

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОЧВ

В.Г. Сычев, ак. РАН
ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»,
127434, Москва, ул. Прянишникова 31 А, Sychev55@mail.ru

Выход журнала «Плодородие» №3 за 2021 год к 20-летию его создания совпал с 80-летием со дня организации Географической сети опытов с удобрениями. Именно это и послужило идеей подвести некоторые итоги ее многолетнего функционирования и показать первоочередную роль и значение минеральных и органических удобрений в части достижения оптимальных показателей плодородия почв России. Хотел бы выразить благодарность за отклик в юбилейный журнал «Плодородие»: академикам РАН: Гамзикову Г.П., Савину И.Ю., Косолапову В.М., Завалину А.А., Шеуджену А.Х., Сандухадзе Б.И., Долженко В.И., Власенко А.Н., Власенко Н.Г.; Бородачеву В.В., Пивоварову В.Д., Дубенку Н.Н., Храмцову И.Ф., Якушеву В.П., член-корреспондентам РАН: Будажапову Л.В., Тютюнову С.И., Шевченко В.А., Солдатенко А.В., Якушеву В.В., профессорам РАН: Есаулко А.Н., Надеждину С.М., докторам наук, профессорам, и всем научным сотрудникам, которые приняли участие в подготовке статей для журнала. Всем, кто непосредственно проводил исследования в части изучения длительного применения минеральных удобрений и влияния на плодородие земель сельскохозяйственного назначения во всех уголках России. Всего более 60 ученых высочайшей квалификации приняли участие в подведении итогов исследований в Географической сети опытов с удобрениями по состоянию на 2020 год.

Ключевые слова: минеральные и органические удобрения, содержание подвижного фосфора и калия, гумус, Геосеть опытов с удобрениями.

Для цитирования: Сычев В.Г. Влияние длительного применения минеральных и органических удобрений на основные показатели различных типов почв // Плодородие. – 2021. – № 4. – С. 3-5. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.01.

Дерново-подзолистые почвы. В длительном опыте ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный центр» (Владимирская область) изучалось влияние длительного применения удобрений на продуктивность зернопропашного севооборота, содержание и качественный состав гумуса. Для легких супесчаных почв характерны низкое содержание гумуса – 1,05-1,17%, слабая степень гумификации органического вещества, содержание P_2O_5 14-15; K_2O – 63-104 мг/кг.

В опыте за 50 лет наблюдений (1968-2018 г.) содержание гумуса в контрольном варианте уменьшилось на 0,17% и составило 0,91%, при этом в варианте с внесением органических и минеральных удобрений (навоз, 10 т/га + $N_{100}P_{50}K_{120}$) оно возросло до 1,25%. Продуктивность полевого севооборота при этом в удобренном варианте составила 4,11 т/га з.е., на контроле 2,15 т/га з.е. Урожайность озимой пшеницы в среднем за 50 лет наблюдений на 1,3 т/га превышала контроль без удобрений [1,2].

Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая (слабокультуренная) почва.

В длительном опыте опытной станции ФГБНУ ВНИИ агрохимии на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой слабокультуренной почве изучалось последствие фосфорных удобрений на фосфатный режим.

Остаточные фосфаты изучали на искусственно созданных фонах (P_0 ; P_{300} ; P_{600} ; P_{1200}) на фоне азотно-калийного питания $N_{120}K_{120}$. При этом содержание

подвижного фосфора в почве на седьмой год последствия составляло $P_0=18-22$ мг/кг; $P_{300} = 35-38$; $P_{600} = 60-72$; $P_{1200} = 125-134$ мг/кг.

Дозы свежеснесенных фосфатов для поддержания уровня остаточных фосфатов также различались. Среднее содержание фосфора 60-77 мг/кг (при P_{600}) поддерживалось ежегодным внесением 50 кг/га P_2O_5 , а для поддержания повышенного содержания 125-134 мг/кг требовалось 100 кг/га фосфорных удобрений. На известкованном фоне содержание P_2O_5 в почве было несколько выше, что свидетельствует о необходимости меньших доз свежеснесенных удобрений для поддержания достигнутого уровня фосфатов.

Урожайность озимой пшеницы закономерно возрастала по мере увеличения фосфатного фона в первый год с 33,1 до 54,9 ц/га ($P_{1200} = 125$ мг/кг) на седьмой год последствия с 27,7 ($P_0 = 18$) до 58,4 ц/га ($P_{1200} = 125$). Внесение дополнительно 50 кг/га P_2O_5 давало ощутимую прибавку урожая на низких фонах P_0-P_{300} 7-9 ц/га и снижало по мере увеличения ($P_{600}-P_{1200}$) содержания фосфатов до 2,2-2,3 ц/га.

На фоне известкования тенденция сохранялась при более высокой урожайности озимой пшеницы [3].

Дерново-подзолистая легкосуглинистая залежная.

Исходное содержание в почве гумуса 1,7-1,8%, $P_2O_5 = 106-109$ мг/кг; $K_2O = 90-100$ мг/кг, pH 4,78-4,83; почва не использовалась с 1994 года. Возделывание сельскохозяйственных культур при освоении таких

земель требует регулирования калийного режима почвы, который составляет 53-58% от оптимального.

При программировании урожаев минеральная система удобрений, при дробном внесении $N_{55}P_{30}K_{90} + P_{10}$ при посеве и N_{30} , не обеспечивает положительный баланс калия, и его ежегодная убыль составляет от 5 до 20 мг/кг.

Органоминеральная система с применением от 40 до 80 т/га навоза на фоне минерального питания стабильно обеспечивала положительный баланс калия. При возделывании озимых зерновых культур по мере увеличения дозы навоза приходящая составляющая баланса калия 140-183 кг/га значительно превышала расходную на 89-111 кг/га при интенсивности баланса до 190,6% [4].

Чернозем типичный. Влияние многолетнего применения удобрений на плодородие чернозема типичного изучалось в стационарном полевом опыте ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» в зернопропашном севообороте.

За 30-летний период внесения 40 т/га навоза (из расчета 8 т/га ежегодно) на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ содержание гумуса закономерно увеличилось на 0,4% и составило 5,1% (на контроле 4,7%). В исследуемых вариантах в почвах, относящихся к слабокислой градации (рН 5,4), по истечении шестой ротации кислотность осталась на уровне исходного значения.

Содержание подвижного фосфора, как одного из важнейших показателей почвенного плодородия, значительного различалось по вариантам и во времени.

За шесть ротаций севооборота в контрольном варианте (без удобрений) отмечена тенденция к снижению содержания подвижного фосфора с 53,0 до 43,7 мг/кг и оставалась на низком уровне. В то же время в варианте 40 т/га навоза + $N_{60}P_{60}K_{60}$ к концу шестой ротации оно достигло оптимального значения – 54,1 мг/кг.

Для чернозема типичного содержание подвижного калия считается оптимальным на уровне 140-160 мг/кг. В данных исследованиях в контрольном варианте наблюдалось незначительное повышение содержания калия – на 15 мг/кг (исходное 95 мг/кг). Однако в варианте с органоминеральной системой питания за тридцать лет содержание доступного калия составило 160 мг/кг.

Оценка системы многолетнего применения удобрений сделана по основной культуре севооборота – озимой пшенице.

Систематическое внесение органических и минеральных удобрений в течение шести ротаций севооборота (30 лет) дает возможность получать 5,4 т/га зерна озимой пшеницы, что на 55,5% выше, чем на контроле, при этом довести содержание доступного содержания фосфора и калия до оптимального значения [5].

Чернозем выщелоченный. Длительное применение удобрений на черноземе выщелоченном изучалось в опытах ОС Ставропольского ГАУ на протяжении 45 лет, в восьмипольном зернопропашном севообороте с 50% озимой пшеницы.

При систематическом внесении минеральных и органических удобрений, рассчитанных на получение максимально возможной урожайности озимой пшеницы 6,0-6,5 т/га, изучали динамику основных показателей плодородия почвы.

За время наблюдения содержание гумуса закономерно снижалось с 6,37 до 5,31% в контрольном варианте и до 5,64% на фоне 115-160 кг/га NP и 5-8 т/га органических удобрений. Кислотность почвы за 38 летний период изменилась незначительно в сторону подкисления и была на уровне контроля 6,0-6,1.

На протяжении всех четырех ротаций севооборота расчетная система удобрения позволила накопить высокий уровень подвижного фосфора 31,9 мг/кг при его исходном содержании 24,0 мг/кг. При этом в контрольном варианте к концу четвертой ротации содержание доступного фосфора оставалось на уровне 17,5 мг/кг.

Содержание подвижного калия за весь период наблюдения было стабильным (265 мг/кг) с повышением в отдельные периоды до 280 мг/кг в варианте с применением удобрений и снизилось с 260 до 221 мг/кг на контроле.

Продуктивность зернопропашного севооборота на черноземе выщелоченном в четвертой ротации (2008-2015 г.) составила 5,33 т/га з.е. на удобренном варианте и 3,4 т/га з.е. на контроле [6, 7].

Каштановые почвы. В длительном опыте на каштановых почвах Забайкалья уже в течение более 50 лет проводятся исследования влияния удобрений на почвенное плодородие засушливого режима.

Многолетние наблюдения свидетельствуют о достоверном снижении содержания гумуса на контроле без внесения удобрений. В варианте NPK по 40 кг/га за все время наблюдений отмечалась стабилизация содержания гумуса (0,96% исходной) на уровне 1,13% через 50 лет. Совместное внесение 10 т/га навоза и $N_{50}P_{25}K_{60}$ обеспечивало достоверный прирост содержания гумуса 1,43% (относительно контроля 0,96%). За этот же период внесение лишь 20 т/га навоза обеспечило содержание гумуса на уровне 1,48%.

Систематическое полное внесение минеральных удобрений $N_{40}P_{40}K_{40}$ по-разному оказывало влияние на урожайность яровой пшеницы в разные по увлажнению годы. В острозасушливые годы (14 из 50 лет) с осадками менее 85 мм урожайность яровой пшеницы составляла в среднем 9,89 ц/га, а при благоприятном увлажнении (осадки более 230 мм) уровень урожаев достигал 38-39 ц/га при среднем значении 25,2 ц/га. В остальные средние по увлажнению годы (10 лет из 50) урожайность составляла в среднем 13,5 ц/га [8,9].

Торфяные низинные почвы. Особенностью всех гидроморфных почв (особенно торфяников) являются большое количество органического вещества, а также технологическая возможность управлять водным режимом. Однако, при избытке азота эти почвы имеют крайне низкое содержание подвижных соединений фосфора и калия (15-40 мг/кг).

В этой связи только научно обоснованные системы удобрения позволяют решать задачи использования торфяных почв, особенно выработанных для кормопроизводства.

Самым длительным опытом по изучению таких почв является 58-летний опыт ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, заложенный в Кировской области. Обобщенные данные за последние 49 лет свидетельствуют, что систематическое применение минеральных удобрений на уровне $N_{120}P_{60}K_{120}$, обеспечило повышение содержания подвижного фосфора с 36 до 308 мг/кг, калия на уровне 155 мг/кг.

Урожайность сухого вещества трав возросла в среднем за 49 лет с 20,2 ц/га на контроле до 78,9 ц/га в удобренном варианте. Это позволяет сделать вывод, что торфяные и выработанные почвы Нечерноземной зоны могут быть востребованы в кормопроизводстве [10,11].

Подводя итоги многолетних исследований в Геосети по эффективности минеральных удобрений, можно сделать вывод об их безальтернативности в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, расширенном воспроизводстве плодородия почв, продовольственной безопасности.

К сожалению, в России до настоящего времени ни в одном ее регионе нет почв с оптимальными агрохимическими показателями плодородия.

Вместе с тем, длительные опыты свидетельствуют о том, что оптимальные показатели обеспечивают 2–3-кратное повышение урожайности на всех почвенных разностях. Уже более 30 лет почвы России испытывают дефицит элементов питания, исходя из чего, вынос питательных веществ ежегодно значительно превышает внесение (в 4-5 раз). При производстве минеральных удобрений в России более 25 млн т д.в. мы вносим 3,5 млн т.

В то же время при разных сценариях развития АПК потребность в минеральных удобрениях (по расчетам ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова) составляет: Инерционный (до 100 млн т зерна) – 8,2 млн т д.в.

Базовый (до 120 млн т зерна) – 11,0 млн т д.в.

Оптимистический (до 150 млн т зерна) – 16,0 млн т д.в. [12].

Оценка потребности в минеральных удобрениях проведена с использованием нормативов их затрат на единицу продукции. При этом были учтены результаты более чем 5000 опытов на зерновых культурах, проведенных в 150 НИИ и 112 учреждениях агрохимической службы в краткосрочных и длительных опытах.

Литература

1. Лукин С.М., Марчук Е.В., Золкина Е.И. Продуктивность зернопропашного севооборота при длительном применении различных систем удобрения на дерново-подзолистой супесчаной почве // Агрохимия. – 2018. №2. – С. 71-78.

2. Лукин С.М., Золкина Е.И., Марчук Е.В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборота, содержание и качественный состав органического вещества почвы // Плодородие. – 2021. – №3. – 93-98 с.

3. Адрианов С.Н. Формирование фосфатного режима дерново-подзолистых почв в разных системах удобрения. – М.: ВНИИ агрохимии, 2004. – С. 120-215.

4. Шевченко В.А., Соколов А.М., Попова Н.П. Динамика содержания органического вещества при освоении выбывших из оборота малопродуктивных мелиорированных земель в зависимости от системы удобрения // Плодородие. – 2019. – №6. – С. 6-10.

5. Тютюнов С.И. Комплексная оценка влияния многолетнего применения удобрений на основные показатели плодородия чернозема типичного // Плодородие. – 2021. – №3. – С. 45-48.

6. Гречишкина Ю.И. Изменение агрохимических показателей чернозема выщелоченного под влиянием оптимизации систем удобрения в севообороте // Проблемы агрохимии и экологии. – 2009. – №1. – С. 3-7.

7. Сычев В.Г., Есаулко А.Н., Гречишкина Ю.И. 45 лет на благо науки. Результат длительных опытов стационара Ставропольского ГАУ // Плодородие. – 2021. – №3. – С. 22-27.

8. Будажапов Л.В., Уланов А.К., Билтуев А.С. Управление плодородием каштановой почвы и прогнозные сценарии урожая яровой пшеницы // Плодородие. – 2021. – №3. – С. 39-44.

9. Будажапов Л.В. Биокинетический цикл азота и оборот азотных пулов. – М.: ВНИИА, 2019. – 288 с.

10. Царенко В.П., Уланов А.Н., Горский А.С. Изменение агрохимических свойств торфяных почв при длительном возделывании сельскохозяйственных культур // Известия С.-Петербургского ГАУ. – 2018. – №2 (51). – С. 94-99.

11. Косолапов В.Н., Уланов А.Н., Ковшова В.Н. и др. Торфяные низменные и выработанные почвы в условиях длительного применения удобрений // Плодородие. – 2021. – №3. – С. 34-39.

12. Сычев В.Г., Ефремов Е.Н., Завалин А.А. и др. Прогноз потребности и платежеспособного спроса сельского хозяйства Российской Федерации на минеральные удобрения до 2020 года. – М.: ВНИИА, 2011. – 51 с.

EFFECTS OF LONG-TERM MINERAL USE AND ORGANIC FERTILIZERS ON KEY INDICATORS DIFFERENT TYPES OF SOILS

V.G. Sychev, Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434, Moscow, Russia,
e-mail: sychev55@mail.ru

The publication of the magazine «Plodorodie» No. 3 for 2021 on the 20th anniversary of its creation coincided with the 80th anniversary of the organization of the Geographic Network of Experiments with Fertilizers. This is what served as the idea to sum up some of the results of its long-term functioning and to show the primary role and importance of mineral and organic fertilizers in achieving optimal soil fertility in Russia. I would like to express my gratitude for the response to the anniversary magazine "Plodorodie": Academicians of the Russian Academy of Sciences: Gamzikov G.P., Savin I.Yu., Kosolapov V.M., Zavalin A.A., Sheudzhen A.Kh., Sandukhadze B.I., Dolzhenko V.I., Vlasenko A.N., Vlasenko N.G.; Borodichev V.V., Pivovarov V.D., Dubenok N.N., Khramtsov I.F., Yakushev V.P. Corresponding members of the RAS: Budazhapov L.V., Tyutyunov S.I., Shevchenko V. A., Soldatenko A.V., Yakushev V.V. Professors of the Russian Academy of Sciences: Esaulko A.N., Nadezhkin S.M. Professors, and all researchers who took part in the preparation of articles. To everyone, who directly conducted research on the study of the long-term use of mineral fertilizers and the impact on the fertility of agricultural lands in all corners of Russia. In total, more than 60 highly qualified scientists took part in summarizing the results of research in the Geographic Network of Experiments with Fertilizers as of 2020.

Keywords: mineral and organic fertilizers, content of mobile phosphorus and potassium, humus, Geoset of experiments with fertilizers.