

при выращивании яровой пшеницы на дерново-подзолистой почве / В. М. Лапушкин, Ф. Г. Игалиев, А. А. Лапушкина [и др.] // *Агрохимия*. – 2023. – № 2. – С. 29-35.
18. Борисова Н.И. Спектрофотометрический метод определения нитратов в почве / Н.И. Борисова // *Агрохимия*. – 1968. – № 8. С. 148–153.

19. Генкель П.А. Физиология сельскохозяйственных растений. Физиология пшеницы / П.А.Генкель. – М.: МГУ, 1969 – Т.4. – 556 с.
20. Кидин В.В. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / В.В. Кидин. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2009. – 412 с.

USE OF NITROGEN ENCAPSULATED UREA BY SPRING WHEAT

V.M. Lapushkin^{1,2}, Ph. D., M.A. Volkova^{1,2}, A.A. Lapushkina^{1,2}, Ph. D.

¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev agricultural academy, Timiryazevskaya str. 49, Moscow, 127434, Russia, e-mail: lapushkin@rgau-msha.ru, marina.volkova.2012@mail.ru

²All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, Pryanishnikov str., 31a, Moscow, 127434, Russia, e-mail: noisia4u@yandex.ru

The article presents data from vegetation experiments to study the effect of a new form of urea coated with monocalcium phosphate on the productivity and quality of spring wheat, as well as data from model experience to assess the intensity of nitrogen conversion from various forms of urea in the soil. Studies have shown that encapsulated urea, in comparison with uncoated urea, provides spring wheat plants with nitrogen most fully during the growing season, which contributes to an increase in grain yield by 10.0-12.0%, and the collection of crude protein by 1.1 times. The coating based on monocalcium phosphate contributes to an increase in the utilization rate of nitrogen from urea by 10.0-13.0%. At the same time, the utilization rate of urea nitrogen and the effect of containment of the processes of ammonification and nitrification increase with an increase in the thickness of the coating granules.

Keywords: nitrogen fertilizers, urea, long-acting urea, monocalcium phosphate, spring wheat, yield, ammonification, nitrification.

УДК 631.8:631.62:633.2.031

DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.05

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА МЕЛИОРИРОВАННОМ АГРОЛАНДШАФТЕ

А.И. Иванов, чл.-корр. РАН, Ж.А. Иванова, к.с.-х.н., ФГБНУ АФИ
195220, Санкт-Петербург, Гражданский пр., д.14
E-mail: ivanovai2009@yandex.ru. Тел.: +7 (911) 082-57-81

В двухфакторном ландшафтном полевом опыте, заложенном на частично мелиорированном пологосклонном агроландшафте Меньковского филиала АФИ в 2013-2019 г., дана сравнительная оценка агрономической эффективности органоминеральной зональной (ЗСУ) и точной (ТСУ) системы удобрения. Пространственная дифференциация доз органических и минеральных удобрений в вариантах ТСУ осуществлялась с учетом специфики геохимических режимов в отдельных агромикрорландшафтах (АМЛ). Установлено, что в осушаемой аккумулятивной части агроландшафта урожайность зеленой массы злаковых трав достигла 24,82 т/га, превысив на 25 % уровень в элювиальных АМЛ. Отдача от удобрений была высокой во всех АМЛ и варьировала от 92 % в АМЛ 2 до 175 % в АМЛ 3. Достоверное превосходство (8 % по продуктивности, 15 % по окупаемости) над ЗСУ обеспечил вариант ТСУ с дифференцированным внесением органических и минеральных удобрений.

Ключевые слова: агроландшафт, многолетние злаковые травы, точная система удобрения, дифференцированное внесение, ландшафтно-экологические условия, агрономическая эффективность.

Для цитирования: Иванов А.И., Иванова Ж.А. Оценка влияния ландшафтно-экологических условий на урожайность многолетних трав и эффективность точных систем удобрения на мелиорированном агроландшафте // *Плодородие*. – 2023. – №6. – С. 19-23. DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.05.

На Северо-Западе РФ возделывание сельскохозяйственных культур, в том числе, многолетних трав, ведется в условиях высокой пространственной неоднородности почвенного покрова и его свойств, определяющих жизнедеятельность растений. Как и в ряде других мест чаще она обусловлена неоднородностью материнских пород [3, 5, 8], сложностью рельефа с соответствующими ему геохимическими режимами [1, 7, 13] и спецификой предшествующей земледельческой деятельности [3, 5]. Это требует от земледельца дифференциации агротехнических мероприятий, направленных на оптимизацию водно-воздушного, теплового и питательного режимов почвы с использованием мелиорации и удобрений [1, 10]. В современных условиях, когда вероятность засухи в отдельные периоды вегетации в регионе находится в пределах 27-82 %, а переувлажнения – 18-36 % [4], эффективное управление продукционным процессом полевых культур предполагает двунаправленное мелиоративное регулирование

водного режима [2, 4, 11] и применение органоминеральных систем удобрения [10, 11].

До настоящего времени проектирование последних базируется на учёте агрохимических и отдельных физических свойств почвы в сочетании с биологическими особенностями минерального питания культур. Столь же важные факторы эффективности удобрений – водно-воздушные и тепловые свойства почвы, её микробиологическая активность, степень развития эрозионных процессов, то есть всё, что является следствием сопутствующих ландшафтно-экологических условий [1, 7, 13]. Их влияние на систему удобрения изучено недостаточно, а имеющаяся научная информация варьирует от ожидания высокой эффективности перераспределения удобрений внутри агроландшафта [1, 6, 13] до констатации весьма малых её значений [12]. Дополнительная неопределенность в этом вопросе связана с выбором в качестве объекта доминирующих в структуре посевных площадей региона

многолетних трав, характеризующихся разнообразием ботанического состава и высокой адаптивностью.

В статье анализируются результаты ландшафтного опыта АФИ.

Цели исследований – оценить влияние ландшафтно-экологических условий на урожайность сельскохозяйственных культур, а также найти один из возможных вариантов методических подходов к пространственной коррективке доз удобрений.

Приведённые данные относятся к первой ротации полевого севооборота (2013-2019 г.).

Методика. Для решения поставленных задач в 2013 г. в Меньковском филиале АФИ, находящемся в Гатчинском районе Ленинградской области, был заложен ландшафтный полевой опыт на основе предварительного детального почвенного обследования [3]. В качестве объекта исследования выбран частично мелиорированный закрытой осушительной сетью агроландшафт в пределах урочища «Кривое Колено» на пологом склоне с перепадом высот от 102 до 89 м общей площадью 53,65 га. Почвенный покров представлен мелкоконтурными комплексами глееватых дерново-подзолистых почв легко- и среднесуглинистого гранулометрического состава, обладающих в пределах пахотного слоя следующими основными параметрами и их пространственной вариативностью: физическая глина – 28,1-33,4 % (C_v – 8 %), pH_{KCl} 4,86-6,01 (C_v – 101 %), гидролитическая кислотность – 2,41-3,51 смоль(экв)/кг (C_v – 16 %), обменные основания – 3,68-4,67 смоль(экв)/кг (C_v – 11 %), органическое вещество – 2,39-4,01 % (C_v – 18 %), легкогидролизующий азот – 44-91 мг/кг (C_v – 31 %), подвижный азот – 13-26 мг/кг (C_v – 28 %), подвижный фосфор – 170-293 мг/кг (C_v – 25 %), подвижный калий – 66-112 мг/кг (C_v – 29 %).

Для опыта было подобрано 5 ключевых участков площадью по 300 м², представляющих соответствующие агромикрорландшафты (АМЛ) с разными литогенной основой и геохимическими режимами: АМЛ 1 – элювиальный (на дерново-слабоподзолистой глееватой среднесуглинистой почве), АМЛ 2 – элювиально-аккумулятивный (на дерново-слабоподзолистой глееватой легкосуглинистой почве), АМЛ 3 – транзитно-элювиальный (на среднесуглинистой дерново-слабоподзолистой глееватой легкосуглинистой почве), АМЛ 4 – аккумулятивный (на остаточнокarbonатной дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве), АМЛ 5 – аккумулятивный (на дерново-подзолистой глеевой среднесуглинистой почве). Их фактическая представительность в пределах ландшафтного опыта составляла 17; 8; 49; 18; 8 % соответственно. По комплексу агропроизводственных свойств почвы АМЛ 1, 2 и 4 – среднекультурные, АМЛ 3 и 5 – слабокультурные.

