

Влияние компоста многоцелевого назначения на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур в мелиорированных агроландшафтах

М. В. Рублюк¹✉, Д. А. Иванов¹, О. В. Карасева¹

¹ ФИЦ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», Москва, Россия

✉ E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

Аннотация. Целью исследований является изучение влияния компоста многоцелевого назначения на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур полевого севооборота в мелиорированных агроландшафтах гумидной зоны. **Методы.** Исследования проводили на экспериментальном стационаре Тверской области в 2013–2019 гг. на осушенной дерново-подзолистой глееватой почве. Компост многоцелевого назначения вносили под посев яровой пшеницы в дозе 12 т/га, что составляет $N_{300}P_{180}K_{120}$. В дальнейшем изучалось последствие компоста на свойства почвы и продуктивность культур в севообороте: яровая пшеница – яровой рапс (на сидерат) – озимая рожь – овес с подсевом трав – травосмесь 1–3 года пользования. Зернотравяной севооборот был развернут во времени. **Результаты.** Установлено, что уровень подвижного фосфора увеличился на 7,4–23 %, обменного калия – на 6,8–26,5 %. На участках с низким содержанием элементов питания увеличивалось накопление подвижного фосфора (в элювиально-транзитном варианте северного склона) и обменного калия (в транзитном северного склона) на 23,6 и 26,5 % соответственно. На вариантах опыта с высоким содержанием питательных элементов их содержание за семь лет несколько снижалось. Количество легкогидролизуемого азота за ротацию севооборота снижалось на 13,4–57,2 %. Содержание органического вещества увеличилось на 6,7–11,9 % (отн.). Кислотность почвы (pH_{KCl}) за ротацию севооборота повышалась на 0,03–0,23 ед. Наибольшее подкисление почвенного раствора отмечено в транзитном-аккумулятивном варианте северного склона (на 0,23 ед.). Установлено, что применение компоста многоцелевого назначения способствовало увеличению урожайности культур в среднем за ротацию на 1,6–13,2 ц/га кормовых единиц. Максимальная прибавка урожая (44 %) получена в элювиально-транзитном и транзитном вариантах южного склона. **Научная новизна.** Установлена зависимость агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы и продуктивности культур от применения компоста многоцелевого назначения в отдельных агромикрорландшафтах.

Ключевые слова: агромикрорландшафт, склон, компост многоцелевого назначения, почва, агрохимические показатели, ротация севооборота, коэффициент вариации, продуктивность культур.

Для цитирования: Рублюк М. В., Иванов Д. А., Карасева О. В. Влияние компоста многоцелевого назначения на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур в мелиорированных агроландшафтах // Аграрный вестник Урала. 2021. № 06 (209). С. 12–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-209-06-12-21.

Дата поступления статьи: 12.04.2021, **дата рецензирования:** 13.05.2021, **дата принятия:** 21.05.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

В современных условиях ведение сельского хозяйства должно выполняться на основе технологий точного земледелия, где основополагающим принципом является адаптивность к внутрисочвенной вариативности почвенного плодородия, учет которой с агрохимической точки зрения является наиболее затратным вопросом [1, с. 145]. Исследования по накоплению знаний о поле и выделении на этой основе контуров (элементарных участков) составляет основу почвоадаптивного применения агрохимических средств [2, с. 61], [3, с. 340]. В современной литературе име-

ется много информации о неоднородности распределения элементов питания по полю [4, с. 450], [5, с. 4], [6, с. 30], что является основополагающим для дифференцированного применения удобрений. Применяемые удобрения оказывают комплексное действие на плодородие и свойства почвы: подкисляют или подщелачивают почву [7, с. 425]; изменяют ее агрохимические свойства [8, с. 20], [9, с. 36], [10, с. 20], [11, с. 17]; влияют на биологическую и ферментативную активность почвы; усиливают минерализацию или синтез гумуса и др. [5, с. 4], [12, с. 37], [13, с. 23], [14, с. 27]. Исследования эффективности применения

удобрений в конкретных почвенно-климатических и ландшафтных условиях при разной степени окультуренности почвы имеют первостепенное значение для оптимизации доз удобрений. В современный период важны нетрадиционные удобрения, значимое место среди которых занимают продукты биоконверсии органического сырья. Одним из таких удобрений является компост многоцелевого назначения (КМН), который производится методом аэробной твердофазной ферментации из навоза, птичьего помета и других субстратов в биоферментерах на базе ВНИИМЗ.

Целью исследований является изучение влияния компоста многоцелевого назначения на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур полевого севооборота в мелиорированных агроландшафтах гумидной зоны.

Методология и методы исследований (Methods)

Для оценки влияния компоста многоцелевого назначения (КМН) на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность возделываемых культур в 2013 г. был заложен эксперимент. Удобрение вносили весной под предпосевную культивацию яровой пшеницы в дозе 12 т/га, что составляет $N_{300}P_{180}K_{120}$. В дальнейшем изучалось последствие КМН в зернотравяном севообороте со следующим чередованием культур: яровая пшеница – яровой рапс (на сидерат) – озимая рожь – овес с подсевом трав – травосмеси 1–3 года пользования.

Вариантами опыта являются агромикрорландшафты (АМЛ), которые занимают вершину холма, склоны (южный и северный) и межхолмные депрессии (понижение склонов):

- 1) Т-Аю. – транзитно-аккумулятивный АМЛ южного склона;
- 2) Тю – транзитный АМЛ южного склона;
- 3) Э-Тю – элювиально-транзитный АМЛ южного склона;
- 4) Э-А – элювиально-аккумулятивный АМЛ (вершина холма);
- 5) Э-Тс – элювиально-транзитный АМЛ северного склона;
- 6) Тс – транзитный АМЛ северного склона;
- 7) Т-Ас – транзитно-аккумулятивный АМЛ северного склона.

