

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. Агроландшафтные 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 Agroecosystems 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

позволяют проследить действие изучаемых факторов на изменение почвенных параметров и формирование урожайности растений в течение ряда лет. По мнению [15], среди факторов на первом месте стоят удобрения (55 %), далее – севообороты (25 %) и система обработки почв (11 %) [15].

Необоснованное внесение минеральных удобрений в высоких дозах приводит к ухудшению почвенных параметров, повышая кислотность почвы.

Кислотность почвенного раствора – важный фактор, определяющий доступность элементов питания для растений. На кислых почвах растения испытывают недостаток нитратов. Вследствие торможения нитрификационной способности происходит связывание фосфатов в недоступные для растений трехвалентные формы железа и алюминия, ощущается недостаток кальция, магния, калия и серы. При этом избыток алюминия и марганца оказывает токсическое действие на растения. При нарушении фосфорного питания у растений снижается развитие корневой системы, что приводит к снижению или потере урожая при недостатке влаги в почве в засушливые годы. Для улучшения почвенных параметров и увеличения степени подвижности питательных веществ проводят известкование, наиболее оптимальными считаются дозы мелиоранта 1,5-2,0 г.к. [7, 10]. Своевременное известкование и рациональный выбор доз минеральных удобрений способствуют более полному использованию растениями удобрений и получению устойчивых урожаев [5, 12].

Исследования по влиянию известкования на изменение свойств лугово-бурых почв и урожайность сельскохозяйственных культур в Хабаровском крае стали проводиться после закладки стационарных опытов в 1963-1965 г. В.П. Басистым. Лугово-бурые почвы Хабаровского края имеют низкое естественное плодородие, обусловленное повышенной кислотностью, низким содержанием питательных элементов, слабой биологической активностью и неблагоприятными свойствами. Известкование этих почв коренным образом влияет на повышение плодородия, значение которого возрастает с увеличением применения средств химизации [2, 3]. Многолетние наблюдения за гидротермическими условиями в Хабаровском крае позволяют сделать вывод, что три четверти годовой суммы осадков выпадает в летний период при высоких температурах. Это способствует быстрому испарению влаги и исключению промывного режима. В зимний период из-за солнечной активности и ветра значительное количество снега подвержено раннему стаиванию. А глубокое промораживание почвы удерживает воду в верхних слоях почвы и препятствует ее перемещению вниз по почвенному профилю в весенний период, что в результате способствует достаточно быстрому испарению влаги. Сложившиеся условия определяют годовую миграцию кальция и магния по почвенному профилю: летом и осенью из пахотных горизонтов в подпахотные, а зимой и весной – из подпахотных в пахотные, что приводит к повышенной буферности к выщелачиванию. На особенность почв Дальнего Востока указывал еще В.Г. Вильямс в 1930 г.: «Обращает на себя внимание соотношение между высоким содержанием поглощенных щелочей и высокой кислотностью почв». С этим согласуется мнение А.Г. Новака [8] о специфическом отношении к известкованию дальневосточных почв, которые отличаются от аналогичных почв Нечерноземной зоны. Обобщая опыты по известкованию, автор отмечал, что не всегда известк оказывает положительное действие в Амурской области и

Хабаровском крае, тогда как в Приморском крае эффект от известкования был всегда.

В лугово-бурой почве подвижных соединений алюминия содержится больше, чем в буро-подзолистой, поэтому она более кислая. В связи с более частым ее переувлажнением, лугово-бурая почва содержит и больше подвижных форм железа. Режим увлажнения влияет и на содержание обменных оснований: максимума оно достигает в дождливые годы, минимума – в засушливые. Почвы тяжелого гранулометрического состава обладают низкими фильтрационными свойствами. Коэффициент фильтрации в $A_{\text{пах}}$ лугово-бурой почвы равен 0,17 м в сутки, в A_2G – 0,004 м. При обильных осадках это неблагоприятно сказывается на водно-воздушном режиме пахотного слоя, фильтрация воды в нижележащие горизонты практически прекращается, возникает поверхностный сток. При этом наряду с поверхностным стоком образуется верховодка, самые высокие уровни которой отмечаются в период муссонных дождей [6, 8, 9].

Таким образом, резкие колебания влажности местных почв оказывают влияние на их химические свойства (кислотность, насыщенность ППК обменными основаниями, полуторными оксидами) и ряд физических свойств (полевую влагемкость, аэрацию почвенного профиля, объемную массу почвы и др.). Все это отрицательно сказывается на эффективном плодородии земель, действию известковых и минеральных удобрений и делает наиболее актуальной проблему регулирования плодородия лугово-бурых тяжелосуглинистых почв Среднего Приамурья.

Цель наших исследований – на базе стационарных опытов географической сети дать оценку влияния длительного применения удобрений в полевом севообороте на изменение агрохимических свойств лугово-бурых тяжелосуглинистых почв и продуктивность культур в севообороте в условиях Среднего Приамурья.

Методика. Исследования проводили в 2018-2021 г. (8-я ротация) в длительном стационарном опыте Дальневосточного научно-исследовательского института, заложенном в 1963-1965 г. последовательно на трех полях полевого севооборота для изучения влияния минеральных удобрений, химических мелиорантов и их сочетаний. Почва – лугово-бурая тяжелосуглинистая, имела следующую характеристику при закладке опыта (1965 г.): содержание гумуса (по Тюрину) – 3,21-3,79%, pH_{KCl} – 4,0, Нг (по Каппену) – 11,8 мг-экв/100 г почвы, P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову), соответственно, 12,2-14,5 и 118,3-120,2 мг/кг, Ca^{2+} – 9,8 мг-экв/100 г почвы, Mg^{2+} – 7,0 мг-экв/100 г почвы, V – 58,0%, $Al^{3+}_{(\text{подв})}$ (по Соколову) – 1,68 мг/100 г почвы. Схема опыта включала варианты: 1 – без удобрений с 1963 г. (контроль), 2 – $N_2P_2K_2$, 3 – химический мелиорант $CaCO_3$ (Са по 2,25 г.к., последствие) – фон, 4 – Фон + $N_2P_2K_2$. Доза минерального удобрения для овса и многолетних трав 2-го года пользования составила (NPK)₃₂, для пшеницы и сои – (NPK)₄₈, вносили ежегодно перед посевом. Известковую муку вносили в течение 6 ротаций (32 т/га известковой муки) с доведением общей дозы Са до 2,25 г.к., содержание $CaCO_3$ – 95%. Опыты заложены в соответствии с методикой [4], посевная площадь делянок 150 м², учетная площадь – 80 м², повторность – четырёхкратная. Чередование культур в период исследований: 1 – многолетние травы 2-го года пользования; 2 – пшеница; 3 – соя; 4 – овес. Агротехника сельскохозяйственных культур, общепринятая для Хабаровского края, включала вспашку поля с осени на зябь,

весеннюю культивацию и боронование в два следа. Почвенные образцы отбирали в период вегетации 4 раза по основным фазам культуры.

Результаты и их обсуждение. Известкование, проведенное в первых шести ротациях севооборота, оказало существенное влияние на физико-химические свойства лугово-бурой тяжелосуглинистой почвы (см. табл. 1).

1. Влияние извести и минеральных удобрений на физико-химические свойства лугово-бурой тяжелосуглинистой почвы за период вегетации культур

| Вариант | Исходная почва 1965 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Среднее за 4 года |
|----------------------------------------------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|-------------------|
| pH_{KCl} | | | | | | |
| 1. Без удобрений (контроль) | 4,0 | 4,2 | 4,4 | 4,4 | 4,3 | 4,3 |
| 2. Са по 2,25 г.к., П ⁺ -фон | 4,5 | 4,9 | 4,9 | 4,8 | 4,9 | 4,9 |
| 3. N ₂ P ₂ K ₂ ** | 4,4 | 4,4 | 4,3 | 4,2 | 4,3 | 4,3 |
| 4. Фон + N ₂ P ₂ K ₂ ** | 4,5 | 4,6 | 4,9 | 4,9 | 4,8 | 4,8 |
| HCP ₀₅ | | 0,9 | 0,11 | 0,10 | 0,17 | |
| Hг, мг-экв/100 г | | | | | | |
| 1. Без удобрений (контроль) | 11,8 | 6,6 | 3,9 | 5,9 | 3,8 | 5,1 |
| 2. Са по 2,25 г.к., П ⁺ -фон | 7,7 | 4,3 | 3,6 | 4,4 | 3,5 | 3,9 |
| 3. N ₂ P ₂ K ₂ ** | 10,7 | 5,9 | 4,7 | 6,4 | 4,7 | 5,4 |
| 4. Фон + N ₂ P ₂ K ₂ ** | 8,4 | 3,7 | 3,4 | 4,4 | 3,8 | 3,8 |
| HCP ₀₅ | | 0,76 | 0,41 | 0,48 | 0,55 | |
| Al³⁺ (полю), мг/100 г почвы | | | | | | |
| 1. Без удобрений (контроль) | 1,68 | 1,03 | 1,24 | 3,97 | 3,42 | 2,42 |
| 2. Са по 2,25 г.к., П ⁺ -фон | 1,04 | 0,65 | 0,46 | 0,58 | 0,68 | 0,59 |
| 3. N ₂ P ₂ K ₂ ** | 3,13 | 0,94 | 1,08 | 6,78 | 2,14 | 2,74 |
| 4. Фон + N ₂ P ₂ K ₂ ** | 1,28 | 0,75 | 0,56 | 0,62 | 0,62 | 0,64 |
| HCP ₀₅ | | 0,12 | 0,10 | 0,16 | 0,14 | |
| Ca²⁺ + Mg²⁺, мг-экв/100 г | | | | | | |
| 1. Без удобрений (контроль) | 16,8 | 18,2 | 13,9 | 14,3 | 13,1 | 14,9 |
| 2. Са по 2,25 г.к., П ⁺ -фон | 17,1 | 19,2 | 16,8 | 17,1 | 16,2 | 17,3 |
| 3. N ₂ P ₂ K ₂ ** | 18,6 | 16,5 | 12,6 | 15,3 | 13,7 | 14,5 |
| 4. Фон + N ₂ P ₂ K ₂ ** | 17,5 | 18,9 | 17,9 | 19,9 | 20,6 | 19,3 |
| HCP ₀₅ | | 1,61 | 1,95 | 2,23 | 1,47 | |

*П - последствие; **N₂P₂K₂ - в 2018 г. (NPK)₃₂; 2019 г. - (NPK)₄₈; 2020 г. - (NPK)₄₈; 2021 г. - (NPK)₃₂

Агрохимические свойства лугово-бурой почвы находились в прямой зависимости от применяемых удобрений. Длительное применение минеральных удобрений в одностороннем порядке способствует большему выносу из пахотного слоя почвы обменных оснований, что вызывает возрастание всех форм кислотности. На содержание обменных оснований влияет и режим увлажнения: максимума оно достигает в дождливые годы, минимума – в засушливые. Известкование почвы в течение 6 ротаций (32 т/га), ослабляет отрицательное действие минеральных удобрений, стабилизируя кислотно-щелочные свойства почвы. Исследования, проведенные в 8-й ротации севооборота (2018-2021 г.) на лугово-бурой почве, показали, что в варианте без удобрений кислотность почвы имеет тенденцию к снижению, тогда как при длительном одностороннем применении минеральных удобрений кислотность

почвы так же снижается, тем самым подтверждая негативное влияние минеральных удобрений на кислотность почв [13, 14]. Внесение извести даже в длительном последствии обеспечило сохранение и улучшение исходного уровня кислотности почвы и составило 0,4 ед. pH (табл. 1). Устранение избыточной кислотности – один из важнейших приемов повышения плодородия почвы. Оно не только способствует повышению эффективного плодородия сельскохозяйственных земель, но и является одним из условий рационального использования растениями питательных веществ из вносимых минеральных удобрений и роста урожайности.

При известковании как в одностороннем порядке, так и совместно с минеральными удобрениями, заметно возросла насыщенность почвы основаниями, снизилась гидролитическая кислотность. Следует особо подчеркнуть, что воздействие извести на химические свойства почвы заметно усиливались сопутствующими минеральными удобрениями (см. табл. 1). Под воздействием извести уменьшилось в почве содержание токсичного для растений подвижного алюминия, оно оставалось очень низким в исследуемой ротации севооборота и составляло 0,59-0,64 мг/100 г, что ниже исходного уровня в 1,7-2,0 раза.

Органическое вещество обеспечивает оптимальный стабильный режим питания растений, оказывает благоприятное влияние на биологическую активность почвы, повышает устойчивость почвы к неблагоприятным воздействиям природного и антропогенного характера. Длительное возделывание сельскохозяйственных культур без применения удобрений привело к снижению содержания гумуса в почве с 3,79 до 2,76% (табл. 2). Применение в течение длительного времени минеральных удобрений также не обеспечило сохранение исходного уровня содержания органического вещества лугово-бурой почвы (3,06%). Известкование в длительном последствии имело негативную тенденцию по содержанию гумуса в почве (2,89%) и только при применении известкования совместно с минеральными удобрениями снизились потери гумуса в почве (3,19%).

2. Влияние извести и минеральных удобрений на содержание гумуса в слое 0-30 см, %

| Вариант | Исходная почва 1963 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Среднее за 4 года. |
|----------------------------------------------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------|
| 1. Без удобрений (контроль) | 3,79 | 2,66 | 2,73 | 2,59 | 2,99 | 2,76 |
| 2. Са по 2,25 г.к., П ⁺ -фон | 3,79 | 2,81 | 2,78 | 2,84 | 3,11 | 2,89 |
| 3. N ₂ P ₂ K ₂ ** | 3,69 | 2,98 | 3,06 | 3,14 | 3,07 | 3,06 |
| 4. Фон + N ₂ P ₂ K ₂ ** | 3,75 | 3,21 | 3,28 | 3,24 | 3,03 | 3,19 |
| HCP ₀₅ | | 0,93 | 0,83 | 0,97 | 0,88 | |

*П - последствие; **N₂P₂K₂ - в 2018 г. (NPK)₃₂; 2019 г. - (NPK)₄₈; 2020 г. - (NPK)₄₈; 2021 г. - (NPK)₃₂.

При этой системе удобрения происходит и накопление обменных оснований в почвенном поглощающем комплексе – с 17,5 до 20,6 мг-экв/100 г, что также положительно влияло на закрепление гуминовых кислот почвы.

Обеспеченность почв подвижным фосфором, необходимым для всех растений, особенно на ранних этапах роста и развития, является одним из основных показателей плодородия, который определяет урожайность сельскохозяйственных культур. В 2018-2021 г. содержание подвижного фосфора в контрольном варианте без

удобрений отличалось слабой изменчивостью под влиянием культур севооборота с тенденцией к снижению (табл.3). При длительном внесении минерального удобрения без мелиоранта содержание фосфора было значительно выше, чем в контрольном варианте.

В агроклиматических условиях Хабаровского края внесение извести не оказывает существенного влияния на фосфатный режим сезонно-мерзлотных почв. Обусловлено все это спецификой водного режима – от иссушения до продолжительного избыточного увлажнения – с резкой сменой окислительно-восстановительных условий, когда процессы активации соединений железа и марганца сменяются сегрегацией их вместе с поглощенным фосфором в конкреции. Из-за повышенной способности сезонно-мерзлотных почв переводить подвижные соединения фосфорной кислоты в труднорастворимые формы, даже при длительном применении на лугово-бурой почве минеральных удобрений, содержание подвижных фосфатов остается низким [11]. Поэтому известь при одностороннем применении слабо влияла на обеспеченность почвы подвижным фосфором. Значительное повышение уровня обеспеченности подвижным фосфором лугово-бурой почвы отмечается только при использовании совместно с минеральной системой удобрения. Следует отметить, что на повышение подвижного фосфора в 2021 г. оказало влияние малое количество выпавших осадков с июля по сентябрь (218 мм при норме 369 мм), что позволило фосфору перейти из труднорастворимых соединений в доступную для растений форму. Продуктивность сельскохозяйственных культур зависит от различных факторов, одним из наиболее значимых является минеральное питание. Зависимость урожайности культур севооборота от вида применяемых удобрений показана в таблице 4.

3. Влияние извести и минеральных удобрений на содержание подвижного фосфора в слое 0-30 см, мг/кг

| Вариант | Исходная почва 1965 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Среднее за 4 года |
|----------------------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|-------------------|
| 1. Без удобрений (контроль) | 12,2 | 6,3 | 5,0 | 2,3 | 7,3 | 5,2 |
| 2. Са по 2,25 г.к., Π^+ -фон | 22,3 | 6,4 | 8,1 | 5,3 | 10,3 | 7,5 |
| 3. $N_2P_2K_2^{**}$ | 26,7 | 7,6 | 9,3 | 7,5 | 9,7 | 6,7 |
| 4. Фон+ $N_2P_2K_2^{**}$ | 23,6 | 8,4 | 13,2 | 9,6 | 17,3 | 12,1 |
| HCP ₀₅ | | 1,03 | 1,37 | 0,92 | 1,44 | |

* Π^+ - последствие; ** $N_2P_2K_2$ -в 2018 г. (NPK)₃₂; 2019 г. – (NPK)₄₈; 2020 г. – (NPK)₄₈; 2021 г. – (NPK)₃₂.

4. Влияние известкования и минеральных удобрений на продуктивность и изменение прибавок севооборота (в среднем за 2018-2021 г.)

| Вариант опыта | Продуктивность, ц з.е/га | Среднегодовая прибавка | |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|------|
| | | ц з.е/га | % |
| 1. Без удобрений (контроль) | 16,4 | | |
| 2. Са по 2,25 г.к., Π^+ -фон | 20,6 | 4,2 | 25,4 |
| 3. $N_2P_2K_2^{**}$ | 24,8 | 8,3 | 50,7 |
| 4. Фон+ $N_2P_2K_2^{**}$ | 25,7 | 9,3 | 56,6 |
| HCP ₀₅ | 3,12 | | |

* Π^+ - последствие; ** $N_2P_2K_2$ -в 2018 г. (NPK)₃₂; 2019 г. – (NPK)₄₈; 2020 г. – (NPK)₄₈; 2021 г. – (NPK)₃₂.

В среднем за период исследований урожайность основной продукции в варианте без удобрений составила 16,4 ц з.е/га. Известкование в длительном последствии увеличило урожайность на 4,2 ц з.е/га, что составило

25,4%. Коэффициент корреляции между прибавкой продуктивности и известкованием равен 0,67. Внесение только минеральных удобрений обеспечило увеличение прибавки урожая к контролю на 50,7%, при этом коэффициент корреляции был высоким – $r=0,97$. Высокая корреляция ($r=0,95$ и $r=0,93$) отмечена с содержанием в почве подвижного алюминия и величиной гидролитической кислотности. Применение минеральных удобрений по известковому фону создало оптимальные условия для максимальной продуктивности культур, прибавка составила 56,6%, при этом коэффициент корреляции был значимым – $r=0,93$.

Заключение. Длительное использование лугово-бурых почв без применения удобрений привело к значительному ухудшению показателей качества почвы. В контрольном варианте снижение подвижного фосфора к изначальному содержанию составило 7,0 мг/кг, гумуса – 1,1 %, обменных оснований – 1,9 мг-экв/100 г и накопления в пахотном горизонте подвижного алюминия на 0,74 мг/100 г почвы. Внесение извести способствовало накоплению к контролю подвижного фосфора на 5,0 мг/кг и улучшению кислотности почв на 0,6 ед. Применение минеральных удобрений на фоне последствие сельскохозяйственной деятельности и уменьшить снижение почвенных показателей. По сравнению с контрольным вариантом содержание подвижного фосфора увеличилось на 6,9 мг/кг, гумуса на 0,43 %, pH на 0,5 ед., обменных оснований на 4,4 мг-экв/100 г почвы, снижение содержания подвижного алюминия составило 1,78 мг/100 г почвы. Продуктивность севооборота была максимальной при внесении минеральных удобрений по длительному последствию извести, она увеличилась на 56,6 % к контролю.

Литература

1. Афанасьев Р.А. Содержание подвижного фосфора в почвах при длительном применении удобрений / Р.А. Афанасьев, Г.Е. Мерзлая // Агрохимия. – 2013. – № 2. – С. 30–36.
2. Басистый, В.П. Зимнее промораживание и химические свойства лугово-бурых почв / В.П. Басистый, А.А. Федоров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1979. – №6. – С.8–11.
3. Басистый, В.П. Изменение кислотности лугово-бурой почвы под влиянием влажности и доз извести / В.П. Басистый, А.А. Федоров // Труды ДальНИИСХ. – Хабаровск, 1975. – Т.8. – Ч.1. – С.120–126.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. – 366 с.
5. Завалин А.А. Влияние средств химизации на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на дерново-подзолистой почве разной степени окультуренности / А.А. Завалин, А.А. Коваленко, Т.М. Забугина, Л.Н. Самойлов, С.Н. Сапожников // Агрохимия. – 2021. – № 3. – С. 28–37.
6. Качинский, Н.А. Агромелиоративная характеристика основных почвенных типов южной части Зейско-Буреинского междуречья и система мероприятий по окультуриванию почв / Н.А. Качинский // В кн. Почвенная и мелиоративная характеристика южной части Зейско-Буреинского междуречья. – Благовещенск, 1959. – С.220–253.
7. Минеев В.Г. Влияние длительного применения удобрений и известкования на биологические свойства почвы / В.Г. Минеев, Н.Ф. Гомонова, Е.В. Морачевская // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. – № 1. – С. 3–9.
8. Новак, А.Г. Основные вопросы земледелия Дальнего Востока / А.Г. Новак. – Хабаровск: книжное изд-во, 1959. – 446 с.
9. Пустовойтов, Н.Д. О влиянии сезонной мерзлоты на водный режим Приамурья / Н.Д. Пустовойтов // Почвоведение. – 1962. – №6. – С.1–11.
10. Сычев В.Г., Кузнецов А.В., Павлюхина А.В., Лобас Н.В. Содержание гумуса, подвижного фосфора, обменного калия и степень кислотности пахотных почв Российской Федерации // Плодородие. – 2008. – № 3. – С. 1–4.
11. Федоров А.А., Басистый В.П. Теория и практика известкования кислых почв юга Дальнего Востока. – Уссурийск, 2001. – 165 с.
12. Шафран С.А. Динамика содержания подвижного фосфора в почвах Нечерноземной зоны и его регулирование / С.А. Шафран, Н.А.

Кирпичников, А. А. Ермаков, А. И. Семенова // Агрохимия. – 2021. – № 5. – С. 14–20.
13. *Abiotic and biotic controls on dynamics of labile phosphorus fractions in calcareous soils under agricultural cultivation* / F.-R. Li, L.-L. Liu, J.-L. Liu, K. Yang // Science of the Total Environment. 2019. Vol. 681. P. 163–174. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.091>.

14. *Quantifying influences of interacting anthropogenic-natural factors on trace element accumulation and pollution risk in karst soil* / H. Tao [et al.] // Science of the Total Environment. 2020. Vol. 721. 137770. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137770>.
15. *Richter D., Yaalon D.H. The Changing model of soil revisited* // Soil Sci. Am. J. 2012. V6. P. 766–778.

INFLUENCE OF LONG-TERM ACTION AND AFTEREFFECT OF MINERAL FERTILIZERS AND LIME ON CHANGES IN AGROCHEMICAL PROPERTIES AND CROP PRODUCTIVITY IN CROP ROTATION

N.A. Selezneva, T.A. Aseeva, Far Eastern Agricultural Research Institute (FIARI) 13, Klubnaya str., Vostochnoe, kr. Khabarovskiy, 680521, Russian Federation E-mail: nataliselezneva82@mail.ru

The results of studies on changes in the agrochemical properties of meadow-brown soil and crop rotation productivity with the use of increasing doses of mineral fertilizers and the aftereffect of liming in a long-term stationary experiment are presented. The highest yield was obtained in the variant with the application of mineral fertilizers on a lime background (25.7 cw/ha or 56.6%). Such a combined use of mineral fertilizers and an ameliorant also favorably affected the accumulation of humus (3.19%) and mobile phosphorus (12.1 mg/kg). The acidity of the soil without the use of an ameliorant deteriorated to 4.3 units, in the variant with mineral fertilizers and ameliorant pH was 4.8 units.

Key words: meadow-brown soil, productivity, mineral fertilizers, lime, mobile phosphorus.

УДК 633.11«324»:631.81

DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.07

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ПЛАНИРУЕМУЮ УРОЖАЙНОСТЬ

В.Г. Васин, д.с.-х.н., Е.С. Фадеева, А.В. Васин, д.с.-х.н., С.В. Фадеев, к.с.-х.н.
ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»
446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2
e-mail: fadeevaes_84@mail.ru, Тел.: +79272023388

Представлены результаты исследований по оценке продуктивности сортов озимой пшеницы при внесении удобрений на планируемую урожайность 4,5 и 8,5 т/га и применении системы стимулирующих препаратов при обработке вегетирующих растений в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Дана оценка элементам структуры и продуктивности урожая озимой пшеницы. Максимальная урожайность достигнута на посевах сорта Юка – 6,05 т/га (планируемая урожайность 4,5 т/га) и 9,27 т/га (планируемая урожайность 8,5 т/га). Лучшие показатели отмечены в варианте при системной обработке посевов препаратами МЕГАМИКС и YaraVita. Планируемый уровень урожайности в среднем по сортам выполнен на 122 % на фоне 1 (планируемая урожайность 4,5 т/га) и на 99 % на втором фоне (планируемая урожайность 8,5 т/га).

Ключевые слова: озимая пшеница, удобрения, планируемая урожайность, стимулирующие препараты.

Для цитирования: Васин В.Г., Фадеева Е.С., Васин А.В., Фадеев С.В. Продуктивность сортов озимой пшеницы при выращивании на планируемую урожайность // Плодородие. – 2023. – №6. – С. 27-31.
DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.07.

Озимая пшеница является одной из основных зерновых культур, обеспечивающих ежедневное потребление калорий и белка. Ежегодно в мире производится 780 млн т зерна озимой пшеницы. Ожидается, что спрос на пшеницу к 2050 г. увеличится до 60%, в то время как производство пшеницы может сократиться на 29% из-за изменения климата [10, 11].

Российская Федерация старается обеспечить растущую потребность страны прежде всего в высококачественном продовольственном зерне. Это обуславливает необходимостью иметь государственные запасы зерна и ресурсы для его экспорта [1, 3, 7.]. Отсюда следует, что одной из задач растениеводства является быстрое и стойкое развитие производства зерна [2, 9].

В последние годы озимая пшеница в лесостепной зоне Среднего Поволжья стала главной зерновой культурой [5]. Это можно объяснить тем, что произошли климатические изменения в регионе: зимы стали мягче, а осадков выпадает больше. Селекционерами создаются высокопродуктивные сорта. Изменился уровень вносимых минеральных удобрений, применяются современные микрорудобрильные смеси [4, 6]. Микрорудобрильные смеси – это

неотъемлемая и составляющая часть при выращивании качественного урожая. Они являются незаменимым источником питания, способствуют повышению иммунитета растений, снижают влияние стресса от применения пестицидов и неблагоприятных погодных факторов. Это послужило основанием для разработки системы выращивания высокопродуктивных сортов озимой пшеницы на планируемую урожайность на основе применения удобрений с применением стимулирующих препаратов отечественных и зарубежных производителей [5, 7, 8].

Цель исследований – оценить показатели формирования урожая и продуктивности сортов озимой пшеницы при внесении удобрений на планируемую урожайность и системном применении стимулирующих препаратов для обработки посевов по вегетации.

Задачи исследований:

- определить элементы структуры урожая и дать оценку продуктивности сортов озимой пшеницы;
- определить эффективность применения стимулирующих препаратов МЕГАМИКС и YaraVita в системе обработки посевов озимой пшеницы по вегетации.