На каждом ключевом участке закладывали в трёхкратной повторности мелкоделяночные полевые опыты (площадь делянки 20 м²). В них в сравнении с неудобряемым контролем изучали четыре варианта обоснования оптимальных доз удобрений: один по зональным рекомендациям, исходя из средневзвешенных агрохимических показателей почвы агроландшафта в целом (ЗСУ) и три варианта точных систем удобрения (ТСУ) с пространственной коррективкой на ландшафтные условия. При этом исходили из представлений, что в аккумулятивных АМЛ существуют естественные барьеры для горизонтальной и вертикальной миграции питательных элементов. Здесь ожидалось худшее использование питательных веществ органических удобрений вследствие недостатка тепла и пониженной микробиологической

деятельности почвы. А в элювиальных АМЛ сложно предотвратить потери питательных веществ и почвы, и удобрений. С учётом этого схемой опыта предусматривались разные варианты корректировки доз удобрений: только органического – ТСУ 1 (повышение на 30-45 % в элювиальных АМЛ и снижение на 38 % в аккумулятивных), только минеральных – ТСУ 2 (с противоположной направленностью корректировки), обоих видов удобрений – ТСУ 3 (увеличение общей дозы НРК в элювиальных АМЛ на 12 % и уменьшение в аккумулятивных на 14 %).

Опыт ведётся на базе развёрнутого севооборота: пар чистый – пшеница озимая – овёс – многолетние злаковые травы 1-4 года пользования. Многолетние травы представлены травосмесью из тимфеёвки луговой (Ленинградская 204) и фестулолиума (ВИК 90) – гибрида овсяницы и райграса. Распределение удобрений по вариантам опыта показано в таблице 1.

1. Дозирование удобрений в чистом пару и полях многолетних трав

Система удобрения	Дозы торфо-помётного компоста (ТПК), т/га, и минеральных удобрений, кг д.в./га, по агромикрорландшафтам (АМЛ)				
	АМЛ 1	АМЛ 2	АМЛ 3	АМЛ 4	АМЛ 5
<i>Пар чистый</i>					
Контроль (б/у)	0	0	0	0	0
ЗСУ	ТПК ₄₀ + К ₈₀	ТПК ₄₀ + К ₈₀	ТПК ₄₀ + К ₈₀	ТПК ₄₀ + К ₈₀	ТПК ₄₀ + К ₈₀
ТСУ 1	ТПК ₅₂ + К ₈₀	ТПК ₄₀ + К ₈₀	ТПК ₅₈ + К ₈₀	ТПК ₃₀ + К ₈₀	ТПК ₂₀ + К ₈₀
ТСУ 2	ТПК ₄₀ + К ₆₀	ТПК ₄₀ + К ₇₀	ТПК ₄₀ + К ₁₀₀	ТПК ₄₀ + К ₁₀₀	ТПК ₄₀ + К ₆₀
ТСУ 3	ТПК ₅₂ + К ₆₀	ТПК ₄₀ + К ₇₀	ТПК ₅₈ + К ₁₁₀	ТПК ₃₀ + К ₁₀₀	ТПК ₂₀ + К ₆₀
<i>Многолетние травы 1 – 4-го года пользования</i>					
Контроль (б/у)	0	0	0	0	0
ЗСУ	N ₈₀ K ₉₀	N ₈₀ K ₉₀	N ₈₀ K ₉₀	N ₈₀ K ₉₀	N ₈₀ K ₉₀
ТСУ 1	N ₈₀ K ₉₀	N ₈₀ K ₉₀	N ₈₀ K ₉₀	N ₈₀ K ₉₀	N ₈₀ K ₉₀
ТСУ 2	N ₇₀ K ₆₀	N ₈₀ K ₇₀	N ₉₀ K ₁₁₀	N ₉₀ K ₁₀₀	N ₇₀ K ₁₁₀
ТСУ 3	N ₅₀ K ₆₀	N ₇₀ K ₇₀	N ₁₀₀ K ₁₁₀	N ₉₀ K ₁₀₀	N ₉₀ K ₁₁₀

Использованный в опыте ТПК содержал 0,35 % N, 1,18 P₂O₅, 0,86 K₂O и 1,90 % CaO. Азотные и калийные удобрения применяли весной в период начала отрастания трав.