Транзитно-аккумулятивные АМЛ, расположенные в нижних частях склонов и в межхолмных депрессиях, характеризуются преобладанием в почвенном профиле процессов латерального (бокового) переноса вещества током влаги и ее частичной аккумуляцией из намывных и грунтовых вод. Транзитные микрорландшафты занимают центральные части склонов, в них господствует боковой ток влаги, что нередко приводит к активизации здесь эрозионных процессов. Элювиально-транзитные геоконтакты развиваются в верхних частях склонов под воздействием латерального тока влаги и вертикального промывания ею почвенной толщи. На вершине холма преобладает элювиально-аккумулятивный АМЛ – местоположение, где господствует вертикальное промывание почв дождевыми осадками и наблюдается также их частичная аккумуляция в микропонижениях.

Почва объекта исследований дерново-сильноподзолистая остаточно-карбонатная глееватая на морене. Гранулометрический состав вариантов южного склона и вершины – супесчаный, северного склона – легкосуглинистый. Опытный участок осушен закрытым гончарным дренажем, глубина залегания дрен – 1 м. Расстояние между дренами в элювиальных вариантах составляет 40 м, в транзитных и транзитно-аккумулятивных – соответственно 30 и 20 м. В пределах опытного участка выделено 30 одинаковых делянок (точки опробования), в которых ведутся наблюдения за показателями почвенного покрова и растениями. Учетная площадь делянки – 288 м², повторность четырехкратная.

Агрохимические показатели почвы определяли по общепринятой методике в сертифицированной лаборатории ВНИИМЗ. Пробы почвы отбирали в центре учетной делянки из пахотного горизонта [15, с. 7]. Изучали каждую делянку с привязкой к конкретному месту взятия пробы. Математическая обработка полученных результатов исследований была выполнена методами описательной статистики, а также дисперсионным и корреляционным анализом, с использованием программ – STATGRAFICS+, EXCEL 2007.

Результаты (Results)

Продуктивность культур напрямую зависит от обеспеченности почвы элементами питания. Изучение свойств дерново-подзолистой почвы в агроландшафте Нечерноземной зоны проводилось по основным элементам питания: обменной кислотности почвы, органическому веществу, легкогидролизуемому азоту, подвижному фосфору и обменному калию.

Как видно из таблицы 1, плодородие почвы перед закладкой опыта характеризовалось высокой и средней степенью обеспеченности подвижным фосфором, средней и низкой – обменным калием. Почва имела кислую и слабокислую реакцию. Содержание органического вещества находилось на уровне 1,13–2,96 %. Вместе с тем, как видно на рис. 1, колебания агрохимических показателей по вариантам опыта были существенны. Так, значения кислотности почвы находились в пределах 4,40 и 6,35 ед., легкогидролизуемого азота – 21 и 84 мг/кг, подвижного фосфора – 78 и 430 мг/кг, обменного калия – 57 и 200 мг/кг почвы.

В пределах объекта исследований выделяются зоны с повышенным содержанием элементов питания. На склоне южной экспозиции наблюдалось высокое содержание подвижного фосфора и обменного калия. Это объясняется влиянием как ландшафта (уклон составляет 5°), где питательные вещества перемещались на склоне в результате эрозии, так и хозяйственной деятельностью человека, а именно внесением высоких доз удобрений в прошлые годы.

В таблице 2 представлены коэффициенты вариации основных агрохимических показателей в пределах опытных делянок. Наибольшая вариабельность показателей почвенного плодородия в пределах вариантов наблюдалась по содержанию в почве легкогидролизуемого азота. Максимальный ее показатель отмечен в транзитных вариантах северного склона ($V = 31,6...42,6\%$).

Таблица 1
Характеристика исходного уровня плодородия почвы в изучаемых агромикрорландшафтах (2013 г., перед посевом яровой пшеницы)

Варианты АМЛ	рН _{KCl}	Содержание в почве			
		Органическое вещество, %	N _{легкогидрол.}	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг/кг		
1. Т-Аю	5,08	1,13	31,5	398	140
2. Тю	5,56	2,01	30,4	419	147
3. Э-Тю	5,51	2,53	30,5	150	162
4. Э-А	4,93	1,99	46,6	187	88
5. Э-Тс	4,74	2,51	61,2	78	57
6. Тс	5,70	2,68	67,1	163	75
7. Т-Ас	5,68	2,96	51,6	164	73
Среднее	5,16	2,26	45,7	222	106
HCP ₀₅	0,56	0,43	19,6	97,1	27,2

Table 1
Characteristics of the initial level of soil fertility in the studied agromicrolandscapes (2013, before sowing spring wheat)

Variants of agromicrolandscapes	pH _{KCl}	Content in soil			
		Organic matter, %	N _{easily hydrolyzable}	P ₂ O ₅	K ₂ O
			mg/kg		
1. Transit-accumulative southern slope	5.08	1.13	31.5	398	140
2. Transit-southern slope	5.56	2.01	30.4	419	147
3. Eluvial-transit southern slope	5.51	2.53	30.5	150	162
4. Eluvial-accumulative	4.93	1.99	46.6	187	88
5. Eluvial-transit northern slope	4.74	2.51	61.2	78	57
6. Transit northern slope	5.70	2.68	67.1	163	75
7. Transit-accumulative northern slope	5.68	2.96	51.6	164	73
Average	5.16	2.26	45.7	222	106
LSD ₀₅	0.56	0.43	19.6	97.1	27.2

Таблица 2
Коэффициенты вариации основных агрохимических показателей по вариантам опыта, %

