

I.A. Treshkin, G.Yu. Rabinovich
Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,
Pyzhevsky per., 7, bld. 2, 119017, Moscow, Russia, E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

The article presents the results of tests of two modifications of organic fertilizer - multipurpose compost (KMN) and its effect on the fertility of drained sod-podzolic light loamy soil and the productivity of the crop rotation link. It was shown that during three years of experiment with KMN and its modifications - organic-microelement complexes (OMK) had a prolonged effect on the humus status of the soil, providing an increase in C_{org} content by 0.12...0.18 absolute % relative to the control option without fertilizers and by 1.23...1.85 absolute % relative to the base variant with KMN. It was determined that the introduction of 1 ton of KMN without additives or KMN enriched with microelement complexes [Zn+Mo] and [Zn+Cu] into the soil allowed the accumulation of 83...207 kg of organic matter in the arable horizon after three years of observation. The results of the influence of KMN and OMK on the productivity of the crop rotation link are presented, the increase of which reached 23...29%, increasing in the series: KMN – KMN+[Zn+Cu] – KMN+[Zn+Mo].

Key words: multipurpose compost (KMN), organic-microelement complex (OMK), microelements, sod-podzolic light loamy soil, organic matter, productivity.

УДК 631.442.4:631.421.1:631.81:631.423.1

DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.13

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ РАЗНОМ СПОСОБЕ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А.А. Коваленко, Т.М. Забугина, В.С. Михальцов,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»
127550, Москва, ул. Прянишникова, 31а, Россия, *E-mail: kovalhud@mail.ru

Работа выполнена по государственному заданию № 0429-2021-0002

В длительном полевом опыте после прохождения двух ротаций севооборота, включающего три поля бобово-злаковых трав и два поля зерновых, определены агрохимические показатели плодородия дерново-подзолистой почвы в вариантах с применением минеральных удобрений и их отсутствием. Показано изменение плодородия почвы за 11 лет использования чистого пара.

Ключевые слова: дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва, стационарный полевой опыт, агрохимические показатели плодородия, зернотравяной севооборот.

Для цитирования: Коваленко А.А., Забугина Т.М., Михальцов В.С. Агрохимические свойства дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы при разном способе ее использования// Плодородие. – 2024. – №4. – С. 61-64. DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.13.

Важным условием получения высоких и устойчивых урожаев возделываемых культур, как свидетельствуют результаты многочисленных полевых опытов, а также деятельность сельскохозяйственных предприятий, является целенаправленная работа по повышению плодородия почв путем применения удобрений и средств химической мелиорации [1]. Важное значение при этом придается такому фактору повышения продуктивности земель как вовлечение в севооборот многолетних бобовых и бобово-злаковых травостоев.

Цель наших исследований - изучить качественный состав органического вещества [2], влияние минеральных удобрений и их последствия на урожайность зерновых культур и продуктивность зернотравяного севооборота [3] в условиях дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв Подмосквия. Кроме того, провести наблюдения за изменением агрохимических показателей почвы при возделывании многолетних трав и зерновых культур без применения удобрений и при использовании полного минерального удобрения.

Методика. Объектом исследований служил ранее проводимый многолетний стационарный полевой опыт [4] по изучению органоминеральной системы удобрения, СШ-5 (стационар Шебанцево 5), впоследствии преобразованный в опыт СШ-5М (модернизированный). После преобразования опыта СШ-5 в СШ-5М, последний представляет собой комплекс, состоящий из объектов (агрофонов): чистый пар, севооборот без применения удобрений (фон б.у.) и севооборот с удобрениями (фон НРК). Агрофон чистый пар занимает одно из повторений прежнего опыта СШ-5, включающего 9 вариантов (индивидуальных делянок). Агрофон без удобрений и фон с удобрениями содержат каждый по 9 вариантов в трех повторениях. В анализируемый период (с 2011 по 2022 г.) опыт развернут в трех полях зернотравяного севооборота с чередованием культур: многолетние бобово-злаковые травы трех лет жизни (4 укоса), озимая пшеница, ячмень. В одном из полей (поле 1) прошли две ротации зернотравяного севооборота. Агрохимическая характеристика исходного состояния почвы в 2011 г.:

близкая к нейтральной кислотность (pH_{KCl} 5,6-5,9), от повышенного до высокого содержание подвижного фосфора (P_2O_5 по Кирсанову 134 -182 мг/кг), от среднего до высокого содержание подвижного калия (K_2O 103-188 мг/кг).

