

УДК 634.1.047

UDC 634.1.047

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры

4.1.4. Horticulture, vegetable growing, viticulture and medicinal crops

ВЛИЯНИЕ СИДЕРАТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ЗАКЛАДКЕ САДА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**INFLUENCE OF GREEN CROPS ON FERTILITY INDICATORS OF LEACHED CHERNOZEM DURING GARDEN ESTABLISHMENT IN THE CENTRAL ZONE OF KRASNODAR REGION**

Осипов Александр Валентинович
кандидат с.-х. наук
E-mail: kubsoil@mail.ru

Osipov Alexander Valentinovich
candidate of agricultural sciences sciences
E-mail: kubsoil@mail.ru

Горбунов Игорь Валерьевич
кандидат с.-х. наук
SPIN-код автора: 9815-3384
E-mail: vectra-801@mail.ru

Gorbunov Igor Valerievich
candidate of agricultural sciences sciences
Author SPIN: 9815-3384
E-mail: vectra-801@mail.ru

Горбунов Илья Игоревич
бакалавр
E-mail: vectra-801@mail.ru

Gorbunov Ilya Igorevich
Bachelor
E-mail: vectra-801@mail.ru

Грищенко Антон Алексеевич
аспирант
E-mail: kubsoil@mail.ru

Gritsenko Anton Alekseevich
postgraduate student
E-mail: kubsoil@mail.ru

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина» Краснодар, Россия

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin Krasnodar, Krasnodar, Russia

Представлены результаты исследований по изучению действия различных сидератов на содержание органического вещества, макроэлементов, сумму поглощенных оснований в пахотном слое и т.д. Установлено, что в глубоких слоях почвы по накоплению органического вещества наиболее эффективным сидератом оказался горох; только овес существенно повышает содержание фосфора в слое 0-60 см; наилучшее сохранение калия в пахотном и в подпахотном слоях обеспечивает горох. Все изученные сидераты в подпахотном слое превышают контроль по сумме поглощенных оснований.

The results of studies examining the effects of various green manure crops on organic matter content, macronutrients, and the total amount of absorbed bases in the arable layer are presented. It was found that peas were the most effective green manure crop in deep soil layers for accumulating organic matter; only oats significantly increased phosphorus content in the 0-60 cm layer; and peas ensured the best potassium retention in the arable and subsurface layers. All studied green manure crops exceeded the control group in terms of total amount of absorbed bases in the subsurface layer.

Ключевые слова: СИДЕРАТЫ, МАКРОЭЛЕМЕНТЫ, ГУМУС.

Keywords: GREEN MIXTURES, MACROELEMENTS, HUMUS.

Введение.

Современное сельское хозяйство представляет собой развивающийся подход к сельскохозяйственным инновациям и методам ведения сельского хозяйства, основанный на использовании высокоурожайных сортов семян,

химических удобрений, поливной воды, пестицидов и т. д. [1]. В процессе обеспечения продовольственной безопасности люди сталкиваются с различными видами природных и техногенных опасностей. Растущий спрос на продукты питания обусловлен не только необходимостью решения проблем продовольственной безопасности, но и получением валютной выручки. Процесс производства продуктов питания оценивается от выращивания до распределения среди потребителей.

Однако быстрое увеличение потребности в продуктах питания не может быть обеспечено традиционными методами, и люди изобрели множество способов, выходящих за рамки естественных процессов. Но теперь это выходит за пределы естественных границ окружающей среды и приводит к многочисленным негативным последствиям из-за несоблюдения принципов устойчивого развития. Цена за поддержание качества окружающей среды в будущем не может быть устойчивой из-за негативных изменений, происходящих в окружающей среде и экосистеме [2].

Ресурсы ограничены, но потребности и амбиции человечества безграничны, а восстановление или регенерация могут занять тысячи/миллионы лет. Таким образом, широкомасштабная деградация окружающей среды, включая загрязнение почвы, воды и воздуха, обеспокоенность качеством жизни стали основными факторами, побудившими к заинтересованности в обеспечении равных возможностей для будущих поколений в отношении доступа к природным ресурсам [3]. Поскольку лучшие сельскохозяйственные земли уже обработаны и истощены до предела, природные ресурсы, доступные для дальнейшего расширения сельского хозяйства, практически исчерпаны. Необходим альтернативный метод ведения сельского хозяйства, который мог бы функционировать в благоприятной экосистеме, поддерживая и повышая производительность. Органическое земледелие признано наиболее

известной альтернативой [4]. Экономически целесообразно его практиковать, когда фермеры могут получать премиальную цену за свою продукцию.

К распространенным проблемам, с которыми сталкиваются производители органической продукции, относятся низкая урожайность, трудности с поддержанием уровня плодородия почвы. Сочетание органического земледелия и новых технологий имеет первостепенное значение для снижения ограничений и проблем органического земледелия. Инновационный и устойчивый подход органического земледелия повышает сельскохозяйственную производительность и качество жизни многих фермеров экологически безопасным способом [5].

В тоже время многолетние насаждения являются практически монокультурой, произрастающей на одном месте довольно продолжительное время. При этом большое внимание должно быть уделено правильному подбору участков для закладки садов ведь органическое садоводство основано на садообороте, растительных остатках, навозе животных, органических отходах, полученных вне фермы, минеральных добавках и биологических системах мобилизации питательных веществ, обеспечивая оптимальную защиту растений. Оно опирается на экологические процессы, биоразнообразие и циклы, адаптированные к местным условиям, а не на использование ресурсов с неблагоприятными последствиями [6,7].

Как указывалось, выше большинство пригодных земель уже используется в интенсивном сельском хозяйстве и поэтому особое значение приобретает улучшение физико-химических свойств почв участков, выведенных из интенсивного земледелия [8]. В этой связи целью наших исследований было изучение влияния на характеристики черноземов выщелоченных наиболее распространенных сидеральных культур. В задачи исследований входило определение действия на

содержание основных элементов питания, рН, суммы поглощенных оснований, используемых сидеральных посевов.

Новизна исследований. Впервые проведена оценка влияния различных сидеральных культур на физико-химические свойства и агрохимические показатели чернозема выщелоченного в условиях пригородных хозяйств города Краснодара.

Методы исследований

Основной специфической особенностью садоводства является продолжительный срок произрастания многолетних плодовых культур на одном месте. На закладку плодовых культур и уход за ними затрачиваются значительные средства, которые при нормальных условиях роста и развития плодовых растений не только быстро окупаются, но и способствуют получению высокой экономической эффективности на протяжении всего периода эксплуатации плодово-ягодных насаждений [9].

Плодовые культуры по своим биологическим особенностям являются наиболее требовательными к условиям произрастания, а различные плодовые породы, в свою очередь, отличаются неодинаковой реакцией на комплекс природных условий.

В настоящее время закладка интенсивных промышленных садов в РФ ведётся по специальным проектам, основой для которых являются комплексные работы по выбору и качественной оценке земельных участков. Эти работы, особенно почвенные изыскания, целесообразно проводить по определённой единой методике [10, 11].

В 2022 году исследования проводили на 1 отделении учхоза «Кубань» на различных вариантах травосмесей перед закладкой нового сада. Почва участка – выщелоченный чернозем. Участки длительное время использовали для выращивания полевых культур. Свойства почвы изучались, послойно (0–30, 30–60 см), оттуда же осуществляли и отбор

почв для агрохимических показателей в трехкратной повторности. Использовали полевой и лабораторный методы исследований.

В лабораториях кафедры почвоведения ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ» и ФГБУ ЦАС «Краснодарский» образцы почв, отобранные в период полевого почвенного исследования, были подготовлены и выполнены по общепринятым методикам следующие виды анализов:

Таблица 1 – Виды и количество анализов отобранных образцов почв

№ п/п	Виды и методы анализов	Количество образцов
1	Полевая влажность весовым методом	14
2	Органическое вещество ГОСТ 26213-91. п.1	20
3	рН солевой вытяжки ГОСТ 26423-85	20
4	Обменный кальций ГОСТ 26487-85	20
5	Обменный (подвижный) магний ГОСТ 26487-85	20
6	Фосфор методом Мачигина ГОСТ 26205-91	20
7	Калий методом Мачигина ГОСТ 26205-91	20

Схема опыта:

- Вариант 1 – Черный пар (контроль);
- Вариант 2 – Соя;
- Вариант 3 – Горчица;
- Вариант 4 – Чечевица;
- Вариант 5 – Овёс;
- Вариант 6 – Горох.

Обсуждение

Содержание гумуса в черноземах играет ключевую роль при закладке садов, поскольку именно гумус определяет плодородие почвы и условия для многолетнего роста плодовых культур. Гумус является основным источником азота, фосфора, калия и других макро- и микроэлементов в доступной для растений форме. Он склеивает почвенные частицы в комковатую структуру, что особенно важно для черноземов, также

увеличивается их способность удерживать влагу в 5–10 раз больше собственной массы. Черноземы с высоким содержанием гумуса лучше противостоят водной и ветровой эрозии, что особенно актуально на склонах, где часто закладывают сады. Поэтому мы проводили изучение этого параметра, данные приведены на рисунках 1, 2.

По содержанию гумуса чернозема выщелоченного исследованного участка относятся к слабогумусным видам, так как содержание гумуса в пахотном слое менее 4 %. (рис. 1). Содержание гумуса с глубиной постепенно уменьшается. Запасы гумуса в гумусовом слое 0-60 см составляет от 200 до 280 т/га.

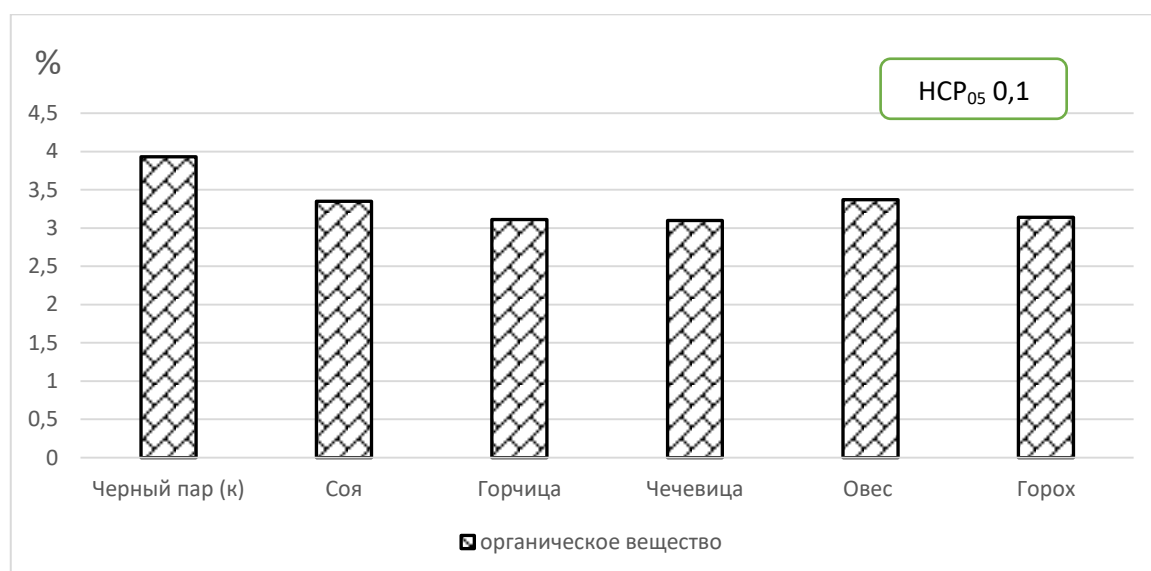


Рисунок – 1 Содержание органического вещества в слое 0–30 см в зависимости от вида сидератов, выращиваемых на опытном участке (2022 г)

Наибольшее содержание органического вещества зафиксировано в варианте с черным паром (контроль) – 4,5 %. Это закономерно, так как почва не занята растениями, что способствует накоплению органических остатков без их потребления. Среди сидеральных культур наилучший показатель у сои – 4,0 % . Это позволяет рассматривать сою как наиболее эффективный сидерат для поддержания плодородия почвы в условиях опыта.

Средние значения демонстрируют горчица (около 3,7 %), чечевица и овес (около 3,6 %). Их влияние на содержание органики близко, что говорит о сопоставимом воздействии на почву. Наименьшее содержание органического вещества отмечено при выращивании гороха – 3,5 %. Это минимальный показатель среди всех сидератов.

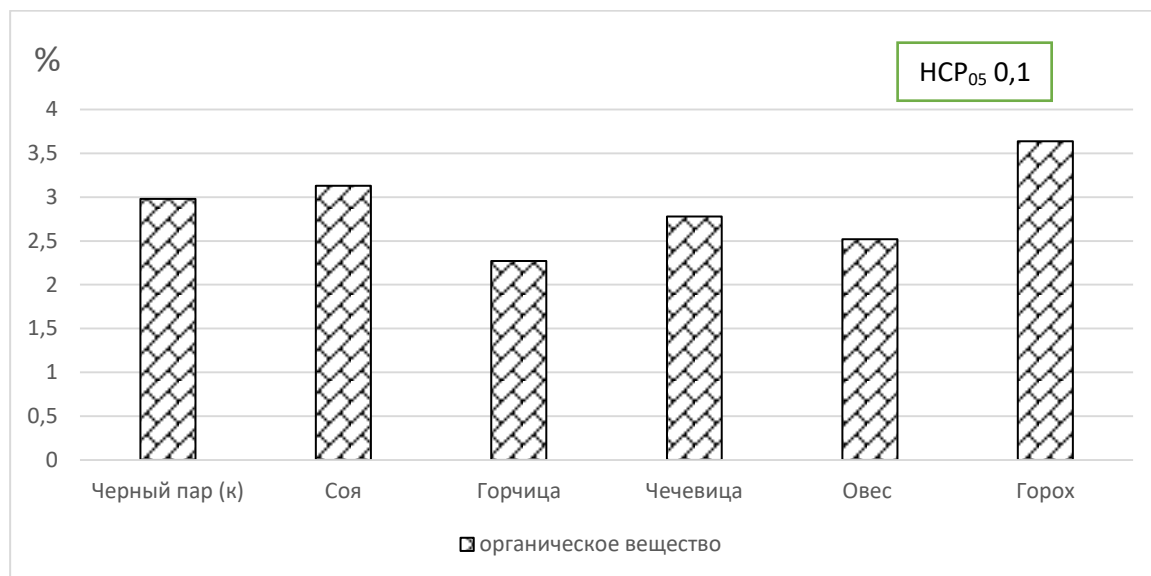


Рисунок – 2 Содержание органического вещества в слое 30–60 см в зависимости от вида сидератов, выращиваемых на опытном участке (2022 г)

Содержание органического вещества в нижнем слое ожидаемо ниже, чем в верхнем (0–30 см), что характерно для почвенного профиля. В отличие от верхнего слоя, где лидировал черный пар, в слое 30–60 см максимальное содержание органического вещества зафиксировано под горохом — 3,6 %. Это может свидетельствовать о глубоком проникновении корневой системы гороха и оставлении органических остатков на глубине. Минимальное содержание органики в этом слое отмечено под горчицей (2,3 %) и овсом (2,5 %). Это указывает на то, что корневые системы этих культур в основном сосредоточены в верхних слоях и не оказывают существенного влияния на накопление

органического вещества на глубине 30–60 см. Черный пар показывает средний результат (3,0 %), что несколько ниже, чем под горохом и соей. Это может быть связано с отсутствием корневых выделений и отмерших корней, которые у сидератов проникают глубже.

Содержание фосфора в почве играет критически важную роль в жизни плодовых культур, так как этот элемент участвует во всех ключевых процессах роста, развития и плодоношения многолетних насаждений.

Для плодовых культур, особенно в первые годы после посадки, критически важно развитие мощной корневой системы, стимулированием которой и «занимается» фосфор. Он способствует росту корней вглубь и вширь, улучшает приживаемость саженцев, устойчивость к абиотическим факторам, способствует закладке плодовых почек, ускоряет и усиливает цветение (рисунки 3, 4).

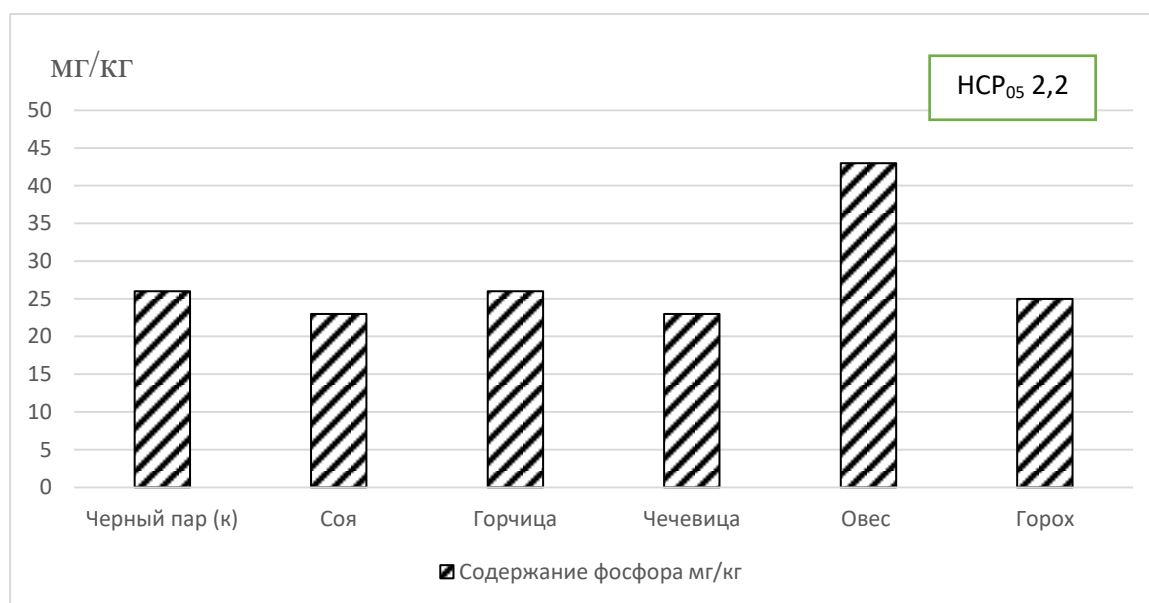


Рисунок 3 – Содержание фосфора в слое почвы 0–30 см в зависимости от использованных сидератов (2022 г)

Наибольшее содержание фосфора зафиксировано после выращивания овса – 43 мг/кг, что значительно выше контроля (черный

пар) и всех остальных сидератов. Это свидетельствует о высокой способности овса переводить труднодоступные фосфаты почвы в доступные формы и накапливать их в пахотном слое.

Черный пар (контроль) и горчица показали одинаковый результат – 26 мг/кг. Это означает, что горчица не оказала ни положительного, ни отрицательного влияния на содержание фосфора по сравнению с чистым паром. Ее воздействие на фосфатный режим почвы в данном опыте было нейтральным.

Горох незначительно снизил содержание фосфора относительно контроля. Под горохом отмечено 25 мг/кг, что на 1 мг/кг ниже, чем в черном пару. Возможно, горох использовал часть доступного фосфора для формирования урожая, не компенсируя его потери корневыми выделениями.

Соя и чечевица показали наименьшие значения – по 23 мг/кг. Оба сидерата (представители бобовых) снизили содержание фосфора в почве по сравнению с контролем на 3 мг/кг. Это может быть связано с их повышенным потреблением фосфора в процессе роста и недостаточным его возвратом в легкоусвояемой форме.

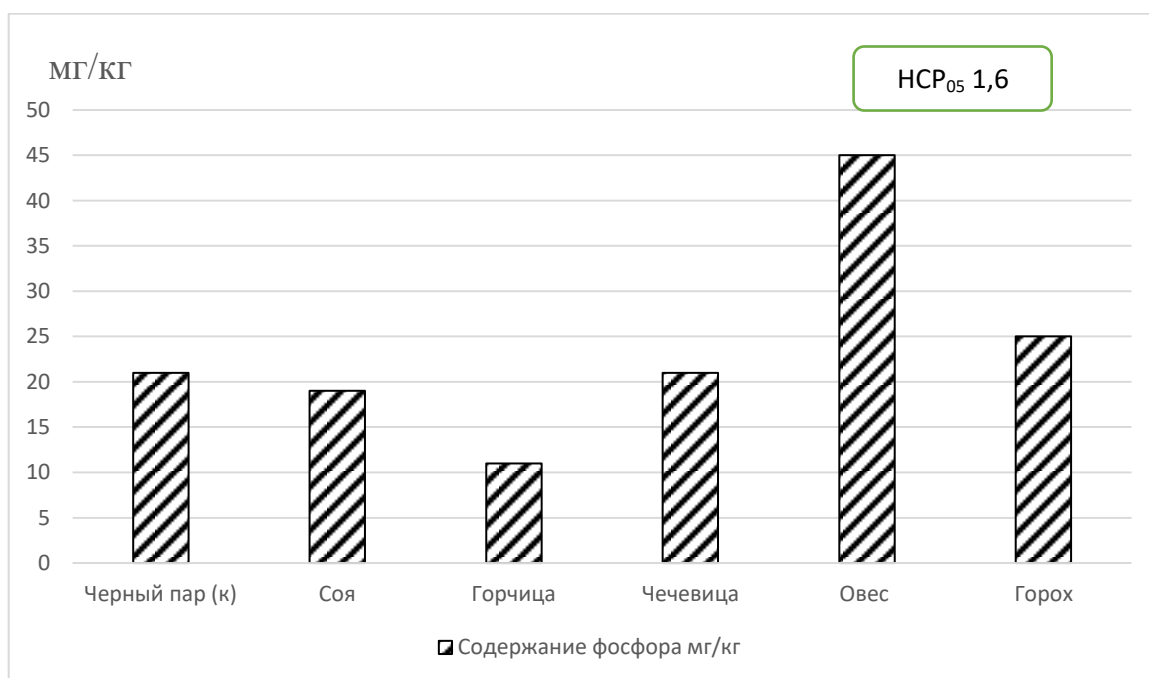


Рисунок 4 – Содержание фосфора в слое почвы 30–60 см в зависимости от использованных сидератов (2022 г)

Содержание фосфора под овсом составляет 45 мг/кг, что более чем в два раза превышает контроль (21 мг/кг) и все остальные показатели. Это подтверждает уникальную способность овса активно извлекать фосфор из глубоких горизонтов или способствовать его накоплению на этой глубине.

Чечевица не оказала влияния на содержание фосфора в слое 30–60 см по сравнению с чистым паром, оставив его на контрольном уровне.

Горох показал результат выше контроля – 25 мг/кг, что говорит о его способности накапливать фосфор в подпахотном слое (возможно, за счет глубокой корневой системы).

Соя, напротив, снизила содержание фосфора до 19 мг/кг – это ниже контроля. Вероятно, соя активнее потребляла фосфор именно из этого горизонта.

Под горчицей зафиксировано самое низкое содержание фосфора – всего 11 мг/кг. Это значительно ниже контроля (на 10 мг/кг). Возможно, горчица либо интенсивно потребляла фосфор из этого слоя, либо способствовала его переходу в недоступные формы.

Содержание калия в почве имеет огромное значение для плодовых культур, так как этот элемент выполняет множество жизненно важных функций на всех этапах роста и развития многолетних насаждений. Калий регулирует открытие и закрытие устьиц, через которые происходит испарение воды и газообмен; активирует ферменты, отвечающие за синтез и передвижение углеводов (сахаров, крахмала); влияет на качество и товарный вид плодов; участвует в передвижении питательных элементов по сосудистой системе растения от корней к листьям и плодам, обеспечивая слаженную работу всего организма. Содержание этого элемента по вариантам опыта приведено на рисунке 5, 6.

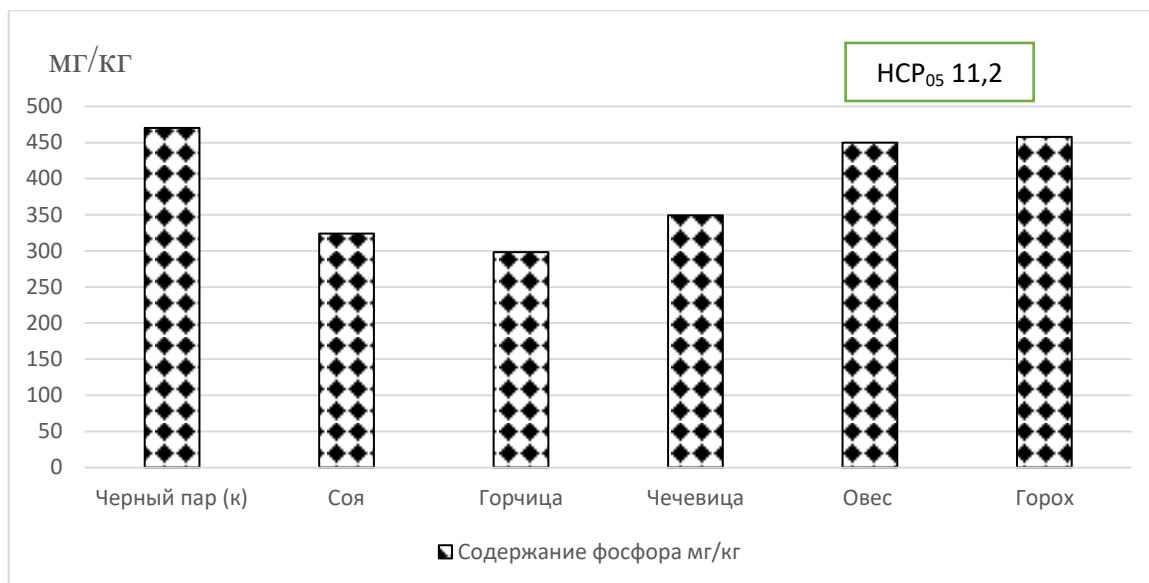


Рисунок 5 – Содержание калия в слое почвы 0–30 см в зависимости от использованных сидератов (2022 г)

Наибольшее содержание калия зафиксировано в двух вариантах: черный пар (контроль) – 470 мг/кг и горох – 458 мг/кг. Это говорит о том, что чистый пар закономерно сохраняет калий в почве (нет выноса с урожаем), а горох, вероятно, оставляет большое количество растительных остатков, богатых калием, либо слабо его потребляет.

Содержание калия под овсом составляет 450 мг/кг, что лишь незначительно ниже контроля и гороха. Овес, будучи злаковой культурой, также хорошо сохраняет калий в верхнем слое почвы.

Оба бобовых сидерата (чечевица и соя) заметно снизили содержание калия по сравнению с контролем (на 121–146 мг/кг). Это может быть связано с их повышенным потреблением калия для формирования биомассы.

Самое низкое содержание калия отмечено под горчицей – 298 мг/кг. Это значительно ниже контроля (на 172 мг/кг) и ниже всех остальных сидератов. Вероятно, горчица активно потребляет калий и выносит его из почвы, не возвращая в достаточном количестве с растительными остатками.

Чечевица и соя умеренно снижают содержание калия, а горчица приводит к его наиболее существенному падению, что необходимо учитывать при планировании севооборота и внесении калийных удобрений.

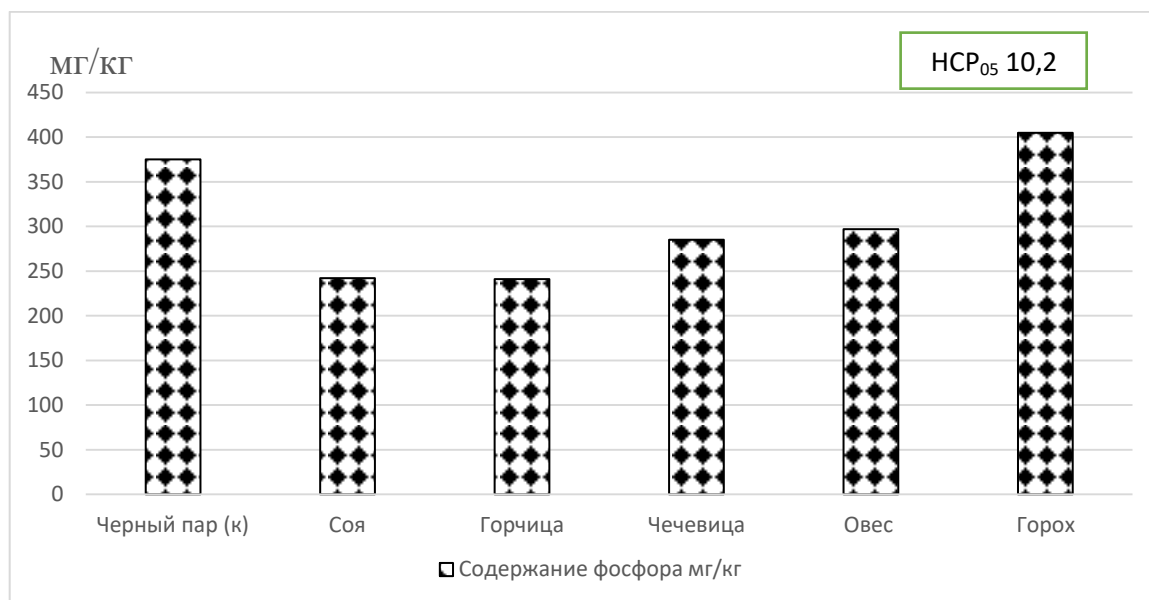


Рисунок 6 – Содержание калия в слое почвы 30–60 см в зависимости от использованных сидератов (2022 г)

Наибольшее содержание калия зафиксировано под горохом — 405 мг/кг. Это выше контроля (черный пар) и всех остальных сидератов. Вероятно, горох благодаря глубокой корневой системе способен накапливать калий в подпахотном слое или активно возвращать его с корневыми остатками.

Чистый пар показал 375 мг/кг, что выше большинства сидератов (кроме гороха). Это закономерно, так как отсутствие растений исключает вынос калия и способствует его сохранению в почве.

Овес и чечевица снизили содержание калия по сравнению с контролем (на 78–90 мг/кг), что говорит об их потреблении из этого слоя.

Соя и горчица показали самые низкие показатели. Они значительно ниже контроля (на 133–134 мг/кг) и ниже остальных сидератов. Вероятно,

соя и горчица активно потребляют калий из глубоких горизонтов, вынося его с урожаем или перемещая в верхние слои.

Степень насыщенности основаниями – это ключевой показатель, который определяет способность почвы удовлетворять потребности плодовых культур в элементах питания на протяжении всей их жизни. Это «фонд жизнеобеспечения», из которого дерево черпает кальций, магний и калий.

Высокая сумма оснований означает, что почва способна противостоять истощению и подкислению даже при многолетнем выращивании сада. При низкой сумме поглощенных оснований почва легко подкисляется, особенно при внесении физиологически кислых азотных удобрений. Высокая сумма оснований (особенно кальция) способствует структурированию почвы. Кальций выступает "мостиком" между органическими и минеральными частицами, склеивая их в прочные водопрочные агрегаты. Для сада это означает хорошую аэрацию корней, водопроницаемость (отсутствие застоя воды у корней), устойчивость к эрозии на склонах, где часто закладывают сады. Содержание кальция и магния в почве нашего опыта представлены на рисунках 7 и 8.

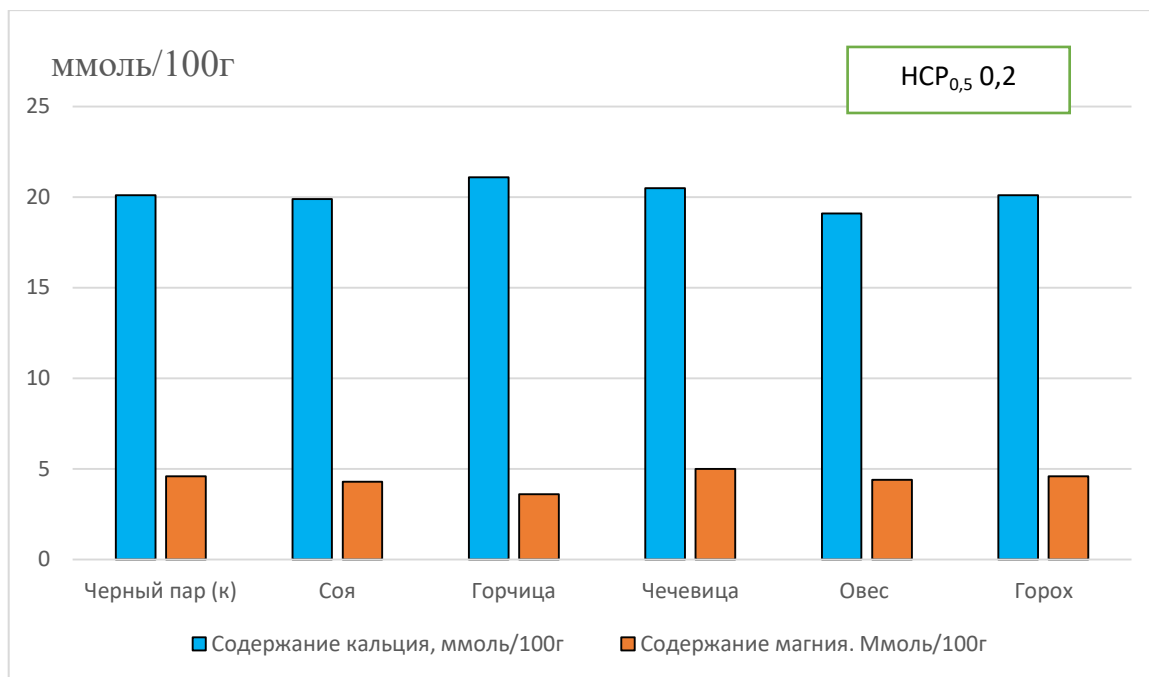


Рисунок 7 – Сумма поглощенных оснований в слое почвы 0–30 см в зависимости от использованных сидератов (2022 г)

Наибольший показатель суммы оснований в поверхностном слое зафиксирован после чечевицы – 25,5 ммоль/100 г. Это выше контроля и всех остальных сидератов, главным образом за счет высокого содержания магния (5,0). Контроль, горчица и горох показывают одинаковую сумму поглощенных оснований, что говорит о схожем влиянии на емкость катионного обмена. Соя же, незначительно снижает сумму оснований. Это связано с небольшим снижением как кальция, так и магния. Минимальная сумма оснований под овсом – 23,5 ммоль/100 г. Это на 1,2 ммоль/100 г ниже контроля. Овес снизил содержание и кальция, и магния относительно черного пара.

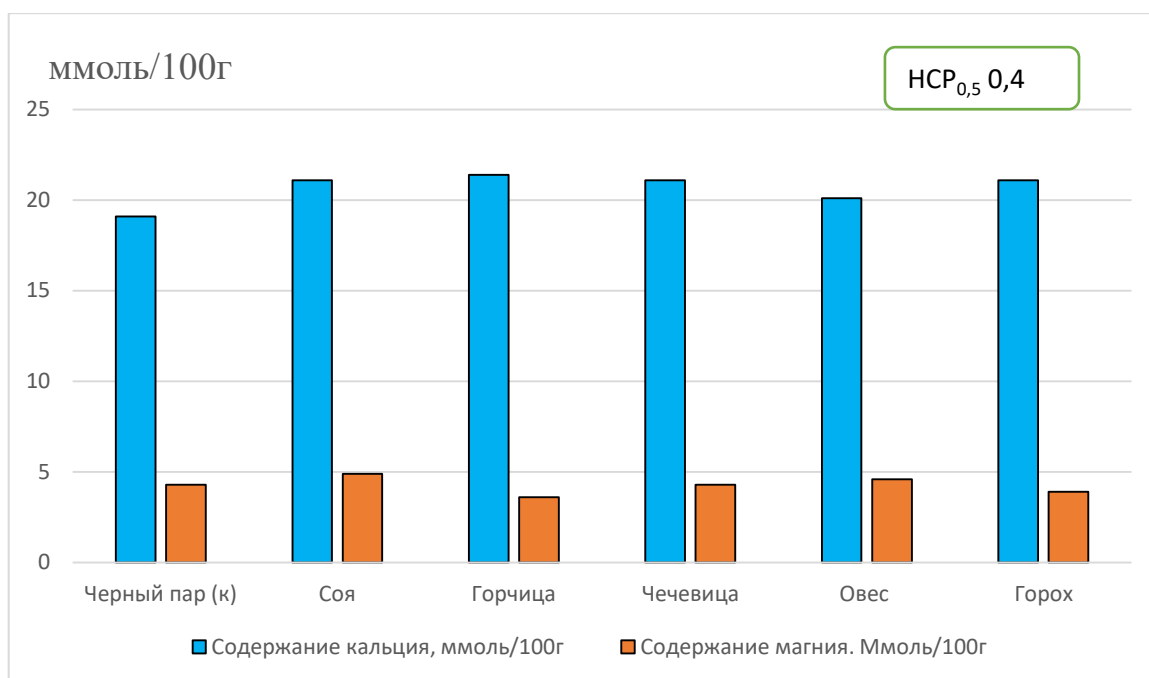


Рисунок 8 – Сумма поглощенных оснований в слое почвы 30–60 см в зависимости от использованных сидератов (2022 г)

Наибольший показатель зафиксирован после сои – 26,0 ммоль/100 г. Это значительно выше контроля (на 2,6 ммоль/100 г) и достигается за счет высокого содержания как кальция (21,1 ммоль/100 г), так и особенно магния (4,9 ммоль/100 г – максимум среди всех культур).

Чечевица, горчица и горох – способствуют накоплению обменных оснований в подпахотном слое.

Овес – демонстрирует незначительное превышение контроля.

Самое низкое значение суммы оснований отмечено в контроле (черный пар) – 23,4 ммоль/100 г. Это закономерно, так как отсутствие корневых систем растений замедляет процессы биологического накопления элементов питания в глубоких слоях.

Реакция почвенного раствора (рН солевой вытяжки) – это один из важнейших агрохимических показателей, определяющий пригодность почвы для успешного роста и плодоношения сада на долгие годы. Для плодовых культур этот показатель имеет критическое значение, так как влияет на все аспекты их жизни. Оно напрямую определяет, в какой форме

находятся питательные вещества и могут ли корни деревьев их усвоить. В слабокислой и нейтральной среде (рН 5,5–7,0) создаются наилучшие условия для питания растений. Макроэлементы (азот, фосфор, калий) и большинство микроэлементов находятся в легкодоступной форме, что обеспечивает сбалансированное питание деревьев.

Отклонение рН от оптимальных значений вызывает целый ряд негативных последствий для плодовых культур: угнетение корневой системы, нарушение обмена веществ, снижение эффективности удобрений. Реакция почвенного раствора определяет жизнедеятельность полезных почвенных микроорганизмов (бактерий, актиномицетов), которые разлагают органику и превращают питательные вещества в доступную для растений форму. В кислой среде их активность резко снижается, что ухудшает питание деревьев.

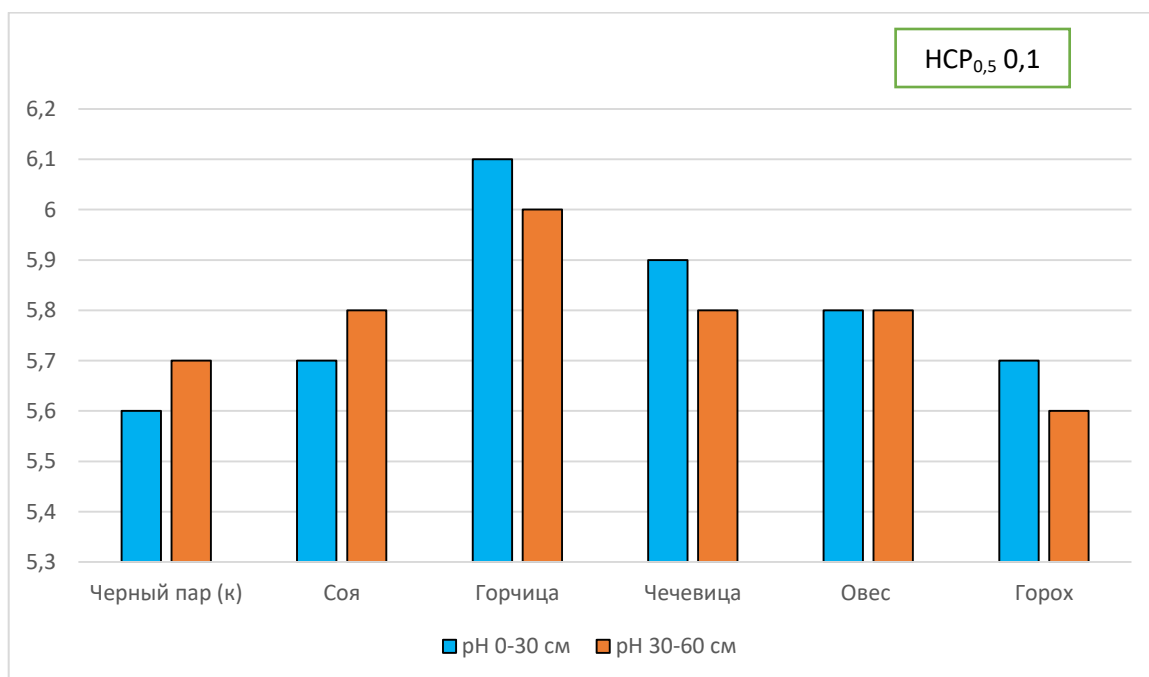


Рисунок 9 – Реакция почвы в зависимости от использованных сидератов (2022 г)

Все значения реакции почвенного раствора (рН) находятся в интервале от 5,6 до 6,1. Это соответствует слабокислой реакции среды, которая благоприятна для большинства плодовых и полевых культур. В

пахотном слое максимальное значение (ближе к нейтральному) отмечено под горчицей – рН 6,1. Это самый высокий показатель среди всех вариантов, что может свидетельствовать о подщелачивающем эффекте горчицы. Минимальное значение – в черном пару (контроль), а также под горохом и соей. Чечевица и овес занимают промежуточное положение.

В подпахотном слое значения рН варьируются от 5,6 до 6,0. Максимум – под горчицей (рН 6,0), что подтверждает ее влияние и на более глубокие горизонты. Минимум – под горохом (рН 5,6), что ниже контроля (рН 5,7) в этом слое. Черный пар, соя, чечевица и овес показывают близкие значения рН от 5,7 до 5,8.

В большинстве вариантов рН верхнего и нижнего слоев близки или одинаковы, что говорит о достаточно равномерном распределении кислотности по профилю. Наибольшая разница между слоями наблюдается у горчицы: 6,1 (верх) → 6,0 (низ), что может указывать на более сильное подщелачивающее действие в пахотном горизонте. У гороха, напротив, в нижнем слое рН ниже 5,6, чем рН в верхнем 5,7, что может быть связано с корневыми выделениями или потреблением оснований.

Заключение.

1. На основании изложенного можно сделать вывод, все изучаемые сидераты в пахотном слое снижают содержание органического вещества по сравнению с чистым паром. Разница между ними (от 3,5 % до 4,0 %) позволяет судить о разном объёме оставляемых после себя растительных остатков. В глубоких слоях почвы (30–60 см) наиболее эффективным сидератом оказался горох. Это важно учитывать, если целью является улучшение подпахотного горизонта.

2. