

АГРОХИМИЯ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

УДК 633.8:631.452

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЦЕНОЗОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

© 2021 г. Г. Е. Мерзлая*

*Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова,
ул. Прянишникова, 31 а, Москва, 127550 Россия*

**e-mail: lab.organic@mail.ru*

Поступила в редакцию 03.03.2020 г.

После доработки 30.06.2020 г.

Принята к публикации 02.07.2020 г.

В длительном полевом опыте, проведенном в западной части нечерноземной зоны России (Смоленская область), на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве – Albic Glossic Retisol (Loamic) – при сравнительном изучении действия органических и минеральных удобрений в различных дозах и сочетаниях выявлена их эффективность во всех исследуемых вариантах, кроме одностороннего внесения фосфорных удобрений. Установлено, что органо-минеральная система – N90P90K90 + навоз 9 т/га – в действии обеспечивала бездефицитный баланс гумуса в почве и устойчивую продуктивность севооборота (в среднем за 30 лет) на уровне 3.79 т/га кормовых единиц, или на 37% выше контроля без удобрений. Минеральная система удобрения – N90P90K90 – к концу четвертой ротации севооборота по продуктивности не уступала органо-минеральной системе, однако уменьшала содержание гумуса в почве и pH_{KCl} . Органическая система с ежегодной дозой навоза 9 т/га занимала среднее положение по продуктивности севооборота, обеспечивая сбор кормовых единиц 3.41 т/га, а также по воспроизводству почвенного плодородия. В последствии достоверные прибавки урожайности культур севооборота достигнуты только в вариантах органической и органо-минеральной систем удобрений, то есть при насыщении их органическим веществом за счет подстилочного навоза. Почва в вариантах этих систем удобрения характеризовалась высокими значениями общей численности микроорганизмов.

Ключевые слова: длительный полевой опыт, органические и минеральные удобрения, агрохимические свойства почвы, микробиологическая активность, устойчивость агроценозов

DOI: 10.31857/S0032180X21030126

ВВЕДЕНИЕ

В решении проблемы продовольственной безопасности страны приоритетное значение имеет стабильность агропроизводства, тесно связанная с воспроизводством плодородия почв, что в свою очередь обеспечивается применением рациональных систем удобрения. Важно учитывать, что высокая эффективность органических и минеральных удобрений достигается при их комплексном, совместном применении и оптимизации доз внесения, на что, в частности, указывал Д.Н. Прянишников. Он писал, что “если при интенсивной культуре и стремлении получать максимальные урожаи хотят дать очень сильное удобрение, то (должны применять) одновременно и навоз, и минеральные удобрения, чтобы избежать слишком большой концентрации солей весной и в то же время дать достаточный запас питания на вторую половину лета”. Он также отмечал, что “согласованное использование ... минеральных удобрений ... и навоза для увеличения их кругово-

рота позволяет наилучшим образом обеспечить неуклонный рост урожаев и прогрессивное повышение плодородия почв. При оценке навозного удобрения нельзя забывать о том, что навоз не только повышает урожай культуры, под которую он вносится, но и оказывает длительное последствие, особенно при систематическом применении его в севообороте” [10, с. 251].

В настоящее время о положительной роли органического вещества навоза, птичьего помета и других удобрений органогенного происхождения, а также о значимости комплексного применения органических и минеральных удобрений в воспроизводстве плодородия почв и повышении продуктивности возделываемых культур свидетельствует многолетний отечественный и зарубежный опыт [3–6, 8, 11, 12].

При разработке проектов применения удобрений особое внимание должно быть уделено научному обоснованию их действия и последствий в системе почва–растение с учетом экологических

Таблица 1. Продуктивность севооборота по ротациям в зависимости от действия органических и минеральных удобрений

Вариант опыта	Ротация				В среднем за 4 ротации, ц к. ед./га	Прибавка	
	первая	вторая	третья	четвертая		ц к. ед./га	%
1. Контроль	33.67	26.55	29.28	21.60	27.64	—	—
2. N90	37.58	31.33	33.10	29.50	32.88	5.24	19.0
3. P90	34.35	30.95	29.2	23.00	29.6	1.96	7.1
4. K90	41.04	43.03	36.97	29.50	37.84	10.2	36.9
5. N90P90K90	40.35	45.48	41.37	32.60	39.95	12.31	44.5
6. Навоз 9 т/га	37.27	34.35	36.13	28.80	34.14	6.5	23.5
7. N30P30K30 + навоз 3 т/га	39.66	38.38	40.15	25.70	35.97	8.33	30.1
8. N60P60K60 + навоз 6 т/га	39.91	42.7	40.03	31.30	38.49	10.85	39.3
9. N90P90K90 + навоз 9 т/га	40.11	46.52	32.52	32.40	37.89	10.25	37.1
10. N120P120K120 + навоз 12 т/га	40.34	45.25	29.48	33.80	37.22	9.58	34.7
11. N150P150K150 + навоз 15 т/га	39.03	44.92	28.88	35.30	37.03	9.39	34.0
НСР ₀₅	3.2	11.8	8.9	6.2	5.2		

рисков. В “Международном кодексе поведения в области устойчивого использования удобрений и управления ими”, одобренном Конференцией ФАО (Рим, 22–29 июня 2019 г.), указывается на необходимость “установить научно обоснованные предельно допустимые уровни внесения питательных веществ в виде удобрений, в том числе неорганических и органических удобрений, отходов животноводства и органических остатков во избежание нанесения вреда окружающей среде, а также здоровью людей, животных и почв” [9, с. 222]. При этом следует указать на ограниченность данных по обоснованию действия и последствия различия сочетаний и доз органических и минеральных удобрений при длительном применении в севооборотах в различных почвенно-климатических условиях.

С учетом изложенного в настоящей работе приводятся результаты исследований по изучению эффективности различных систем удобрения, в том числе с использованием подстильного навоза крупного рогатого скота и азотных, фосфорных и калийных минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях длительного полевого опыта ФГБНУ “ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова”. Особое внимание уделено исследованию устойчивости продуктивности агроценозов при многолетнем применении подстильного навоза и минеральных удобрений в широком диапазоне их доз и сочетаний.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в длительном поле-вом опыте, заложенном в 1978 г. в поселке Олыша

Смоленской области, который значится под номером 5 в Реестре аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими средствами химизации. Координаты полевого опыта: 54°48' с. ш., 31°53' в. д. Схема опыта – сокращенная факториальная, представленная выборкой 1/27 (6 × 6 × 6 × 6). Изучали 4 фактора: навоз, азотные, фосфорные, калийные минеральные удобрения в шести дозах – 0, 1, 2, 3, 4, 5. Всего в опыте 48 вариантов. Анализ действия и последствия удобрений в статье проведен в 11-ти контрастных вариантах (табл. 1). Исследования выполняли в соответствии с Программой и методикой исследований в Географической сети опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии (1990).

В представленном поле-вом опыте прошло 5 ротаций севооборота. Чередование культур в первой ротации севооборота (1979–1989 гг.): картофель – ячмень – озимая рожь – горохоовсяная смесь – озимая пшеница – ячмень – многолетние травы первого и второго годов пользования – озимая рожь – овес; во второй ротации (1990–1995 гг.) и в третьей ротации (1996–2001 гг.): картофель – ячмень – многолетние травы первого и второго годов пользования – озимая пшеница – овес; в четвертой ротации (2002–2008 гг.) и пятой ротации (2009–2015 гг.) при последствии удобрений: однолетние травы (овес на зеленый корм) – озимая рожь – ячмень – многолетние травы первого и второго годов пользования – яровая пшеница – овес. Насыщенность севооборота зерновыми культурами составляла в среднем – 53%; многолетними травами – 27%.

Навоз вносили в первой ротации севооборота под картофель и озимую пшеницу, во второй и

третьей – под картофель, в четвертой ротации – под озимую рожь. Навоз подстилочный, поступал с местной фермы крупного рогатого скота влажностью 70%. В расчете на натуральную влажность навоз содержал в среднем 0.46% общего азота, 0.21% P_2O_5 и 0.66% K_2O . Содержание органического вещества составляло 59%, отношение C : N равно 19. Валовое содержание тяжелых металлов в навозе невысокое: Cd – 0.1, Cr – 1, Ni – 1, Cu – 0.6, Zn – 7 мг/кг сухой массы. Единичная ежегодная доза навоза составляла округленно 3 т/га, единичные дозы азота, фосфора и калия составляли по 30 кг д. в. на 1 га. Повторность в опыте трехкратная. Площадь делянки – 112 м² (7 × 16 м), учетная площадь делянки – 48 м² (4 × 12 м).

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая окультуренная – Albic Glossic Retisol (Loamic), перед закладкой опыта характеризовалась следующими агрохимическими показателями: рН_{KCl} 5.5, содержание гумуса (по Тюрину) 1.3–1.5%, подвижного фосфора (P_2O_5) по Кирсанову и калия (K_2O) соответственно 110–209 и 115–146 мг/кг почвы.

Учет урожайности в годы полевого опыта проводили сплошным методом, массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 10842-89, натуру зерна – по ГОСТ 10840-64. При анализе товарной и нетоварной частей урожая определяли: общий азот по Кьельдалю по ГОСТ 134964-93, фосфор по Дениже – ГОСТ 26657-97, калий на пламенном фотометре по ГОСТ 30504-97. В почвенных образцах определяли: содержание органического вещества – по методу Тюрина – ГОСТ 26213-91, рН_{KCl} – потенциометрическим методом, содержание подвижного фосфора и калия – по Кирсанову [1]. Микробиологические исследования проводили молекулярным методом на кафедре агрохимии и биохимии растений МГУ им. М.В. Ломоносова [7]. Статистическую обработку данных выполняли по Доспехову с использованием компьютерной программы STRAZ [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно полученным экспериментальным данным в характерных вариантах полевого опыта, приведенным в табл. 1, среднегодовая продуктивность севооборота с учетом побочной продукции за 4 ротации (в течение 30 лет) составила без внесения удобрений 27.64 ц кормовых единиц (к. ед.) с 1 га. При этом величина урожая зависела от видов удобрений, их сочетаний и вносимых доз.

Высокая продуктивность севооборота – 39.95 ц/га к. ед. в опыте была достигнута при действии минеральной системы удобрения, где прибавка к контролю составила 12.31 ц к. ед./га, или 44.5% от контроля. Органическая система при ежегодном внесении 9 т/га навоза за указанный

период обеспечивала сбор кормовых единиц на уровне 34.14 ц/га, то есть достоверно уступала минеральной системе (при НСР₀₅ = 5.2 ц к. ед./га).

В то же время применение органо-минеральных систем удобрений давало достаточно высокую продуктивность севооборота 37–38.5 ц к. ед. с 1 га, существенно не уступающую по этому показателю варианту с минеральной системой.

При анализе продуктивности культур в органо-минеральных вариантах с последовательным ростом доз удобрений достоверного ее увеличения не установлено. При этом использование максимальных, 4–5-кратных доз удобрений в течение 30-ти лет приводило, на уровне тенденции, даже к некоторому уменьшению прибавок урожайности – до 34–34.7%. Изменение урожайности отдельных культур севооборота по годам полевого опыта в течение 30-ти лет действия удобрений показано на рис. 1. Из приведенных данных отчетливо видно, что применение органо-минеральной системы удобрений способствовало стабильному повышению урожайности культур севооборота по отношению к контролю практически во все годы проведения исследований. Исключение составил только 1994 г., когда не было получено полноценного урожая озимой зерновой культуры из-за неблагоприятных метеоусловий, сложившихся для растений в фазу осеннего кущения в 1993 г.

