермическими показателями сезона и интенсивностью трансформации органических соединений в почве. Максимальная продолжительность последствия отмечена при внесении опилок в сочетании с мочевиной.

Ключевые слова: мезобиота почв, органические удобрения, последствие удобрений.

Anthropogenous transformation of soils of agricultural use changes their biological activity which is reflected in the structure and abundance of soil mesofauna. The research objective was to find out how biometric parameters of the soil population after introduction of organic fertilizers on the basis of birds' dung and sawdust changed. The application of organic waste of woodworking and poultry farming as organic fertilizers allows not only improving the quality of soils, but also partially solving the problem of utilization of large-capacity production wastes. The indicators of quantitative abundance and biomass, and also group representation

of mesofauna of soils against change of seasonal and year parameters of soils were considered. The researches conducted in Krasnoyarsk forest-steppe on the chernozym livious showed that the after-effect fades after the third year after their introduction which was shown in alignment of biometric indicators of mesofauna of experimental options and control. In the period of after-effect of organic fertilizers on the basis of sawdust and bird's dung security with available fossils leading to the reduction of the variety, abundance and biomass of soil inhabitants decreased. The most noticeable effect of after-effect was observed for options with complex introduction of a double dose of birds' dung and sawdust. For these options the maximum indicators of the number and variety of soil biota both in the first years of supervision, and in the period of an after-effect of the introduced fertilizers were revealed. Seasonal dynamics of the number and biomass of mesobiota for different years of supervision were defined, first of all, by hydrothermal indicators of the season and the intensity of transformation of organic compounds in the soil. The maximum duration of an after-effect was noted at the introduction of sawdust in combination with urea.

Keywords: mesobiota of soils, organic fertilizers, after-effect of fertilizers.

Введение. На современном этапе, в эпоху технического прогресса и развития инновационных технологий, площади антропогенно преобразованных почв приобретают все больший вес в структуре земельного фонда страны. Их исследование и оценка их состояния в свете этого становятся все более значимыми. Интерес к таким почвам, как с точки зрения особенностей их эксплуатации в сельском хозяйстве и промышленности, так и в экологическом аспекте, постоянно возрастает. Использование в сельскохозяйственном производстве удобрений и средств химизации приводит к существенным изменениям почвенных свойств и режимов. Биологическая активность почв отражает активность и динамику процессов трансформации в них органических веществ и напряженность биологического круговорота в целом [7]. Мезобиота, объединяя разнообразную и многочисленную часть почвенного населения, участвует в формировании почвенного плодородия, что во многом определяет биологическую активность

почв [2]. Поэтому ее изучение с целью улучшения экологического состояния и повышения плодородия почв весьма актуально.

Цель исследования: охарактеризовать состояние мезобиоты в условиях последействия органических удобрений.

Задачами исследования являлся анализ количественных характеристик почвенной мезофауны черноземов в третий – четвертый год последействия органических удобрений; характеристика изменений ее группового разнообразия и определение особенностей сезонной и годичной динамики педофауны на фоне различных вариантов внесения удобрений.

Методы исследования. Исследование проводили на черноземе выщелоченном среднемощном, тяжелосуглинистом на желто-бурой глине в учебном хозяйстве Красноярского ГАУ «Миндерлинское» в полевом опыте, заложенном по следующей схеме: 1) К – контроль (без удобрений); 2) ПП – птичий помет 3 т/га; 3) ПП+ОП 1 – помет 3 т/га + опилки 1 т/га; 4) ПП+ОП 2 – помет 6 т/га + опилки 2 т/га; 5) ОП – опилки 3 т/га; 6) ОП+Нм – опилки 3 т/га + мочевины эквивалентно 3т/га ПП; 7) Нм – мочевина эквивалентно 3 т/га ПП. Опыт закладывали осенью 2011 (были внесены опилки и птичий помет) и весной 2012 года (перед посевом пшеницы вносилась мочевина). Опыт заложен в трехкратной повторности, размещение делянок площадью 100 м² рендомезированное [4]. В опыте высевался сорт яровой пшеницы – Новосибирская-15, использовались опилки хвойных пород деревьев. Отбор проб проводился в 2014 (третий год последействия) и 2015 (четвертый год последействия) трижды за сезон (начало июня, середина июля и вторая половина августа). Отбирались пробы почв по вариантам с глубины 0–10, 10–20 и 20–30 см. Анализировали в динамике содержание органического вещества методом Тюрина, рН_{Н2О} – потенциометрически и влажность почвы – весовым методом. Полученные данные использовались для оценки связи почвенных свойств с характеристиками почвенной биоты. Биометрические параметры определяли в лаборатории с использованием бинокля МСБ-10 и аналитических весов CITIZEN CY-64.

Результаты исследования. Важным фактором, влияющим на плодородие, является

почвенная мезофауна. Каждый вид мезобионтов характеризуется определенными требованиями в отношении условий своего обитания. Изменения группового состава могут рассматриваться как индикационный показатель комфортности почвенных условий. Таксономический состав мезофауны рассмотренных почв наиболее обильно представлен классами: *Olygochaeta* (малощетинковые черви), *Insecta* (насекомые), *Arachnida* (паукообразные) и другими [8, 9]. Среди них выявлены представители, относящиеся к 14 таксонам в 2014 г. и 12 таксонам в 2015 г. на уровне отряда или семейства. Анализируя групповой состав мезобиоты по вариантам опыта, можно отметить, что наибольшее разнообразие мезофауны отмечено в контрольном варианте и вариантах с пометом и опилками в разных дозах. В последний год наблюдения наибольшим числом групп характеризуются контрольный вариант и варианты с внесением ОП+Nm и Nm. В них отмечены соответственно 10, 11 и 10 таксономических групп, среди которых преобладают энхитреиды, жужелицы, стафилины, двукрылые, щелкуны, муравьи, пауки и другие. Это говорит о том, что сочетание помета и мочевины формирует благоприятные условия для развития различных представителей почвенной биоты.

Варианты с внесением ПП, ПП+ОП 1 и ПП+ОП 2 (см. схему опыта) по качественному составу достоверно не отличаются от контроля, хотя разнообразие представителей мезофауны здесь меньше на 1–3 единицы. При этом по общей численности они не уступают контролю. Видимо, в этих вариантах отмечаются недостаточно благоприятные условия для развития ряда групп мезобионтов, чувствительных к высокой концентрации органического удобрения (помет) и подщелачивания среды (рН 8,3–8,4). В варианте 5 – с опилками (ОП) было выявлено минимальное таксономическое разнообразие: 6 групп педофауны на третий год последствия удобрений и 5 групп – на четвертый. В основном здесь отмечены представители отр. *Aranei*, сем. *Enchytraeidae*, *Staphylinidae*, *Elateridae*. Эти группы менее чувствительны к

неблагоприятному химическому составу опилок хвойных пород деревьев (эфирные масла, смолы, алкалоиды, фенол, толуол, дубильные вещества и другие). В целом создается специфическая среда обитания. Например, в 2015 г. этот вариант имел минимальную среди исследованных почв влажность (17,8 %) и наименее щелочную реакцию почвенной среды (рН 7,8).

В 2015 г. разнообразие групп и их встречаемость значительно снижаются. Это уменьшение разнообразия почвенной мезобиоты объясняется как сроком последствия удобрений, проявляющегося снижением содержания органического вещества почв от 7,5 % в 2014 до 5,2 % в 2015 г., так и неравнозначностью климатических условий среды (уменьшение осадков в 2015 г.), что отразилось на влажности почвы.

Анализируя общую численность почвенной мезобиоты на рассмотренных пробных площадях на третий и четвертый год последствия удобрений, можно отметить, что в целом на третьем году последствия количество почвенных обитателей было выше, что особенно явно заметно в июньский срок отбора (табл. 1). Надо отметить, что тенденция к снижению общего обилия мезобиоты наблюдается в почвах всех вариантов на протяжении всего периода наблюдений. Это может быть связано, по нашему мнению, с уменьшением запасов доступных органических остатков.

Так, на третий год последствия максимум обилия отмечен в начале лета – в июне, чему способствовало большее количество осадков в этом месяце (50 мм в 2014 г. по сравнению с 33 мм в 2015 г.). Кроме того, в этот период сохранилось последствие внесенных в 2011 г. органических удобрений, что определило, в значительной мере, обилие мезобиоты в почвах. Сезонная динамика почвенного населения в этот год имеет типичную структуру. Наблюдается снижение численности почв в середине лета, когда многие почвенные обитатели из-за жары и снижения влажности переходят в состояние временного анабиоза. В весенне-осенний период отмечается повышение общего обилия мезофауны почв.

Таблица 1

Динамика общей численности мезофауны, экз/м²

Вариант опыта	Численность					
	2014 г.			2015 г.		
	Июнь	Июль	Август	Июнь	Июль	Август
1. К	1488±637,4	184±56,5	652±73,5	234±97,3	464±208,0	843±84,6
2. ПП	592±253,7	144±34,0	128±28,3	80±20,7	224±80,0	704±69,7
3. ПП+ОП1	706±155,5	389±80,6	432±90,5	86±38,6	181±42,3	453±214,8
4. ПП+ОП 2	1624±11,3	312±56,5	549±113,1	63±25,3	288±84,6	523±126,9
5. ОП	168±56,5	80±22,6	296±67,8	117±24,4	293±56,1	496±121,7
6. ОП +Nm	544±90,5	326±36,7	528±45,2	68±18,4	336±69,7	676±75,6
7. Nm	1266±651,9	192±90,5	520±45,2	107±25,6	277±40,2	373±136,0

Для четвертого года последствия максимальная численность мезобионтов была отмечена в августовский срок отбора. Однако традиционно отмечаемого многими авторами [1, 3] июньского пика численности не наблюдалось. Наоборот, количество мезобиоты в июньский срок наблюдения было достоверно ниже, чем в июле и августе. Такая динамика численности закономерно обусловлена чрезмерно низким поступлением осадков в мае-июне и накоплением свежего органического опада в почве к августу. В третий год последствия эффект

проявления влияния удобрений сохранялся только для варианта с двойной дозой внесения совместно помета и опилок, тогда как в год внесения и первый год последствия стимулирующее влияние органики на почвенную биоту было достоверным в большинстве рассмотренных вариантов [5, 6]. При анализе биомассы почвенной биоты (табл. 2) можно отметить схожую тенденцию снижения рассматриваемого показателя в четвертом году последствия удобрений по сравнению с третьим.

Таблица 2

Биомасса мезобионтов, г/м²

Вариант опыта	Биомасса					
	2014 г.			2015 г.		
	Июнь	Июль	Август	Июнь	Июль	Август
1. К	0,44±0,42	0,059±0,01	2,0±0,91	0,31±0,20	0,54±0,23	0,68±0,62
2. ПП	0,35±0,21	0,44±0,42	0,73±0,31	0,04±0,06	0,17±0,13	0,47±0,51
3. ПП+ОП 1	0,25±0,04	0,58±0,21	1,26±0,58	0,36±0,49	0,28±0,26	0,16±0,11
4. ПП+ОП 2	0,15±0,03	0,50±0,33	1,96±0,16	0,11±0,10	0,12±0,08	0,43±0,53
5. ОП	0,27±0,19	0,16±0,04	0,26±0,05	0,26±0,29	0,08±0,02	0,12±0,07
6. ОП +Nm	1,20±0,82	0,36±0,20	3,15±1,46	1,20±0,32	0,82±1,19	1,30±0,74
7. Nm	0,31±0,22	1,66±0,22	1,24±0,16	0,42±0,39	0,08±0,01	0,08±0,03

Особенно заметна эта особенность для вариантов 6 и 7, где были внесены, соответственно, опилки с мочевиной и мочевина. Сезонная динамика биомассы в большинстве случаев адекватна динамике численности. По этому показателю для третьего года последствия в июльский срок наблюдения отмечается увеличение биомассы почвенных обитателей на опытных вариантах, по сравнению с контрольным.

Для варианта с опилками и мочевиной (6) достоверно выше биомасса и в августе, хотя в остальных вариантах осенний пик этого параметра не превышает контроль. Обращает на себя внимание, что в четвертый год последствия удобрений биомасса мезобиоты для разных вариантов относительно выравнивается, кроме варианта с мочевиной и опилками (Nm+ОП), где выявлены наибольшие показатели.

ли этого параметра по всем срокам наблюдения. Это может свидетельствовать о том, что в почве данного варианта еще сохраняются оптимизирующие воздействия опилок и мочевины, возможно за счет снижения плотности и сохранения запаса доступной органики, которая в остальных вариантах расходуется быстрее из-за иного состава.

Анализ зависимости общего обилия мезобиоты от влажности, кислотности и содержания гумуса почв рассмотренных вариантов показал (табл. 3), что не все рассмотренные параметры почв оказывают значимое влияние на численность и биомассу почвенной мезофауны.

Таблица 3

Корреляция численности и биомассы мезобиоты с некоторыми свойствами почв 2014 г.

Год	Свойства почвы	Численность, экз/м ²			Биомасса, г/м ²		
		Июнь	Июль	Август	Июнь	Июль	Август
2014	pH	0,342	0,244	0,435	-0,772	0,298	0,636
	Гумус, %	0,592	0,147	0,670	-0,099	0,045	0,428
2015	pH	0,411	0,768	0,655	-0,836	-0,840	-0,647
	Гумус, %	0,329	0,835	0,424	0,403	0,524	0,617
	Влажность, %	-0,106	0,331	0,649	0,557	0,137	0,167

На третий год последствия удобрений численность мезобионтов имеет значимую положительную корреляцию с содержанием гумуса в почве. Причем, значимость связи неодинакова в разные сроки наблюдения. Значимая корреляция биомассы и гумуса в этот год не выявлена.

В четвертый год последствия была отмечена положительная корреляция численности (0,76–0,65) и отрицательная корреляция биомассы (0,84–0,65) мезобиоты с реакцией почвенного раствора. Органическое вещество оказывало значимое положительное влияние на численность мезобиоты в июле, а на биомассу – в июле и августе. Влажность была неоднозначно связана с показателями численности и величины биомассы: на численность она оказывает значимое положительное воздействие в августе, а на биомассу – отрицательное в июне. В остальные периоды наблюдений рассмотренные параметры почв не оказывают значимого влияния на почвенную биоту, о чем свидетельствуют коэффициенты корреляции ниже 0,5.

Выводы

1. Численность, биомасса и таксономическое разнообразие почвенной мезофауны снижается в третьем году последствия удобрений по сравнению с предыдущим, что обусловлено за-

туханием стимулирующего воздействия органических удобрений, внесенных ранее.

2. Сезонная динамика численности и биомассы мезобиоты определяется, в первую очередь, гидротермическими показателями сезона и интенсивностью трансформации органических соединений в почве.

3. Показано отсутствие стимулирующего воздействия внесенных органических удобрений на третий год последствия.

4. Наиболее продолжительно эффект последствия проявлялся в четвертом варианте опыта с двойной дозой совместно внесенных помета и опилок.

5. Биомасса мезобионтов в почвах разных вариантов в последний год наблюдений выравнивается. Достоверное превышение биомассы педобиоты в варианте с мочевиной и опилками свидетельствует о том, что в почве данного варианта еще сохраняется оптимизирующее последствие внесенных удобрений.

6. Взаимосвязь почвенного населения с рассмотренными факторами среды не однозначна. Для ряда сроков выявлена значимая положительная корреляция численности и биомассы мезобионтов с содержанием гумуса и влажностью.

Литература

1. Безкоровайная И.Н. Биологическая диагностика и индикация почв. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2001. – С. 40.
2. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – 3-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – С. 445.
3. Мордкович В.Г. Особенности зообиоты почв Сибири // Почвоведение. – 1995. – № 7. – С. 840–849.
4. Петрова Е.В., Ульянова О.А. Минерализация удобрительных композиций в черноземе выщелоченном Красноярской лесостепи // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. – Вып. 17. В 2 т. Т. 1 / отв. ред. В.В. Анюшин. – Абакан: Изд-во Хакасского гос. ун-та им. Н.Ф. Катанова, 2013. – С. 97–98.
5. Горлова О.П. Сообщества мезофауны черноземов выщелоченных Красноярской лесостепи при использовании органических удобрений на основе отходов деревообрабатывающей промышленности и птицеводства // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2014. – Кн. 2. – С. 72–73.
6. Самохина Н.А. Состав мезофауны почв сельскохозяйственного назначения на примере учебного хозяйства «Миндерлинское» // Экологические альтернативы в сельском и лесном хозяйстве: сб. науч. ст. аспирантов и магистрантов. – Вып. 3. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2013. – С. 54–59.
7. Зоркина К.А. Мезобиота в агрогенных черноземах при внесении удобрений // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. Вып. 19. В 2 т. Т. 2 / отв. ред. В.В. Анюшин. – Абакан: Изд-во Хакасского гос. ун-та им. Н.Ф. Катанова, 2015. – С. 155–156.
8. Плавильщиков Н.Н. Определитель насекомых: краткий определитель наиболее распространенных насекомых европейской части России. – М.: Топикал, 1994. – 544 с.
9. Якобсон Г.Г. Определитель жуков. – М.; Л.: Государственное издательство сельскохозяйственной и колхозной литературы, 1993. – С. 472.

Literatura

1. Bezkorovajnaja I.N. Biologicheskaja diagnostika i indikacija pochv. – Krasnojarsk: Izd-vo KrasGAU, 2001. – S. 40.
2. Zvjagincev D.G., Bab'eva I.P., Zenova G.M. Biologija pochv. – 3-e izd. – M.: Izd-vo MGU, 2005. – S. 445.
3. Mordkovich V.G. Osobennosti zoobioty pochv Sibiri // Pochvovedenie. – 1995. – № 7. – S. 840–849.
4. Petrova E.V., Ul'janova O.A. Mineralizacija udobritel'nyh kompozicij v chernozeme vyshhelochennom Krasnojarskoj lesostepi // Jekologija Juzhnoj Sibiri i sopredel'nyh territorij. – Vyp. 17. V 2 t. T. 1 / отв. red. V.V. Anjushin. – Abakan: Izd-vo Hakasskogo gos. un-ta im. N.F. Katanova, 2013. – S. 97–98.
5. Gorlova O.P. Soobshhestva mezofauny chernozemov vyshhelochennyh Krasnojarskoj lesostepi pri ispol'zovanii organicheskikh udobrenij na osnove othodov derevoobrabatyvajushhej promyshlennosti i pticevodstva // Agrarnaja nauka – sel'skomu hozjajstvu: sb. st. IH Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2014. – Kn. 2. – S. 72–73.
6. Samohina N.A. Sostav mezofauny pochv sel'skohozjajstvennogo naznachenija na primere uchebnogo hozjajstva «Minderlinskoe» // Jekologicheskie al'ternativy v sel'skom i lesnom hozjajstve: sb. nauch. st. aspirantov i magistrantov. – Vyp. 3. – Krasnojarsk: Izd-vo KrasGAU, 2013. – S. 54–59.
7. Zorkina K.A. Mezobiota v agrogennyh chernozemah pri vnesenii udobrenij // Jekologija Juzhnoj Sibiri i sopredel'nyh territorij. Vypusk 19. V 2 t. T. 2 / отв. red. V.V. Anjushin. – Abakan: Izd-vo Hakasskogo gos. un-ta im. N.F. Katanova, 2015. – S. 155–156.
8. Plavil'shnikov N.N. Opredelitel' nasekomyh: kratkij opredelitel' naibolee rasprostranennyh nasekomyh evropejskoj chasti Rossii. – M.: Topikal, 1994. – 544 s.
9. Jakobson G.G. Opredelitel' zhukov. – M.; L.: Gosudarstvennoe izdatel'stvo sel'skohozjajstvennoj i kolhoznoj literatury, 1993. – S. 472.