При наличии результатов определения агрохимических показателей в двукратной повторности данные подвергали дисперсионному анализу в целях установления существенности различий между вариантами (при $HSP_{0,5}$) [5].

Результаты и их обсуждение. Результаты определения агрохимических показателей почвы за 11 лет опыта СШ-5М (2011-2022 г.) в комплексе: при возделывании культур зернотравяного севооборота в условиях применения полного минерального удобрения (фон NPK), его отсутствия (фон б.у.), а также в чистом пару, приведены в таблице 1.

1. Агрохимические показатели почвы
(агрофон – чистый пар, поле 1, слой 0-20 см, 2022 г.)

Вариант опыта СШ-5	pH_{KCl}	органическое вещество, %	P_2O_5 мг/кг	K_2O мг/кг	$N_{общ.}$, %
1. Без удобрений	5,83	1,16	112	100	0,092
2. Навоз, 12,5 т/га-Н	6,21	0,84	90	108	0,088
3. Н+NPK	5,56	1,23	108	125	0,094
4. Н+2NPK	5,56	1,03	127	132	0,092
5. Н+3NPK	5,39	0,93	124	140	0,085
6. 2Н+NPK	5,60	0,84	132	145	0,094
7. 2Н+3NPK	5,65	1,02	151	160	0,092
8. 2Н+2NPK	5,02	1,25	151	148	0,103
9. 2Н- 25 т/га	5,71	1,11	121	129	0,085
Среднее по вариантам: 2-9	5,59	1,03	125	136	0,092
2-5	5,68	1,01	112	126	0,090
6-9	5,50	1,05	139	145	0,093

Примечание. Дозы NPK соответствуют содержанию элементов питания в навозе: 3 NPK означает количество веществ в тройной дозе навоза.

Дисперсионный анализ данных проводили двух видов: оценку различий между фонами ($HSP_{0,5}$ – фонов), при этом варианты опыта СШ-5 приняты как повторения, и различия между вариантами ($HSP_{0,5}$ – вариантов), агрофоны взяты как повторения. В среднем по выборке вариантов опыта СШ-5 (5 вариантов) показатель pH_{KCl} в 2022 г. по сравнению с состоянием в исходной почве не изменялся в пару, незначительно снижался по фону без удобрения и более определенно – по фону NPK (подкисляющее действие удобрений). Различия между агрофонами существенны, между вариантами – незначительны.

Содержание органического вещества заметно снижалось в парующей почве, в меньшей мере – по фону без удобрения и незначительно – по фону NPK.

Различия достоверны между фонами и несущественны между вариантами.

Содержание подвижного фосфора также снижалось в пару, более значимо – в севообороте без удобрения по всем вариантам. И повышалось в вариантах с двойной органической (2Н) и повышенной органоминеральной (2Н + 3NPK) системами. Различия существенны как между фонами, так и между вариантами.

Содержание подвижного калия несколько снижалось по сравнению с исходным в парующей почве, более существенно в севообороте без удобрения и по отдельным вариантам (Н, 2Н, Н + 3NPK) по фону NPK, хотя и в пределах ошибки опыта.

Более детальное исследование воздействия культур севооборота на агрохимические показатели при использовании удобрений и их отсутствии за указанный период

проводили по всем 9 вариантам в двух повторениях опыта СШ-5. Определяли также показатели по всем вариантам в одном повторении при содержании почвы в чистом пару.

При этом использовали возможность сравнения агрохимических показателей по вариантам с удобрениями с контролем (без удобрений) не только в целом по выборке (вар.2-9), но и по блокам органоминеральной системы с единичной дозой навоза (Н) и соответствующими дозами минеральных удобрений [вар. 2-5 и варианты с двойной дозой (2Н) (вар.6-9)]. Следует отметить, что в связи с незначительной повторностью вариантов (2 повторения) наблюдаемые различия не всегда были достоверными ($F_{ф} < F_{0,5}$).

При паровом содержании почвы (см. табл.1) показатель pH в целом по выборке вариантов (вар.2-9) несколько понижался по сравнению с контролем, в то время как по блоку вариантов с единичной дозой навоза (вар.2-5) оказался незначительно выше контрольного (за счет варианта с навозом, pH 6,21). В вариантах с двойной дозой (вар.6-9) – снижался более определенно.

Содержание органического вещества в целом по выборке вариантов (вар.2-9), а также по блокам Н и 2Н (вар.2-5 и 6-9) оказалось несколько ниже контрольного.

Содержание P_2O_5 в целом по выборке вариантов и по блоку 2Н сложилось выше контрольного значения, по блоку Н – на уровне контроля. При этом сохранилось преимущество в содержании по вариантам органоминеральной системы (вар. Н + 2 NPK и Н + 3 NPK по блоку вар. 2-5 и вар. 2Н + 2 NPK и 2Н + 3 NPK по блоку вар. 6-9) перед вариантами органической системы Н и 2Н.

Содержание подвижного калия повышалось по сравнению с контролем как в целом по выборке, так и по блокам Н и 2Н, а также по отдельным вариантам. Варианты с более высокой дозой удобрения в исходной почве имели и более высокий уровень подвижного калия в парующей почве спустя 11 лет. Содержание общего азота изменялось лишь незначительно, в зависимости от предшествующей удобренности, с тенденцией некоторого преимущества по блоку 2Н перед блоком Н. При использовании почвы в севообороте без удобрения (табл. 2) кислотность повышалась (pH_{KCl} снижался) в соответствии с уровнем предшествующей удобренности: по блоку Н лишь незначительно (на 0,05), по 2Н – более определенно (на 0,10), хотя и в пределах ошибки опыта.

Содержание органического вещества в среднем по выборке вариантов находилось на уровне контроля, по блоку 2Н - несколько ниже (на 0,07%).

Содержание подвижного фосфора вполне определенно и статистически значимо снижалось по сравнению с контролем (на 24-25 мг/кг), как по выборке в целом, так и по блокам Н и 2Н. По содержанию подвижного калия также наблюдалось снижение по сравнению с уровнем контроля как в целом по выборке, так и по отдельным блокам и вариантам, причем по блоку 2Н более значительно (на 28мг/кг), чем по Н (на 17 мг/кг). Содержание общего азота зависело от предшествующей удобренности недостаточно определенно, различия несущественны.

По агрофону с внесением полного минерального удобрения (фон NPK в сумме за 2 ротации $N_{500}P_{560}K_{560}$) в севообороте кислотность почвы различалась по вариантам незначительно (табл. 3), с тенденцией к некоторому повышению по блоку вариантов с двойной дозой удобрений (вар.6-9).

Содержание органического вещества по выборке вариантов (вар.2-9) оказалось несколько ниже контрольного (на 0,17%), на уровне, близком к контролю по блоку 2Н и заметно ниже (на 0,29%) по блоку Н, хотя статистически и незначимо.

Содержание подвижного фосфора в среднем по выборке было выше контроля. Среди блоков вариантов значение P_2O_5 в большей мере было выше контрольного

(на 76,6 мг/кг) по блоку 2Н, чем по блоку Н (на 41,3 мг/кг), по отдельным вариантам статистически значимо. Содержание K_2O также по выборке в целом и блоком оказалось выше контрольного уровня (на 40-73 мг/кг). Содержание общего азота было близко к уровню контроля по блоку Н (вар.2-5) и несколько выше по блоку 2Н (вар.6-9), различия недостоверны.

2. Показатели плодородия почвы (агрофон - без удобрений, поле 1, слой 0-20 см, (2022 г.)

№ варианта опыта СШ-5	рН _{KCl}			Органическое вещество, %			P_2O_5			K_2O			$N_{общ.}$, %		
							мг/кг								
	II	IV	Среднее	II	IV	Среднее	II	IV	Среднее	II	IV	Среднее	II	IV	Среднее
1	5,52	5,38	5,45	1,51	1,52	1,51	44,7	44,2	44,5	84,6	76,0	80,3	0,107	0,119	0,110
2	5,43	5,51	5,47	1,60	1,61	1,60	52,4	36,0	44,2	83,9	84,4	84,2	0,112	0,121	0,116
3	5,35	5,67	5,51	1,44	1,81	1,62	64,3	46,8	55,6	107,0	90,9	99,0	0,113	0,121	0,117
4	6,01	5,70	5,85	1,42	1,77	1,60	66,7	85,3	76,0	105,0	81,3	93,2	0,111	0,125	0,118
5	5,49	5,49	5,49	1,27	1,39	1,33	87,3	93,0	90,2	101,0	105,0	103,0	0,109	0,119	0,114
6	5,72	5,47	5,60	1,65	1,61	1,63	85,7	96,6	91,1	109,0	104,0	106,5	0,103	0,118	0,110
7	5,85	5,62	5,73	1,82	1,54	1,68	100,4	109,4	104,9	137,0	142,0	139,5	0,127	0,124	0,126
8	5,79	5,57	5,68	1,66	1,63	1,65	106,7	104,3	105,5	142,0	131,0	136,5	0,126	0,127	0,127
9	5,68	5,67	5,68	1,68	1,54	1,61	79,7	71,4	75,6	118,0	91,6	104,8	0,122	0,126	0,124
Среднее по вариантам: 2-9			5,63			1,59			80,4			108,3			0,119
2-5			5,58			1,54			66,5			94,8			0,116
6-9			5,67			1,64			94,3			119,6			0,122
НСР _{0,5}	Различия несутественны						20,3			18,7			Различия несутественны		

3. Характеристика почвы (агрофон - NPK, поле 1, слой 0-20 см, 2022 г.)

№ варианта опыта СШ-5	рН _{KCl}			Органическое вещество, %			P_2O_5			K_2O			$N_{общ.}$, %		
							мг/кг								
	II	IV	Среднее	II	IV	Среднее	II	IV	Среднее	II	IV	Среднее	II	IV	Среднее
1	5,36	5,30	5,33	1,71	1,95	1,83	105,6	104,8	105,2	64	109	87	0,116	0,129	0,122
2	5,23	5,39	5,31	1,61	1,56	1,58	135,1	115,9	125,5	138	108	123	0,124	0,136	0,130
3	5,26	5,27	5,27	1,50	1,33	1,41	150,2	125,7	138,0	148	111	129	0,125	0,127	0,126
4	5,17	5,43	5,30	1,65	1,64	1,65	131,2	172,6	151,9	136	124	130	0,127	0,139	0,133
5	5,20	5,09	5,15	1,42	1,59	1,50	166,3	174,9	170,6	135	120	127	0,117	0,123	0,120
6	5,26	5,39	5,32	1,50	2,00	1,75	150,6	229,0	189,8	161	162	162	0,127	0,139	0,133
7	5,31	5,50	5,40	1,80	1,98	1,89	182,6	204,2	193,4	196	156	176	0,146	0,151	0,148
8	5,27	5,41	5,34	1,59	2,01	1,80	182,3	200,7	191,5	142	183	162	0,130	0,151	0,140
9	5,29	5,48	5,38	1,77	1,58	1,67	153,5	151,6	152,5	143	140	142	0,143	0,135	0,139
Среднее по вариантам: 2-9			5,31			1,66			164,1			144			0,134
2-5			5,26			1,54			146,5			127			0,127
6-9			5,48			1,78			181,8			160			0,140
НСР _{0,5}	Различия несутественны						52,0			Различия несутественны					

Заключение. За период прохождения двух ротаций зернотравяного севооборота (2011-2022 г.) при определении агрохимических показателей по всем 9 вариантам в 2022 г. характеристика опытных вариантов (оп. СШ-5) относительно контролей в среднем по блокам Н и 2Н изменялась следующим образом:

при содержании почвы в пару:

- рН_{KCl} снижался, соответственно, на 0,15 и 0,33 ед.;
- органическое вещество снижалось на 0,15 и 0,11 %;
- содержание P_2O_5 не изменялось по Н и повышалось на 27 мг/кг по 2Н;
- содержание K_2O повышалось на 26 и 45 мг/кг;
- содержание общего азота не изменялось.

при использовании почвы в севообороте без удобрений:

- рН_{KCl} снижался на 0,05 и 0,10 ед.;
- органическое вещество не изменялось по блоку Н и незначительно снижалось по 2Н;
- содержание P_2O_5 снижалось по блокам на 25 мг/кг;
- содержание K_2O снижалось на 17 и 28 мг/кг;
- содержание общего азота не изменялось по Н и понижалось на 0,7% по 2Н;

при использовании почвы в севообороте с NPK:

- рН_{KCl} снижался на 0,03 и 0,11%;
- органическое вещество не изменялось по блоку Н и снижалось на 0,15% по 2Н;
- содержание P_2O_5 снижалось незначительно - на 0,28 и 0,14 мг/кг;
- содержание K_2O снижалось на 22 и 24 мг/кг;
- содержание общего азота снижалось на 0,03 и 0,11%.

Литература

1. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. - М., 2019. - 324с.
2. Байбеков Р.Ф., Хайдуков К.П., Коваленко А.А., Забугина Т.М. Качественный состав органического вещества дерново-подзолистого почве в длительном полевом опыте//Земледелие. – 2020.-№1.- С. 8-11.
3. Байбеков Р.Ф., Коваленко А.А., Забугина Т.М., Поветкин В.А. Последствие органической и органоминеральной систем удобрения в длительном стационарном опыте на дерново-подзолистом почве.// Земледелие.-2022.- №6.- С.8-10.
4. Ефремов В.Ф., Коваленко А.А., Хайдуков К.П. Плодородие почвы – основа успешного земледелия. / LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2019. – 127 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Агропромиздат, 1985.-350 с.

A.A. Kovalenko, T.M. Zabugina, V.S. Mikhaltsov,
All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikova
127550, Moscow, st. Pryanishnikova, 31a, Russia, *E-mail: kovalhud@mail.ru

The work was carried out according to state assignment No. 0429-2021-0002.

In a long-term field experiment after two crop rotations, including 3 fields of legumes and grains and 2 fields of grains, agrochemical indicators of the fertility of soddy-podzolic soil were determined with and without the use of mineral fertilizers. Shown are changes in soil fertility over 11 years of using pure steam. Keywords: soddy-podzolic heavy loamy soil, stationary field experiment, agrochemical indicators of fertility, grain-grass crop rotation.

УДК 631.417.2

DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.14

СОДЕРЖАНИЕ, ЗАПАСЫ ГУМУСА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АГРОТЕМНОГУМУСОВЫХ ПОДБЕЛОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Л.Н. Пуртова, д.б.н., Я.О. Тимофеева, к.б.н.,
ФГБУН «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии»
Дальневосточного отделения Российской академии наук
690022, Владивосток, проспект 100-летия Владивостока, 159,
e-mail: timofeeva@biosoil.ru

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7) и в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения “Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания систем учёта данных о потоках климатически активных веществ и бюджета углерода в лесах и других наземных экологических системах” (Регистрационный номер: 123030300031-6)

Исследовано влияние посевов многолетних трав и их травосмесей с бобовыми культурами на формирование и запасы гумуса, обогащенность каталазой, эмиссию CO₂ и потенциальную скорость минерализации органического вещества в агротемногумусовых подбелах Приморья. В работе использованы общепринятые в почвоведении методы. На основе оценки изученных показателей установлена сезонная динамика процессов гумусообразования и биологической активности почв. В осенний период отмечена общая тенденция к снижению содержания и запасов гумуса, эмиссии CO₂ и потенциальной скорости минерализации органического вещества в почвах всех исследованных вариантов опыта. Использование травосмесей с бобовыми культурами (timoфеевка + люцерна, timoфеевка + клевер + люцерна) сопровождалось активизацией формирования потенциально минерализуемого органического вещества и создавало наиболее благоприятные условия для протекания процесса гумусообразования в агротемногумусовых подбелах региона проведения исследований.

Ключевые слова: агротемногумусовые подбелы, фитомелиорация, органическое вещество, гумус, запасы гумуса, каталазная активность, эмиссия CO₂.

Для цитирования: Пуртова Л.Н., Тимофеева Я.О. Содержание, запасы гумуса и биологическая активность агро-темногумусовых подбелов Приморского края // Плодородие. – 2024. – №4. – С. 64-67. DOI: 10.25680/S19948603.2024.139.14.

Многолетние травы и их травосмеси со злаковыми и бобовыми культурами – одни из важнейших постоянно возобновляемых средоулучшающих ресурсов и восстановителей почвенного плодородия. Роль многолетних трав и травосмесей в агроландшафтах весьма многогранна. Их использование способствует повышению коэффициента полезного потребления солнечной энергии, обогащению почв органическими соединениями и доступными для растений формами ряда элементов (азот, фосфор, калий, кальций, магний), улучшению физических, биологических и биохимических свойств почв и предохраняет почву от развития эрозионных процессов [2, 5]. После запахивания фитомелиорантов в почве активизируются гидролитические процессы: ускоряется минерализация веществ углеводного характера,

повышается активность инвертазы и органических соединений фосфора, возрастает активность каталазы, де-гидрогеназы и полифенолоксидазы – фермента, связанного с процессами синтеза гумуса.

В области изучения трансформации органического вещества в почвах особое внимание уделяется процессам минерализации, определяющим фактором протекания которых является микробиологическая активность [8]. Поэтому весьма важной представляется характеристика органического вещества почв по его доступности к разложению почвенными микроорганизмами и активности участия углерода во внутрисочвенных превращениях. При исследовании минерализации органического вещества почв наиболее широкое применение нашел биокинетический метод, основанный на анализе