Варианты АМЛ	Коэффициенты вариации				
	рН _{KCl}	Органическое вещество, %	N _{легкогидрол.}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Коэффициенты вариации в начале ротации					
1. Т-Аю	3,45	7,5	12,1	8,80	8,60
2. Тю	9,49	12,3	23,2	9,02	8,26
3. Э-Тю	8,01	14,9	15,1	6,67	25,6
4. Э-А	5,64	12,4	5,34	25,9	3,74
5. Э-Тс	5,22	25,8	8,75	2,80	10,1
6. Тс	7,02	5,8	42,6	16,4	20,0
7. Т-Ас	7,72	17,1	31,6	12,8	11,9
Коэффициенты вариации в конце ротации					
1. Т-Аю	7,07	8,0	8,11	7,01	11,1
2. Тю	9,36	7,8	32,4	11,5	21,8
3. Э-Тю	12,1	5,5	10,9	19,4	24,7
4. Э-А	2,89	5,0	4,41	12,6	12,4
5. Э-Тс	4,15	10,0	6,67	7,79	14,9
6. Тс	6,61	7,3	11,4	16,1	5,49
7. Т-Ас	13,0	5,0	21,7	28,4	7,80

Coefficients of variation of the main agrochemical indicators by variants of the experiment, %

Variants of agromicrolandscapes	Coefficients of variation				
	pH_{KCl}	Organic matter, %	$N_{\text{easily hydrolyzable}}$	P_2O_5	K_2O
<i>Variation coefficients at the start of rotation</i>					
1. Transit-accumulative southern slope	3.45	7.5	12.1	8.80	8.60
2. Transit-southern slope	9.49	12.3	23.2	9.02	8.26
3. Eluvial-transit southern slope	8.01	14.9	15.1	6.67	25.6
4. Eluvial-accumulative	5.64	12.4	5.34	25.9	3.74
5. Eluvial-transit northern slope	5.22	25.8	8.75	2.80	10.1
6. Transit northern slope	7.02	5.8	42.6	16.4	20.0
7. Transit-accumulative northern slope	7.72	17.1	31.6	12.8	11.9
<i>Variation coefficients at the end of the rotation</i>					
1. Transit-accumulative southern slope	7.07	8.0	8.11	7.01	11.1
2. Transit-southern slope	9.36	7.8	32.4	11.5	21.8
3. Eluvial-transit southern slope	12.1	5.5	10.9	19.4	24.7
4. Eluvial-accumulative	2.89	5.0	4.41	12.6	12.4
5. Eluvial-transit northern slope	4.15	10.0	6.67	7.79	14.9
6. Transit northern slope	6.61	7.3	11.4	16.1	5.49
7. Transit-accumulative northern slope	13.0	5.0	21.7	28.4	7.80

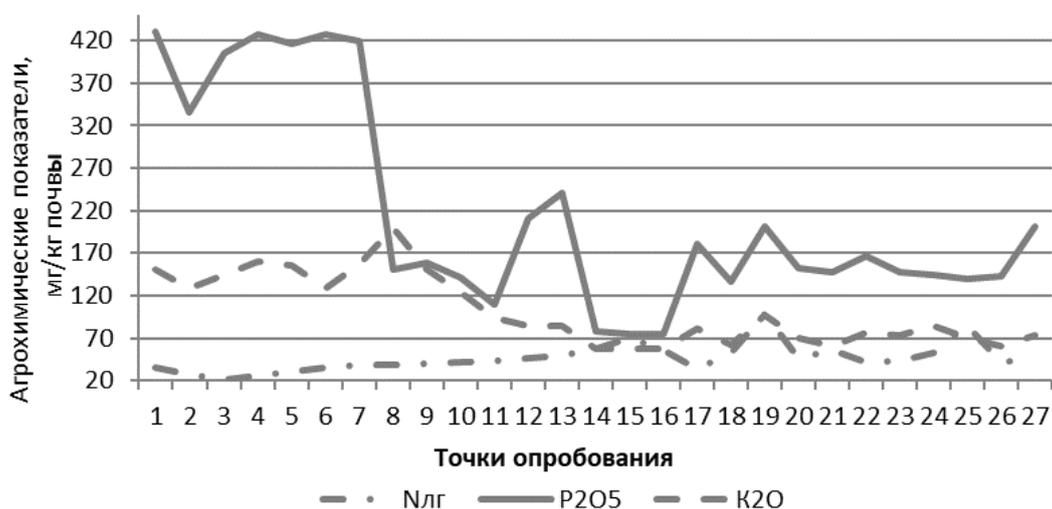


Рис. 1. Распределение основных элементов питания на опытном стационаре перед закладкой эксперимента (2013 г.)

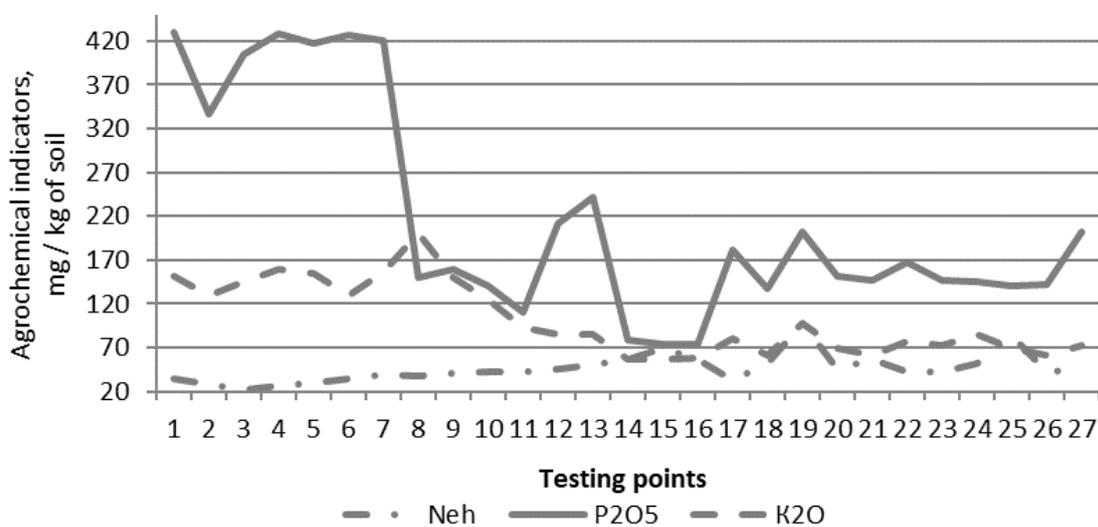


Fig. 1. Distribution of the main nutrients in the experimental area before the start of the experiment (2013)

Наименьшей изменчивостью отличались делянки по кислотности почвы ($V = 3,45 \dots 9,49$ %). Среднее значение коэффициента вариации наблюдалось по органическому веществу почвы ($V = 12,3 - 17,2$ %). По фосфору и калию в транзитных вариантах северного склона (Т-Ас и Тс) вариабельность была средней и составила соответственно 12,8–16,4 и 11,9–20 %. Высокая вариабельность показателей наблюдалась в элювиальных вариантах (по подвижному фосфору – на вершине холма (Э-А), по обменному калию – Э-Тю) и составила соответственно 25,9 и 25,6 %.

Таким образом, наиболее высокой изменчивостью показателей почвенного плодородия перед закладкой опыта характеризовались элювиальные варианты: элювиально-аккумулятивный – по подвижному фосфору (25,9 %); элювиально-транзитный южного склона – по обменному калию (25,6 %); элювиально-транзитный северного склона – по гумусу (25,8 %), а также транзитные АМЛ – по легкогидролизуемому азоту (31,6–425,6 %).

На рис. 1 показано распределение основных элементов питания по точкам опробования опытного стационара. Максимальное накопление подвижного фосфора отмечено на южном склоне – 398–419 мг/кг. В элювиальных вариантах и на северном склоне его количество снижалось. Минимальный его показатель отмечен в элювиально-транзитном варианте северного склона – 78 мг/кг.

Отмечено увеличение содержания обменного калия в почве элювиально-транзитного варианта южного склона до 162 мг/кг. На вершине и на вариантах северного склона его количество существенно снижалось. Наиболее низкое количество калия (57 мг/кг) зафиксировано в элювиально-транзитном варианте северного склона. Перед закладкой опыта более высокое накопление легкогидролизуемого азота наблюдалось на вариантах северного склона – в транзитном варианте этот показатель был максимальный – 67,1 мг/кг. На всех вариантах южного склона накопление азота в почве снижалось до 30,4–31,5 мг/кг.

Таблица 3

Агрохимические показатели почвы в конце ротации полевого севооборота в зависимости от изучаемых агромикрорландшафтов (2019 г.)

Варианты АМЛ	pH _{KCl}	Содержание в почве			
		Органическое вещество, %	N _{легкогидрол.}	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг/кг		
1. Т-Аю	5,11	1,21	18,9	395	166
2. Тю	5,53	2,25	26,3	459	157
3. Э-Тю	5,45	25,70	25,2	164	161
4. Э-А	4,76	2,20	23,3	201	113
5. Э-Тс	4,59	2,70	30,1	97,0	65,0
6. Тс	5,51	2,85	28,7	178	93,0
7. Т-Ас	5,45	3,27	37,3	175	84,0
Среднее	5,20	2,45	27,1	238	120
НСР ₀₅	Различия незначительны	0,32	7,29	72,3	38,8

Table 3

Agrochemical parameters of the soil at the end of the rotation of the field crop rotation depending on the studied agromicrolandscapes (2019)

Variants of agromicrolandscapes	pH _{KCl}	Content in soil			
		Organic matter, %	N _{easily hydrolyzable}	P ₂ O ₅	K ₂ O
			mg/kg		
1. Transit-accumulative southern slope	5.11	1.21	18.9	395	166
2. Transit-southern slope	5.53	2.25	26.3	459	157
3. Eluvial-transit southern slope	5.45	25.70	25.2	164	161
4. Eluvial-accumulative	4.76	2.20	23.3	201	113
5. Eluvial-transit northern slope	4.59	2.70	30.1	97.0	65.0
6. Transit northern slope	5.51	2.85	28.7	178	93.0
7. Transit-accumulative northern slope	5.45	3.27	37.3	175	84.0
Average	5.20	2.45	27.1	238	120
LSD ₀₅	Insignificant differences	0.32	7.29	72.3	38.8

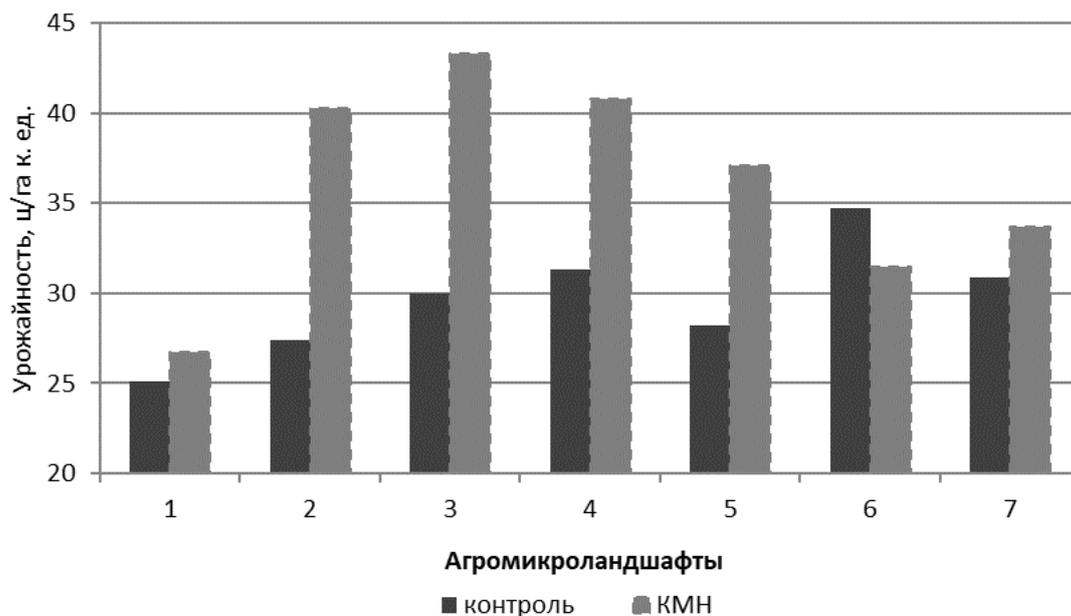


Рис. 2. Влияние компоста на продуктивность культур за ротацию севооборота в агромикрорландшафтах (среднее за 2013–2019 гг.):

варианты АМЛ: 1 – транзитно-аккумулятивный южного склона, 2 – транзитный южного склона, 3 – элювиально-транзитный южного склона, 4 – элювиально-аккумулятивный, 5 – элювиально-транзитный северного склона, 6 – транзитный северного склона, 7 – транзитно-аккумулятивный северного склона

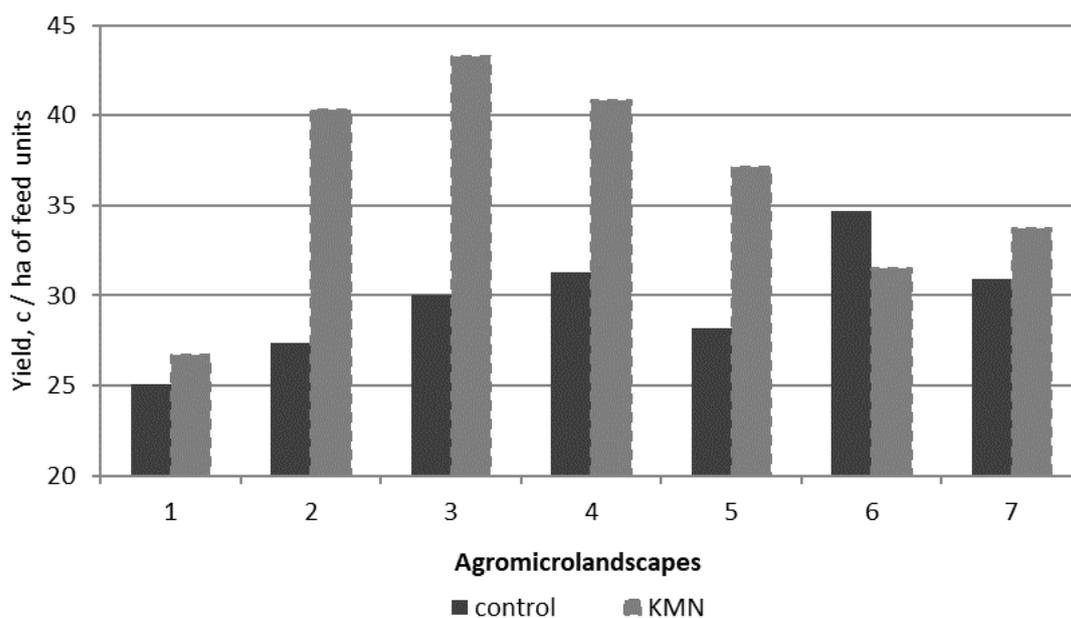


Fig. 2. Influence of compost on crop productivity during rotation of crop rotation in agromicrolandscapes (average for 2013–2019): variants of agromicrolandscapes: 1 – transit-accumulative southern slope, 2 – transit-southern slope, 3 – eluvial-transit southern slope, 4 – eluvial-accumulative, 5 – eluvial-transit northern slope, 6 – transit northern slope, 7 – transit-accumulative northern slope

Применение компоста многоцелевого назначения в дозе 12 т/га под яровую пшеницу в полевом севообороте оказало неоднозначное влияние на плодородие дерново-подзолистой почвы. Результаты агрохимического обследования почвы опытного стационара в конце ротации севооборота представлены в таблице 3.

Установлено, что за ротацию севооборота содержание в пахотном слое почвы подвижного фосфора и обменного калия возросло на 7,4–23,0 и 6,8–26,5 %

соответственно. Наибольшее увеличение этих показателей отмечено на вариантах северного склона. Увеличение подвижного фосфора здесь было максимальным в элювиально-транзитном варианте (Э-Тс), а обменного калия – в транзитном АМЛ (Тс) и составило соответственно 23,6 и 26,5 %. Содержание подвижного фосфора в Т-Аю и обменного калия в Э-Тю практически не изменилось и составило соответственно 395 и 161 мг/кг. По содержанию легкоги-

дроллизуемого азота отмечено его снижение на всех вариантах опыта. За ротацию севооборота снижение легкогидролизуемого азота составило 13,4–57,2 %. Количество азота в почве максимально снижалось на вариантах северного склона (Тс и Э-Тс) и на вершине. Снижение азота в почве связано не только с выносом его с урожаем, но и с влажностью почвы, содержанием гумуса и интенсивностью прохождения микробиологических процессов.

По органическому веществу по всем вариантам опыта за семь лет произошло повышение на 6,7–11,9 % (отн.). Наибольшее увеличение органического вещества наблюдалось в транзитном варианте южного склона (11,9 %). В данном варианте сложились лучшие условия для гумификации растительных остатков. Следует отметить, что в экспериментальном севообороте три поля занимают травы и вследствие минерализации большого количества растительных остатков и произошло повышение органического вещества в почве.

Кислотность почвы (pH_{KCl}) за ротацию севооборота повышалась на 0,03–0,23 ед. Наибольшее подкисление реакции почвенного раствора отмечено в транзитно-аккумулятивном варианте северного склона (на 4,22 %). В понижении южного склона (Т-Аю) отмечено снижение кислотности почвы на 0,03 ед.