Как известно, при проектировании систем удобрения сельскохозяйственных культур важное значение имеет учет последствий вносимых удобрений. В условиях проведенного опыта в результате систематического применения органических и минеральных удобрений в течение 30-ти лет в вариантах с удобрениями в зависимости от их доз и сочетаний сложились разные уровни обеспеченности почвы питательными веществами. Эффективность последствий этих уровней плодородия почвы определяли в последней, пятой ротации севооборота, когда внесение удобрений по разработанной ранее схеме было прекращено, а применяли фоном только поддерживающую весеннюю азотную подкормку в низкой дозе – 45 кг N. Определение урожайности культур севооборота, возделываемых в пятой ротации, приведено в табл. 2, из которой следует, что в среднем за 7 лет последствий удобрений (2009–2015 гг.) достоверные прибавки обеспечивались только в вариантах с использованием навоза. Так, в варианте органической системы (вариант 6) значимая прибавка урожайности составила 7.8 ц к. ед. с 1 га (34.3%). В вариантах органо-минеральных систем (варианты 7–11) при внесении всех исследуемых доз – от единичных до пятикратных также отмечались существенные прибавки урожайности, которые колебались от 9.4 до 16.2 ц к. ед. с 1 га, составившие от 41.4 до 71.3% по сравнению с контролем. При этом наибольший прирост урожайности куль-

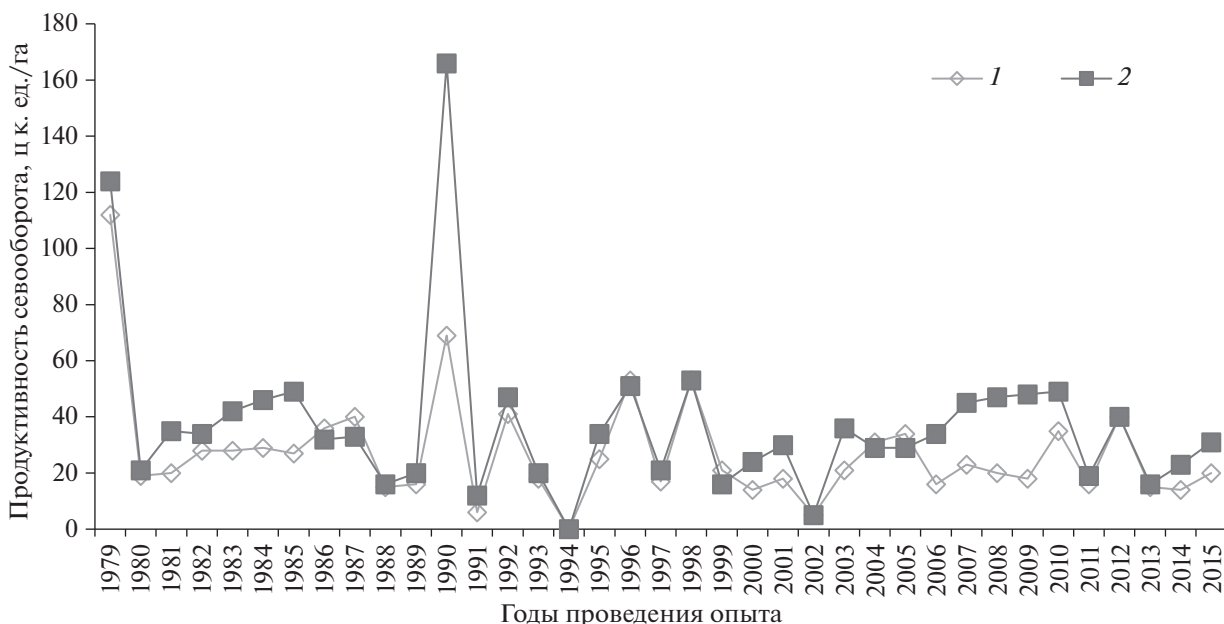


Рис. 1. Урожайность культур севооборота по годам опыта. Здесь и на рис. 2: 1 – контроль, 2 – N90P90K90 + навоз 9 т/га.

тур севооборота в последствии удобрений отмечен в органо-минеральных вариантах с повышенными, 4–5-кратными дозами.

При использовании органо-минеральных систем удобрений как в действии, так и в последствии наблюдалось не только увеличение продуктивности всех возделываемых культур, но и устойчивый выход к. ед. с единицы площади по годам опыта. Об устойчивости агроценозов при оптимизации систем удобрений свидетельствуют также

данные, полученные в последствии удобрений. Это, в частности, прослеживается в пятой ротации зерноотраважного севооборота при сравнительном анализе продуктивности возделываемых культур на контроле без удобрений и в варианте с трехкратными дозами удобрений – N90P90K90 + навоз 9 т/га (рис. 2).

В опыте определен коэффициент парной корреляции средних урожаев сельскохозяйственных культур в действии органических и минеральных

Таблица 2. Урожайность сельскохозяйственных культур в пятой ротации севооборота, ц к. ед./га

№ варианта опыта	Однолетние травы, 2009 г.	Озимая рожь, 2010 г.	Ячмень, 2011 г.	Многолетние травы		Яровая пшеница, 2014 г.	Овес, 2015 г.	Продуктивность, в среднем за 7 лет, ц к. ед./га	Прибавка	
				первого г. п., 2012 г.	второго г. п., 2013 г.				ц к. ед./га	%
1	17.8	35.4	16.3	40.1	15.1	14.0	20.4	22.7	–	–
2	37.5	42.7	16.1	36.5	23.8	12.1	21.6	27.2	4.5	19.8
3	39.6	42.5	17.3	46.9	17.4	14.6	27.6	29.4	6.7	29.5
4	24.5	41.3	16.6	60.3	22.7	14.3	22.8	28.9	6.2	27.3
5	32.1	42.7	21.4	37.2	17.8	15.4	30.8	28.2	5.5	24.2
6	29.8	47.1	21.6	51.6	17.3	19.1	26.7	30.5	7.8	34.3
7	39.2	47.8	19.6	64.5	17.3	12.3	24.1	32.1	9.4	41.4
8	37.7	47.4	20.8	47.5	29.1	15.3	30.6	32.6	9.9	43.6
9	47.5	48.6	19.4	39.6	16.0	22.6	30.8	32.1	9.4	41.4
10	43.1	49.6	21.9	53.0	23.6	26.6	32.4	35.7	13.0	57.2
11	47.1	45.1	21.4	72.2	24.0	27.6	35.4	38.9	16.2	71.3
НСР ₀₅								7.0		

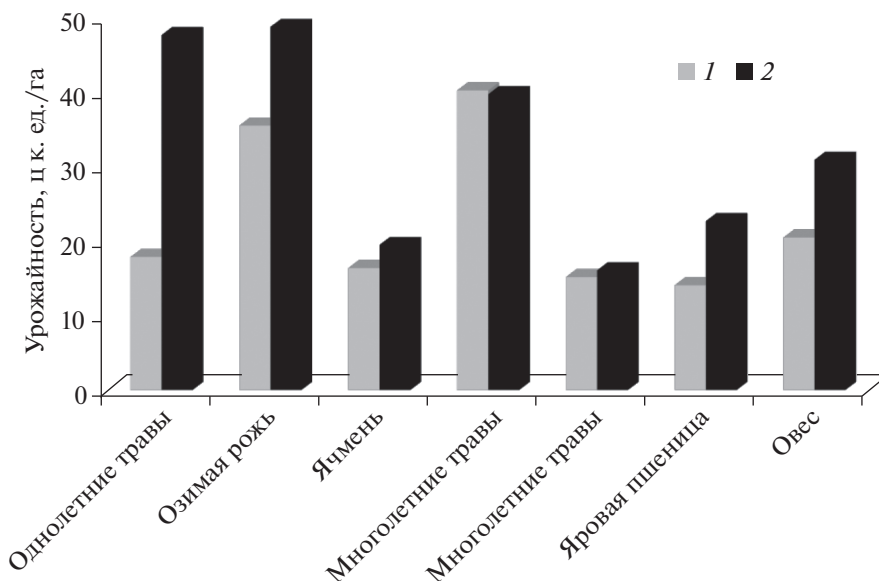


Рис. 2. Урожайность сельскохозяйственных культур в пятой ротации полевого севооборота.

удобрений с теми же вариантами в последствии, который составил 0.56. Что касается уровня продуктивности севооборота в последствии удобрений, то он был ниже, чем в вариантах прямого их действия на 15%.

Изучение динамики агрохимических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в годы опыта показало ее зависимость от уровня вносимых удобрений. На контроле, где удобрения не применяли, в конце опыта отмечено резкое уменьшение содержания гумуса в почве по сравнению с исходным его содержанием (на 28 и 29% в четвертой и пятой ротациях севооборота соответственно). При этом ухудшалась также обеспеченность почвы подвижными соединениями фосфора и калия.

При использовании минеральной системы потери гумуса в почве составили в действии удобрений 22% и в последствии (к концу пятой ротации) – 32%, то есть более высокими они были после прекращения внесения удобрений.

В варианте органической системы содержание гумуса в почве во время проведения опыта сокращалось меньшими темпами, и потери почвенного органического вещества при этом составляли 16 и 26% в четвертой и пятой ротациях севооборота соответственно.

Еще более низкие потери гумуса в почве в эти же сроки были в вариантах органо-минеральных систем, составившие в среднем 12 и 21% в конце четвертой и пятой ротаций соответственно. При этом по органо-минеральной системе в умеренных дозах (N90P90K90 + 9 т/га подстильного навоза) после 30 лет систематического их приме-

нения достигался бездефицитный баланс гумуса в почве, хотя после прекращения внесения удобрений в этом варианте в пятой ротации были отмечены потери органического вещества почвы в размере 21%.

С применением органо-минеральных систем удобрений к концу опыта улучшалась обеспеченность почвы подвижным фосфором, но при этом уменьшалось содержание в почве калия, за исключением варианта с максимальными дозами – N150P150K150 + 15 т/га подстильного навоза.

Важное значение в определении устойчивости агроценозов имеет оценка микробиологического статуса почвы [13–17]. Результаты по общей численности микроорганизмов, полученные в конце опыта, то есть после 30-летнего применения удобрений, свидетельствуют о высоком эффекте систем удобрений с использованием подстильного навоза (рис. 3).

При систематическом внесении органо-минеральной системы в умеренных дозах – N90P90K90 + 9 т/га подстильного навоза (вариант 9) – общая численность микроорганизмов была достаточно высокой и составляла 59.8×10^6 кл./г, или на 28% больше контроля. Максимальных значений в условиях опыта этот показатель достигал при использовании органо-минеральной системы удобрений в повышенных дозах – N120P120K120 + 12 т/га навоза (вариант 10) и органической системы в виде подстильного навоза в ежегодной дозе 9.6 т/га (вариант 6), где он составлял соответственно 82.5 и 66.4×10^6 кл./г, что на 76 и 42% превышало контроль. В то же время на фоне последствия ми-

Таблица 3. Агрохимические свойства почвы в зависимости от органических и минеральных удобрений

№ варианта	рН _{KCl}			Гумус, %С			P ₂ O ₅ , мг/кг			K ₂ O, мг/кг		
	исходный	изменение по ротациям		исходное	изменение по ротациям		исходное	изменение по ротациям		исходное	изменение по ротациям	
		четвертая	пятая		четвертая	пятая		четвертая	пятая			
1	5.0	-0.1	-0.3	1.40	-0.39	-0.41	170	-142	-111	145	-90	-74
2	6.0	-1.3	-1.5	1.38	-0.28	-0.41	187	-78	-110	136	-46	-69
3	5.9	-1.0	-1.1	1.3	-0.30	-0.53	167	-90	-85	133	-48	-46
4	5.9	-0.9	-1.3	1.3	-0.17	-0.38	179	-104	+9	137	-52	-85
5	6.0	-1.3	-1.6	1.53	-0.34	-0.49	149	-14	+67	135	-35	-56
6	5.7	-0.6	-0.7	1.23	-0.20	-0.33	143	-74	-19	138	+7	-70
7	5.7	-0.8	-0.6	1.46	-0.36	-0.42	174	-93	+11	139	-9	-62
8	6.0	-1.6	-1.2	1.30	-0.20	-0.21	166	-11	+34	115	+10	-32
9	5.8	-1.2	-1.4	1.36	-0.03	-0.29	166	-9	+63	150	-5	-69
10	5.9	-0.8	-1.1	1.49	-0.19	-0.21	149	+21	+237	125	+75	-16
11	5.3	-0.3	-1.8	1.28	-0.08	-0.20	158	+95	+237	127	-19	+18
НСР ₀₅	0.4			0.15			17			13		

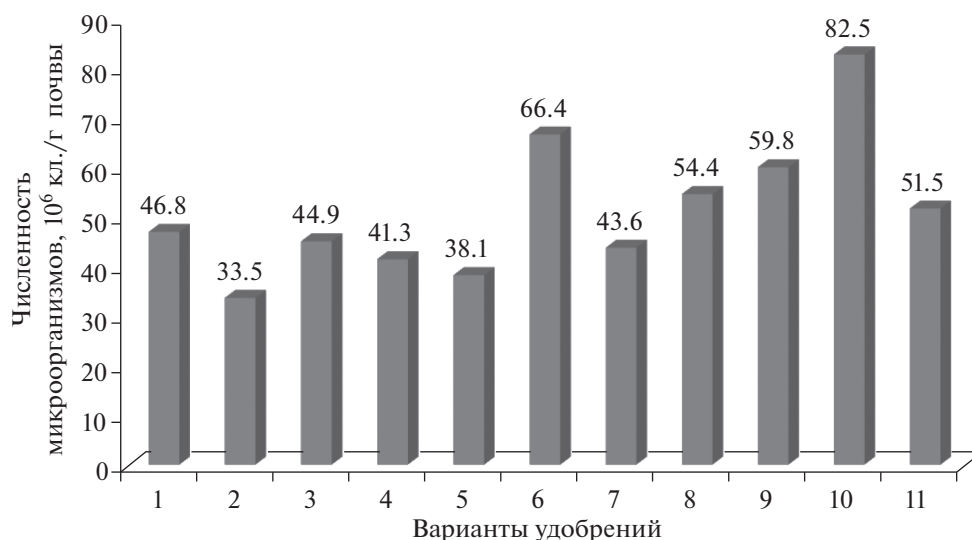


Рис. 3. Общая численность микроорганизмов в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в зависимости от удобрений.

неральных удобрений почва характеризовалась низкими значениями микробной численности.

ВЫВОДЫ

1. Исследованиями, выполненными в полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в Смоленской области, установлено, что длительное систематическое применение органических и минеральных удобрений при оптимизации их доз и сочетаний явилось важным фактором повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур, возделываемых в севообороте.

2. Лучшие результаты по продуктивности и устойчивости агроценозов получены при использовании органо-минеральной системы удобрений в умеренных дозах – N90P90K90 + навоз 9 т/га, которая в действии в среднем за 30 лет опыта обеспечивала продуктивность севооборота на уровне 3.79 т/га кормовых единиц, или на 37% больше контроля без внесения удобрений. При этом складывался бездефицитный баланс гумуса в почве, улучшалась обеспеченность почвы подвижным фосфором, повышалась ее микробиологическая активность.

3. Органическая система удобрений при ежегодном внесении 9 т/га подстильного навоза в условиях опыта обеспечивала сбор к. ед. на уровне 3.41 т/га, то есть занимала среднее положение по продуктивности севооборота при сравнении с органо-минеральной и минеральной системами, а также по сохранению плодородия почвы в отношении ее гумусового состояния и реакции среды.

4. В последствии достоверные прибавки урожайности культур севооборота получены только в вариантах систем удобрения с использованием подстильного навоза, то есть органической и органо-минеральной систем с внесением всех исследуемых доз – от единичных до пятикратных.

5. Исследования микробиологической активности почвы показали высокий эффект последствия органической и органо-минеральной систем удобрения. В органо-минеральном варианте с умеренными дозами удобрений – N90P90K90 + 9 т/га подстильного навоза – общая численность микроорганизмов составляла 59.8×10^6 кл./г, что превышало контроль на 28%. В вариантах последствия минеральных удобрений почва характеризовалась низкими значениями микробной численности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов наблюдений). М.: Колос, 1965. 335 с.
3. Еськов А.И., Лукин С.М., Мерзлая Г.Е. Современное состояние и перспективы использования органических удобрений в сельском хозяйстве России // Плодородие. 2018. № 1. С. 20–23.
4. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Направленность и интенсивность потоков азота при экологизации и биологизации земледелия // Мат-лы Всерос. совещания научных учреждений участников Географической сети опытов с удобрениями “75 лет Географической сети опытов с удобрениями”. М.: ВНИИА, 2016. С. 102–107.
5. Кук Д.У. Системы удобрения для получения максимальных урожаев. М.: Колос, 1975. 416 с.

6. Мазиров М.А., Арефьева В.А. Краткий обзор результатов научных исследований в мировых длительных полевых опытах // Теоретические и технологические основы воспроизводства плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур: Материалы Международной научно-практической конференции. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. С. 23–31.
7. Мерзлая Г.Е., Верховцева Н.В., Селиверстова О.М., Макишаква О.В., Волошин С.П. Взаимосвязь микробиологических и агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений // Проблемы агрохимии и экологии. 2012. № 2. С. 18–25.
8. Минеев В.Г., Дебрецени Б., Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. М.: Колос, 1993. 415 с.
9. Плодородие почв России: состояние и возможности / Под ред. В.Г. Сычева. М.: ВНИИА, 2019. С. 200–237.
10. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. Т. 3. Общие вопросы земледелия и химизации. М.: Колос, 1965. 639 с.
11. Семенов В.М., Козут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015. 233 с.
12. Чуб М.П., Потатурина Н.В., Пронько В.В., Усачев С.А. Действие однолетних сидератов на урожайность зерновых культур и плодородие почвы в условиях Нижнего Поволжья // Агрохимия. 2002. № 9. С. 34–40.
13. Bens M., Schink B., Brune A. Humic acid reduction by *Propionibacterium freudenraichii* and other fermenting bacteria // Appl. Environ. Microbiol. 1998. V. 64. P. 507–4212.
14. Biology of *Rhodococcus* / Ed. H.M. Alvares. Verlag Btrlin Heidelberg: Springer, 2010. 300 p.
15. Kampf P., Sessitsch A., Schloter M., Huber B., Usse H.J., Scholz H.C. *Ochrobactrum rhizosphaerae* sp. n. isolated from the environment // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2008. V. 58. S. 1426–1431.
16. Loveland P., Webb J. Is there a critical of organic matter in the agricultural soil of temperate region // Soil and Tillage Research. 2003. V. 70. P. 1–18.
17. Murhpu B.W. Soil organic matter and soil function- review of the literature and underlying data. Canberra, Australia. 2014. 155 p.

Agrocenosis Stability During Long-Term Application of Fertilizers on Soddy-Podzolic Soil

H. Ye. Merzlaya*

¹*Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Moscow, 127550 Russia*

**e-mail: lab.organic@mail.ru*

In a long-term field experiment conducted in the western part of the Non-Chernozem zone of Russia (Smolensk region) on soddy-podzolic light loamy soil – Albic Glossic Retisol (Loamic), the comparison of the effect of organic and mineral fertilizers in various doses and combinations revealed their efficiency in all studied variants, except for the one-sided application of phosphorus fertilizers. It was found that the organomineral system-N90P90K90 + manure 9 t/ha in action provided a deficit-free budget of humus in the soil and stable crop rotation productivity (on average for 30 years) at the level of 3.79 t/ha of forage units, or 37% higher than the control (without fertilizers). The mineral fertilizer system-N90P90K90 – by the end of the fourth rotation of the crop rotation was not inferior in productivity to the organomineral system, but it reduced the content of humus in the soil and pH_{kcl}. The organic system with an annual manure dose of 9 t/ha occupied an intermediate position in crop rotation productivity, providing 3.41 t/ha forage units, as well as for soil fertility reproduction. In the after-effect, reliable increases in crop yield were achieved only in the variants of organic and organomineral fertilizer systems, that is, when they were saturated with organic matter, namely, litter manure. The soil in the variants of these fertilizer systems was characterized by high total number of microorganisms

Keywords: long-term field experiment, organic and mineral fertilizers, agrochemical soil properties, microbiological activity, stability of agrocenoses