Учёт урожая вели сплошным весовым методом. Статистическую обработку данных проводили дисперсионным методом с использованием программного пакета Stat.

Результаты и их обсуждение. Обобщение четырёхлетних данных полевого опыта с травами показало, что ландшафтно-экологические предпочтения тимфеёвки луговой и фестулолиума определялись не только их биологическими особенностями (в частности, повышенной потребностью в воде, азоте и калии), но и метеоусловиями вегетационных периодов. При этом обе культуры в режиме одноукосного использования сохраняли удовлетворительный ботанический состав в течение всего периода исследования. Их доля в травостое составляла в 2016 г. – 84-95 %, в 2017 г. – 81-95, в 2018 г. – 74-85, в 2019 г. – 68-82%. Отчётливо проявлялась зависимость как от ландшафтных условий, так и от системы удобрения. Лучшие показатели соответствовали элювиальному АМЛ 1 и элювиально-аккумулятивному АМЛ 2, худшие – аккумулятивному АМЛ 5. Под влиянием удобрений доля указанных трав в составе травостоя возрастала в среднем на 11 % (абсолютных). Отчасти это сказывалось на урожайности трав, но последняя в ещё большей степени зависела от погодных условий (особенно мая – июня), обуславливающих специфику водного и питательного режимов почвы (табл. 2).

В частности, в 2016 г. на урожайности негативно ска-
залась майская засуха (ГТК мая – 0,4). В контрольном
варианте опыта она оказалась на 26 % меньше среднего-
довых показателей, а в осушаемой западной части агро-
ландшафта (АМЛ 4 и 5) была в 1,6 раза выше, чем на

остальной площади опыта. Убывающий ряд АМЛ по
степени благоприятности для посевов изучаемых трав
сформировался следующим образом: АМЛ 4 > АМЛ 5 >
АМЛ 2 > АМЛ 1 > АМЛ 3.

2. Влияние ландшафтных условий и систем удобрения на урожайность зелёной массы многолетних трав

Система удобре- ния (фактор Б)	2016 г.			2017 г.			2018 г.			2019 г.		
	Урожайность т/га	Прибавка т/га	%	Урожайность т/га	Прибавка т/га	%	Урожайность т/га	Прибавка т/га	%	Урожайность т/га	Прибавка т/га	%
<i>Вид агромикрорландшафта (фактор А)</i>												
<i>АМЛ 1</i>												
Контроль - 0	7,22	-	-	15,23	-	-	5,48	-	-	13,12	-	-
ЗСУ	19,43	12,21	169	28,94	13,71	90	14,02	8,54	156	23,53	10,41	79
ТСУ 1	20,04	12,82	178	30,65	15,42	101	14,90	9,42	172	23,17	10,05	77
ТСУ 2	18,24	11,02	153	28,08	12,85	84	13,53	8,05	147	21,91	8,79	67
ТСУ 3	17,80	10,58	147	26,92	11,69	77	15,11	9,63	176	21,72	8,60	66
<i>АМЛ 2</i>												
Контроль - 0	9,33	-	-	14,92	-	-	7,34	-	-	14,10	-	-
ЗСУ	20,73	11,40	122	27,67	12,75	85	16,33	8,99	122	23,15	9,05	64
ТСУ 1	21,60	12,27	132	27,55	12,63	85	16,08	8,74	119	23,03	8,93	63
ТСУ 2	24,77	15,44	165	26,94	12,02	81	15,85	8,51	116	23,52	9,42	67
ТСУ 3	20,95	11,62	125	25,36	10,44	70	15,01	7,67	104	21,88	7,78	55
<i>АМЛ 3</i>												
Контроль - 0	6,40	-	-	11,41	-	-	7,11	-	-	10,22	-	-
ЗСУ	22,81	16,41	256	26,96	15,55	136	18,31	11,20	158	21,59	11,37	111
ТСУ 1	25,62	19,22	300	28,58	17,17	150	18,95	11,84	167	22,66	12,14	115
ТСУ 2	28,84	22,44	351	26,36	14,95	131	19,07	11,96	168	22,17	11,95	117
ТСУ 3	33,23	26,83	419	27,84	16,43	144	20,12	13,01	183	23,05	12,83	126
<i>АМЛ 4</i>												
Контроль - 0	13,85	-	-	19,22	-	-	12,56	-	-	15,37	-	-
ЗСУ	30,77	16,92	122	31,53	12,31	64	25,13	12,57	100	29,13	13,76	90
ТСУ 1	30,11	16,26	117	32,02	12,80	67	25,13	12,57	100	28,15	12,78	83
ТСУ 2	32,56	18,71	135	33,15	13,95	72	26,68	14,12	112	30,30	14,93	97
ТСУ 3	31,90	18,05	130	32,94	13,72	71	25,97	13,41	107	29,66	14,29	93
<i>АМЛ 5</i>												
Контроль - 0	10,31	-	-	13,12	-	-	9,16	-	-	11,95	-	-
ЗСУ	28,70	18,39	178	25,45	12,33	94	23,11	13,05	138	25,54	13,59	114
ТСУ 1	27,43	17,12	166	25,31	12,19	93	22,72	13,56	143	24,63	12,68	106
ТСУ 2	28,55	18,24	177	25,72	12,60	96	21,94	12,78	143	24,60	12,65	106
ТСУ 3	29,64	19,33	187	27,66	14,54	111	24,08	14,92	153	26,91	14,96	125
<i>Агроландшафт (фактор А)</i>												
Контроль - 0	8,43	-	-	13,88	-	-	8,00	-	-	12,09	-	-
ЗСУ	23,97	15,54	184	28,06	14,18	102	19,03	11,03	138	23,72	11,63	96
ТСУ 1	25,30	16,87	200	29,21	15,33	110	19,45	11,45	143	23,92	11,83	98
ТСУ 2	27,36	18,93	225	27,87	13,99	101	19,47	11,47	143	23,89	11,80	98
ТСУ 3	29,10	20,67	245	28,39	14,51	105	20,23	12,23	153	24,23	12,14	100
НСР ₀₅ :												
фактор А	2,09			2,38			1,72			1,96		
фактор Б	1,15			1,31			0,95			1,08		
взаимод. АБ	2,61			2,97			2,16			2,45		

Но и на фоне неблагоприятных погодных условий все
варианты системы удобрения показали высокую агроно-
мическую эффективность – уровень прибавок урожай-
ности в среднем по агроландшафту колебался от 15,5 до
20,7 т/га, или от 184 до 245 % к контролю. В этом отно-
шении особенно выделялся АМЛ 3 с его смёткой и обед-
нённой гумусом и калием почвой, что подтверждает
мнение [7] об увеличении отдачи от удобрений на эро-
дированных почвах склонов. В 2016 г. преимущество
обеспечили все варианты точной системы удобрения.
Вполне закономерно менее выраженным оно оказалось
в варианте ТСУ 1, где изучали уже третий год последст-
вия дифференцированного применения торфо-помет-
ного компоста. Пространственная вариабельность уро-
жайности трав под влиянием удобрений уменьшилась с
36 % (на контроле) до 21 % - в варианте ЗСУ и 20 % – в
вариантах ТСУ.

Вегетационный период 2017 г. был наиболее благо-
приятным для многолетних трав. В контрольном вари-
анте урожайность зелёной массы превысила

среднегодовые показатели на 31 %. В таких условиях на
фоне осушения западной части ландшафта уменьши-
лось влияние рельефа и возросла роль агрохимического
фактора. Как следствие, существенно изменился убыва-
ющий ряд АМЛ по уровню благоприятности для произ-
растания злаковой травосмеси: АМЛ 4 > АМЛ 1 > АМЛ
2 > АМЛ 5 > АМЛ 3.

И при благоприятном водном режиме почвы сохраня-
лась высокая отзывчивость растений на азотно-калийное
удобрение, хотя прибавки урожайности (14,0 – 15,3 т/га,
или 101 – 110 % к контролю) несколько уступали пока-
зателям предыдущего года. Но зато сгладились различия
в действии изучаемых вариантов системы удобрения, в
том числе относительно уменьшения пространственной
вариабельности урожайности трав. Преимущество ТСУ
над ЗСУ носило скорее эпизодический характер.

Метеоусловия начала вегетационного периода 2018 г.
(как и 2016 г.) характеризовались засушливостью, а со-
ответственно, и ослаблением развития растений. Ситуа-
цию частично улучшили обильные июньские осадки,

хотя урожайность трав на контроле уступала на 33 % среднегодовому показателю и на 77 % – показателю благоприятного 2017 г. Убывающий ряд АМЛ по степени благоприятности для посевов злаковых трав вновь формировался в соответствии с ландшафтно-экологическими условиями: АМЛ 4 > АМЛ 5 > АМЛ 2 > АМЛ 3 > АМЛ 1. Лучшими они были на фоне осушаемых закрытым дренажом аккумулятивных АМЛ 4 и АМЛ 5.

Прибавки урожайности от удобрений (11,0-12,2 т/га) несколько уступали показателям предыдущих лет, продолжая оставаться очень высокими в относительных параметрах (138 – 153 %). В 2018 г. преимущество ТСУ над ЗСУ наблюдалось только в отдельных АМЛ. Однако, вследствие значительной вариабельности полевой влажности почвы, слабее проявлялось и положительное действие систем удобрения в уменьшении пространственной неоднородности урожайности трав: с 34 % на контроле до 24 в ЗСУ и 25 % в ТСУ.

Вегетационный период 2019 г. существенно отличался от метеоусловий предшествующих лет. В нём засуха начала лета не нанесла урожаю значительного ущерба вследствие хорошей влагозарядки почвы в весенние месяцы. Поэтому урожайность зелёной массы трав в варианте без удобрения лишь немного уступал показателям благоприятного 2017 г. Почти идентично формировался и убывающий ряд АМЛ по уровню благоприятности ландшафтно-экологических условий: АМЛ 4 > АМЛ 2 > АМЛ 1 > АМЛ 5 > АМЛ 3.

Но недостаток осадков в наиболее ответственный для трав период негативно отразился на эффективности удобрений. Хотя в этот год особенно рельефно проявились результаты дифференциации доз последних по микроландштафтам. Так урожайность зелёной массы трав на фоне ТСУ 2 и ТСУ 3 в АМЛ 1 и 2 (с пониженными дозами азота и калия) составила 22,3 т/га, а в АМЛ 3 – 5 (с повышенными дозами) – 26,1 т/га. Преимущество ТСУ над ЗСУ было более стабильным в АМЛ 3 с его неудовлетворительными агропроизводственными свойствами почвы. А вследствие доминирования данного микроландштафта в ландшафте (49 % площади) это отразилось и на усреднённых показателях агрономической эффективности (табл. 3).

3. Агрономическая эффективность систем удобрения на многолетних травах в целом по агроландшафту (в среднем за 2016-2019 г.)

Система удобрения	Урожайность зелёной массы, т/га			Прибавка урожайности		C _v		Оплата 1 кг NPK, к.е.
	мин.	макс.	сред.	т/га	%	простр.	времен.	
Контроль (б/ч)	8,79	15,25	10,60	-	-	21	27	-
ЗСУ	21,48	29,14	23,70	13,10	124	13	16	13,9
ТСУ 1	22,07	28,85	24,47	13,87	131	11	16	14,7
ТСУ 2	20,44	30,67	24,65	14,05	133	15	16	14,9
ТСУ 3	20,39	30,12	25,49	14,89	140	17	16	15,8
НСП ₀₅				1,13				

В среднем за 4 года убывающий ряд АМЛ по уровню благоприятности для посевов трав характеризовался следующим образом: АМЛ 4 > АМЛ 2 > АМЛ 5 > АМЛ 1 > АМЛ 3. В мелиорированной части агроландштафта урожайность зелёной массы трав составила в среднем 24,82 т/га, что на 25 % больше среднего уровня (19,94 т/га), достигнутого в неосушаемой части агроландштафта. Удобрения сохраняли высокую эффективность во всех АМЛ (от 92 % в АМЛ 2 до 175 % в АМЛ 3). При

этом пространственная дифференциация доз ТПК в поле чистого пара (вариант ТСУ 1) уже почти не отражалась на посевах многолетних трав (разница с вариантом ЗСУ по урожайности зелёной массы оказалась в пределах статистической ошибки опыта). Вариант ТСУ 3 обеспечил достоверную прибавку урожайности относительно ЗСУ, равную 8 %, за счёт АМЛ 3 и АМЛ 5, где её уровень достиг 16 и 5 % соответственно. Тем не менее, вопреки ранее установленным закономерностям действия точных систем удобрения [4, 12], дифференциация доз органических и минеральных удобрений с учётом геохимических режимов не привела к дополнительному уменьшению пространственной и временной вариабельности урожайности.

Выводы. 1. Ландшафтно-экологические условия пахотного угодья на склоне в значительной мере определяли уровень благоприятности для посевов тимopheевки луговой и фестулолиума. По 4-летним данным, лучшими условиями выделялся осушенный закрытым дренажом аккумулятивный АМЛ 4. Помимо положения в рельефе уровень благоприятности зависел от метеоусловий вегетационного периода и применения осушительной мелиорации.

2. Эффективность удобрений на посевах трав тоже имела связь с ландшафтно-экологическими условиями. Однако, мнение [6, 7] о её снижении в 2 – 5 раз в нижней части склона не нашло подтверждения. Прибавки урожайности зелёной массы трав от удобрений составили (в среднем) в осушенных аккумулятивных АМЛ 4 и 5 – 14, 2 т/га (114 %), а в элювиальных АМЛ 1, 2 и 3 – 12,2 т/га (124 %). Лучшие показатели агрономической эффективности удобрений соответствовали микроландштафту с худшими агрохимическими свойствами почвы (АМЛ 3).

3. На многолетних злаковых травах положительный эффект последствия дифференцированного внесения органических удобрений закономерно снижался с годами. Абсолютно лучшая среднегодовая продуктивность 25,49 т/га зелёной массы была достигнута на фоне точной системы удобрения, сочетающей прецизионное применение как органических, так и минеральных удобрений, обеспечившей превосходство над ЗСУ в 8 % по урожайности и в 15 % по окупаемости действующего вещества удобрений.

4. Принятая в исследовании методика дифференциации доз удобрений с учётом существующих представлений о роли геохимических процессов показала на многолетних злаковых травах невысокую эффективность. Окупаемость удобрений повышалась не во всех АМЛ и не во все годы. Отсюда очевидна необходимость её дальнейшего совершенствования.

Литература

- Дубенок Н.Н., Климахина М.В., Мацыганова Е.В. Повышение почвенного плодородия склоновых земель сельскохозяйственного назначения Нечернозёмной зоны Российской Федерации // Овощи России. – 2021. – № 4. – С. 124-129.
- Дубенок Н.Н., Майер А.В. Многолетние исследования гидротермического режима агроценозов и системы комбинированного орошения для его регулирования // Российская сельскохозяйственная наука. – 2022. – № 2. – С. 3-7.
- Иванов А.И., Иванова Ж.А., Дубовицкая В.И. Влияние ландшафтных условий на свойства почвенного покрова пахотного угодья на пологом склоне озёрно-ледниковой равнины // Российская сельскохозяйственная наука. – 2019. – № 2. – С. 39-43.
- Иванов А.И., Конашенков А.А. Снижение зависимости земледелия Северо-Запада России от погодно-климатических аномалий: проблемы и решения // Мелиорация и водное хозяйство. – 2018. – № 5. – С.32-37.

5. Иванов А.И., Конашенков А.А., Хомяков Ю.В. и др. Оценка параметров пространственной неоднородности показателей почвенного плодородия // Агрохимия. – 2014. – № 2. – С. 39–49.
6. Иванов Д.А. Влияние почв и рельефа на продуктивность разнорастных травостоев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № 4. – С. 73–76.
7. Каиштанов А.Н., Ятушенко В.Е. Агрохимия почв склонов. – М.: Колос, 1997. – 316 с.
8. Литвинович А.В. Пространственная неоднородность агрохимических показателей пахотных дерново-подзолистых почв // Агрохимия. – 2007. – № 5. – С. 89–94.
9. Сычев В.Г. Влияние длительного применения минеральных и органических удобрений на основные показатели различных типов почв // Плодородие. – 2021. – № 4. – С. 3–5.

10. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // Агрохимия. – 2020. – № 6. – С. 3–13.
11. Шевченко В.А. и др. Агроомелиоративные приемы восстановления плодородия деградированных и вышедших из оборота сельскохозяйственных земель и пастбищных территорий. – М.: ВНИИГИМ им. А.Н. Костякова, 2022. – 205 с.
12. Ivanov A., Konashenkov A., Ivanova Z. Spatial Heterogeneity of Lithogenic Mosaic of Sod-Podzolic Soils of Chudskaya Lowland and Efficiency of Precision Fertilization System // Smart Innovation, Systems and Technologies. 2022. Vol. 245. P. 53–68.
13. Kiryushin V.I. The Management of Soil Fertility and Productivity of Agrocenoses in adaptive-landscape Farming Systems // Eurasian Soil Science. 2019. V. 52. No. 9. P. 1137–1145.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF LANDSCAPE AND ECOLOGICAL CONDITIONS ON THE PRODUCTIVITY OF PERENNIAL GRASSES AND EFFICIENCY OF PRECISE FERTILIZER SYSTEMS IN A RECLAIMED AGROLANDSCAPE

*A.I. Ivanov, chief research fellow, D. Sc. (Agr.), prof., corresponding member of the RAS, Agrophysical Research Institute
Zh.A. Ivanova, senior research fellow, PhD (Agr.), Agrophysical Research Institute
E-mail: ivanovai2009@yandex.ru +7 (911) 082-57-81*

In a two-factor landscape field experiment, laid out in a partially reclaimed slight slope agrolandscape of the Menkovsky branch of Agrophysical Institute in 2013–2019, the agronomic efficiency of the zonal (ZFS) and precise (PFS) organomineral fertilization system was compared. Spatial differentiation of doses of organic and mineral fertilizers in PFS variants was carried out taking into account the specifics of geochemical regimes in individual agricultural microlandscapes (AML). It was established that in the drained accumulative part of the agrolandscape, the yield of green mass of cereal grasses reached 24.82 t/ha, exceeding by 25% the level achieved in eluvial AMLs. Fertilizer returns were high in all AMLs and ranged from 92% in AML 2 to 175% in AML 3. Reliable superiority (8% in terms of productivity, 15% in terms of payback) over the ZFS was provided by the PFS variant with differentiated application of organic and mineral fertilizers.

Keywords: agricultural landscape, perennial grasses, precise fertilization system, differentiated application, landscape and ecological conditions, agronomic efficiency.

УДК 631.82:631.582

DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.06

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТИ НА ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ

Н.А. Селезнева, Т.А. Асеева, д.с.-х.н., Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Россия, 680521, Хабаровский край, Хабаровский район, с. Восточное, ул. Клубная, 13

E-mail: nataliselezneva82@mail.ru

Представлены результаты исследований по изменению агрохимических свойств лугово-бурой почвы и продуктивности севооборота при применении возрастающих доз минеральных удобрений и последействия известкования в длительном стационарном опыте. Наибольшая урожайность получена в варианте с внесением минеральных удобрений по известковому фону (25,7 ц з.е./га, или 56,6 %). Совместное применение минеральных удобрений и мелиоранта благоприятно отразилось на накоплении гумуса (3,19 %) и подвижного фосфора (12,1 мг/кг). Кислотность почвы без применения в контрольном варианте агрохимикатов снизилась до 4,3 ед., в варианте с минеральными удобрениями и мелиорантом рН_{сол.} составил 4,8 ед.

Ключевые слова: лугово-бурая почва, продуктивность, минеральные удобрения, известь, подвижный фосфор.

Для цитирования: Н.А. Селезнева, Т.А. Асеева Влияние длительного действия и последействия минеральных удобрений и извести на изменение агрохимических свойств и продуктивность культур в севообороте // Плодородие. – 2023. – №6. – С. 23–27. DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.06.

Плодородие почвы представляет собой ее способность обеспечивать культурные растения в период их роста и развития всеми необходимыми условиями и, в первую очередь, создавать благоприятные водно-воздушный и пищевой режимы, а также физико-химические свойства. Однако в последние десятилетия происходит снижение данного показателя на многих территориях Российской Федерации. Плодородие почвы в целом

и отдельные ее свойства во многом зависят от чередования культур в севообороте, видов и доз вносимых удобрений, гербицидной нагрузки в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур [1]. Поэтому объективную оценку изменения плодородия почвы в процессе сельскохозяйственного использования можно дать только в длительных стационарных опытах с удобрениями при системном подходе. Длительные опыты