Использование органических удобрений в севообороте с насыщением травами (42 %) способствовало снижению пестроты содержания органического вещества в почве по вариантам опыта. Вариабельность органического вещества за семь лет снизилась на вариантах северного склона (Т-Ас и Э-Тс) на 12,1–15,4 % соответственно (таблица 2). На вариантах южного склона снижение вариабельности составило 4,5–9,4 %, а в понижении южного склона вариабельность показателя практически не изменилась. По минеральному азоту наблюдалось снижение его вариабельности на 52,1–31,5 %. Наибольшее ее снижение отмечено в транзитном варианте северного склона – 31,5 %. На вершине вариабельность азота практически не изменялась, а на южном склоне (Тю) даже несколько возрастала (на 9 %).

Вариабельность подвижного фосфора за ротацию севооборота увеличилась в пределах плоской вершины (Э-Тю) и в нижней части северного склона (в Т-Ас) на 12,8–15,6 %. По обменному калию отмечено существенное увеличение вариабельности его содержания на склонах (Тю и Тс) на 13,6–15 % соответственно. По другим вариантам различия были незначительными. Пространственная вариабельность показателей кислотности почвы за ротацию севооборота увеличилась в пределах плоской вершины (Э-Тю) и в нижней трети северного склона (Т-Ас) на 4,09–5,35 соответственно. Характер пространственного распределения элементов питания, особенно подвижного фосфора и обменного калия, за семь лет исследований изменился незначительно: наблюдалась тенденция к увеличению пестроты, особенно на вариантах северного склона. Отмечено более равномерное распределение

содержания легкогидролизуемого азота по полям опыта.

Применение компоста многоцелевого назначения под яровую пшеницу способствовало достоверному увеличению урожайности возделываемых культур ($HCP_{05} = 5,46$ ц). В среднем за ротацию севооборота урожайность культур в опыте с КМН составила 26,7–43,2 ц/га кормовых единиц (рис. 2). Продуктивность возделываемых культур по сравнению с контрольным вариантом существенно возросла (на 8,9–13,2 ц/га кормовых единиц) в элювиальных вариантах и в транзите южного склона.

Наибольшая прибавка урожая от внесения компоста получена на вариантах южного склона (Э-Тю и Тю) и составила 13,2 ц/га. В нижних частях склонов (Т-Аю и Т-Ас) рост урожайности был незначительным, а в транзите северного склона урожайность была ниже контрольного варианта.

Таким образом, применение компоста многоцелевого назначения под яровую пшеницу в норме 12 т/га в полевом севообороте способствовало увеличению урожайности культур в среднем за ротацию на 1,6–13,2 ц/га кормовых единиц. Максимальная прибавка урожая (13,2 ц/га кормовых единиц) получена на вариантах южного склона (Э-Тю и Тю).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Применение компоста многоцелевого назначения под посев яровой пшеницы в севообороте оказало неоднозначное влияние на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы. Уровень подвижного фосфора за ротацию севооборота увеличился на 7,4–23 %, обменного калия – на 6,8–26,5 %. На участках с низким содержанием элементов питания увеличивалось накопление подвижного фосфора (Э-Тс) и обменного калия (Тс) – на 23,6 и 26,5 % соответственно. На вариантах опыта с высоким содержанием питательных элементов их содержание за ротацию несколько снизилось. Содержание легкогидролизуемого азота за ротацию севооборота снижалось на 13,4–57,2 %. Количество азота в почве максимально уменьшилось на вариантах северного склона (Тс и Э-Тс) и на вершине. По всем вариантам опыта за семь лет произошло повышение содержания органического вещества на 6,7–11,9 процентных пунктов. Наибольшее увеличение содержания органического вещества наблюдалось в транзитном варианте южного склона (11,9 %). Кислотность почвы (pH_{KCl}) за ротацию севооборота повысилась на 0,03–0,23 ед. Наибольшее подкисление реакции почвенного раствора отмечено в транзитно-аккумулятивном варианте северного склона (на 0,23 ед.). В транзитно-аккумулятивном варианте южного склона кислотность почвы несколько снизилась (на 0,03 ед.). Применение компоста многоцелевого назначения под яровую пшеницу в норме 12 т/га в полевом севообороте способствовало увеличению урожайности культур в среднем за ротацию на 1,6–13,2 ц/га кормовых единиц. Максимальная прибавка урожая (44 %) получена в элювиально-транзитном и транзитном вариантах южного склона.

Библиографический список

1. Артемьев А. А., Гурьянов А. М. Изменение агрохимических показателей чернозема выщелоченного под влиянием дифференцированного применения минеральных удобрений // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019. Том 20. № 2. С. 144–151. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.144-152.
2. Шемняков Д. В., Налиухин А. Н. Изменение внутриагрозональной вариативности показателей пахотных почв и определение потребности в удобрениях // *Молочнохозяйственный вестник*. 2015. № 2. С. 55–62.
3. Gopp N. V., Savenkov O. A. Relationships between the NDVI, yield of spring wheat, and properties of the plow horizon of eluviated clay-illuvial chernozems and dark gray soils // *Eurasian soil science*. 2019. Vol. 52. No. 3. Pp. 339–347. DOI: 10.1134/S1064229319030050.
4. Bulgakov D. S., Rukhovich D. I., Shishkonakova E. A., et al. The application of the soil-agroclimatic index for assessing the agronomic potential of arable lands in the forest-steppe zone of Russia // *Eurasian Soil Science*. 2018. Vol. 51. No. 4. Pp. 448–459. DOI: 10.1134/S1064229318040038.
5. Семенова Е. А., Афанасьев Р. А. Эффективность применения удобрений под яровую пшеницу в условиях Уральского региона // *Плодородие*. 2018. № 6. С. 2–4. DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.01.
6. Рублюк М. В., Иванов Д. А. Мониторинг агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы мелиорированных агроландшафтов // *Плодородие*. 2019. № 2. С. 28–30. DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.09.
7. Merzlaya N. Ye. Agrocenosis stability during long-term application of fertilizers on soddy-podzolic soil // *Eurasian Soil Science*. 2021. No. 54. Pp. 424–430. DOI: 10.1134/S1064229321030121.
8. Чеботарев Н. Г., Шергина Н. Н. влияние многолетнего комплексного применения удобрений на плодородие и продуктивность дерново-подзолистой почвы евро-северо-востока // *Плодородие*. 2020. № 4. С. 17–21. DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.05.
9. Кириллова Е. В., Копылов А. Л. Влияние различных систем удобрений на изменение агрохимических свойств почвы // *Аграрный вестник Урала*. 2017. № 4 (158). С. 31–36.
10. Пронько В. В., Ярошенко Т. М., Климова Н. Ф., Журавлев Д. Ю. Влияние минеральных удобрений и погодных условий на вынос элементов питания зерновыми культурами в степи Поволжья // *Плодородие*. 2020. № 2. С. 17–20. DOI: 10.25680/S19948603.2020.113.05.
11. Мерзлая Г. Е., Афанасьев Р. А. Эффективность последствия минеральных и органических удобрений на дерново-подзолистой почве // *Плодородие*. 2019. № 1. С. 15–17. DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.04.
12. Шаповалова Н. Н., Шустикова Е. П. Питательный режим обыкновенного чернозема в последствии длительного применения фосфорных удобрений // *Плодородие*. 2017. № 2. С. 34–37.
13. Золкина Е. Н. Влияние длительного применения удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур // *Плодородие*. 2019. № 5. С. 20–23. DOI: 10.25680/S19948603.2019.110.06.
14. Мельцаев И. Г., Эседуллаев С. Т. Влияние органических удобрений и способов его заделки на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в верхневолжском регионе // *Плодородие*. 2019. № 3. С. 25–29. DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.08.
15. Сычев В. Г., Афанасьев Р. А., Личман Г. И., Марченко Н. М. Методика отбора почвенных проб по элементарным участкам поля в целях дифференцированного применения удобрений. Москва, 2007. 36 с.

Об авторах:

Мария Владимировна Рублюк¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0001-5319-2614, AuthorID 423052; +7 903 807-50-40, maria.rubluk@mail.ru

Дмитрий Анатольевич Иванов¹, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, профессор, главный научный сотрудник, ORCID 0000-0002-2588-272X, AuthorID 110044; +7 920 693-27-57, volok123@gvmail.com

Ольга Васильевна Карасева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-8377-6386, AuthorID 695485; +7 915 726-68-82, olga.karaseva.vniimz@mail.ru

¹ ФИЦ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», Москва, Россия

Influence of multipurpose compost on agrochemical indicators of sod-podzolic soil and crop productivity in reclaimed agricultural landscapes

M. V. Rublyuk¹✉, D. A. Ivanov¹, O. V. Karaseva¹

¹ Federal Research Centre V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

✉E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

Abstract. The aim of the research is to study the effect of multipurpose compost on the agrochemical indicators of sod-podzolic soil and the productivity of field crop rotation in reclaimed agricultural landscapes of the humid zone. **Methodology and methods of research.** The studies were carried out at an experimental area in the Tver region in

2013–2019 on a drained soddy-podzolic gley soil. Multipurpose compost was applied for sowing spring wheat at a dose of 12 t/ha, which is $N_{300}P_{180}K_{120}$. Subsequently, the aftereffect of compost on soil properties and crop productivity in the crop rotation was studied: spring wheat – spring rapeseed (for green manure) – winter rye - oats with over-sowing of grasses – a mixture of 1–3 years of use. Grain crop rotation was deployed in time. **Results.** It was found that the level of mobile phosphorus increased by 7.4–23 %, exchangeable potassium – by 6.8–26.5 %. In areas with a low content of nutrients, the accumulation of mobile phosphorus (in the eluvial-transit variant of the northern slope) and exchangeable potassium (in the transit northern slope) increased by 23.6 and 26.5 %, respectively. On variants of the experiment with a high content of nutrients, their content decreased slightly over seven years. The amount of easily hydrolyzable nitrogen during the rotation of the crop rotation decreased by 13.4–57.2 %. The content of organic matter increased by 6.7–11.9 % (rel.). Soil acidity (pHKCl) during the rotation of the crop rotation increased by 0.03–0.23 units. The greatest acidification of the soil solution was noted in the transit-accumulative variant of the northern slope (by 0.23 units). It was found that the use of multipurpose compost contributed to an increase in crop yield on average per rotation by 1.6–13.2 c/ha of feed units. The maximum yield increase (44%) was obtained in the eluvial-transit and transit variants of the southern slope. **Scientific novelty.** The dependence of agrochemical indicators of sod-podzolic soil and crop productivity on the use of multipurpose compost in individual agromicrolandscapes has been established.

Keywords: agromicrolandscape, slope, multipurpose compost, soil, agrochemical indicators, crop rotation, coefficient of variation, crop productivity.

For citation: Rublyuk M. V., Ivanov D. A., Karaseva O. V. Vliyanie komposta mnogotselevogo naznacheniya na agrokhimicheskie pokazateli dernovo-podzolistoy pochvy i produktivnost' kul'tur v meliorirovannykh agrolandshaftakh [Influence of multipurpose compost on agrochemical indicators of sod-podzolic soil and crop productivity in reclaimed agricultural landscapes] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 06 (209). Pp. 12–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-209-06-12-21. (In Russian.)

Date of paper submission: 12.04.2021, **date of review:** 13.05.2021, **date of acceptance:** 21.05.2021.

References

1. Artem'ev A. A., Gur'yanov A. M. Izmenenie agrokhimicheskikh pokazateley chernozema vyshchelochennogo pod vliyaniem differentsirovannogo primeneniya mineral'nykh udobreniy [Changes in agrochemical parameters of leached chernozem under the influence of differentiated use of minerals] // Agricultural Science Euro-North-East. 2019. Vol. 20. No. 2. Pp. 144–151. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.144-152. (In Russian.)
2. Shemnyakov D. V., Naliukhin A. N. Izmenenie vnutripolevoy variabel'nosti pokazateley pakhotnykh pochv i opredelenie potrebnosti v udobreniyakh [Studying the variability of agrochemical parameters of arable soils within the field and defining the need for fertilizers and land improvers in precision agriculture techniques] // Molochnokhozyaystvennyy vestnik. 2015. No. 2. Pp. 55–62. (In Russian.)
3. Gopp N. V., Savenkov O. A. Relationships between the NDVI, yield of spring wheat, and properties of the plow horizon of eluviated clay-illuvial chernozems and dark gray soils // Eurasian soil science. 2019. Vol. 52. No. 3. Pp. 339–347. DOI: 10.1134/S1064229319030050.
4. Bulgakov D. S., Rukhovich D. I., Shishkonakova E. A., et al. The application of the soil-agroclimatic index for assessing the agronomic potential of arable lands in the forest-steppe zone of Russia // Eurasian Soil Science. 2018. Vol. 51. No. 4. Pp. 448–459. DOI: 10.1134/S1064229318040038.
5. Semenova E. A., Afanas'ev R. A. Effektivnost' primeneniya udobreniy pod yarovuyu pshenitsu v usloviyakh Ural'skogo regiona [Efficiency of application of fertilizers under spring wheat under the conditions of the Ural region] // Plodorodie. 2018. No. 6. Pp. 2–4. DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.01. (In Russian.)
6. Rublyuk M. V., Ivanov D. A. Monitoring agrokhimicheskikh svoystv dernovo-podzolistoy pochvy meliorirovannykh agrolandshaftov [Monitoring of agrochemical properties of sod-podzolic soil of the reclaimed agrolandscapes] // Plodorodie. 2019. No. 2. Pp. 28–30. DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.09. (In Russian.)
7. Merzlaya H. Ye. Agrocenosis stability during long-term application of fertilizers on soddy-podzolic soil // Eurasian Soil Science. 2021. No. 54. Pp. 424–430. DOI: 10.1134/S1064229321030121.
8. Chebotarev N. G., Shergina N. N. Vliyanie mnogoletnego kompleksnogo primeneniya udobreniy na plodorodie i produktivnost' dernovo-podzolistoy pochvy evro-severo-vostoka [Influence of long-term complex application of fertilizers on the fertility and productivity of sod-podzolic soil in the euro-north-east] // Plodorodie. 2020. No. 4. Pp. 17–21. DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.05. (In Russian.)
9. Kirillova E. V., Kopylov A. L. Vliyanie razlichnykh sistem udobreniy na izmenenie agrokhimicheskikh svoystv pochvy [Influence of different fertilizer systems on changes in agrochemical properties of soil] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 4 (158). Pp. 31–36. (In Russian.)
10. Pron'ko V. V., Yaroshenko T. M., Klimova N. F., Zhuravlev D. Yu. Vliyanie mineral'nykh udobreniy i pogodnykh usloviy na vynos elementov pitaniya zernovymi kul'turami v stepi Povolzh'ya [Influence of mineral fertilizers and

weather conditions on the nutrient's removal with grain crops in the steppe of the Volga region] // Plodorodie. 2020. No. 2. Pp. 17–20. DOI: 10.25680/S19948603.2020.113.05. (In Russian.)

11. Merzlaya G. E., Afanas'ev R. A. Effektivnost' posledeystviya mineral'nykh i organicheskikh udobreniy na derno-podzolistoy pochve [Aftereffects of mineral and organic fertilizers applied in sod-podzolic soil] // Plodorodie. 2019. No. 1. Pp. 15–17. DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.04. (In Russian.)

12. Shapovalova N. N., Shustikova E. P. Pitatel'nyy rezhim obyknovennogo chernozema v posledeystvii dlitel'nogo primeneniya fosfornykh udobreniy [Nutrient regime of ordinary chernozem in the aftereffect of the long-term application of phosphate fertilizers] // Plodorodie. 2017. No. 2. Pp. 34–37. (In Russian.)

13. Zolkina E. N. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobreniy na plodorodie derno-podzolistoy pochvy i produktivnost' kul'tur [Influence of long-term fertilizer applications on fertility and yield of crops] // Plodorodie. 2019. No. 5. Pp. 20–23. DOI: 10.25680/S19948603.2019.110.06. (In Russian.)

14. Mel'tsaev I. G., Esedullaev S. T. Vliyanie organicheskikh udobreniy i sposobov ego zadelki na plodorodie pochvy i urozhaynost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Verkhnevolzhskom regione [Influence of organic fertilizers and techniques of their application on soil fertility and crops productivity in the Volga region] // Plodorodie. 2019. No. 3. Pp. 25–29. DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.08. (In Russian.)

15. Sychev V. G., Afanas'ev R. A., Lichman G. I., Marchenko N. M. Metodika otbora pochvennykh prob po elementarnym uchastkam polya v tselyakh differentsirovannogo primeneniya udobreniy [Method of soil sampling for elementary areas of the field for the purpose of differentiated application of fertilizers]. Moscow, 2007. 36 p. (In Russian.)

Authors' information:

Mariya V. Rublyuk¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0001-5319-2614, AuthorID 423052; +7 903 807-50-40, 2016vniimz-noo@list.ru

Dmitriy A. Ivanov¹, doctor of agricultural sciences, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, professor, chief researcher, ORCID 0000-0002-2588-272X, AuthorID 110044; +7 920 693-27-57, volok123@gvail.com

Olga V. Karaseva¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0002-8377-6386, AuthorID 695485; +7 915 726-68-82, olga.karaseva.vniimz@mail.ru

¹ Federal Research Centre V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia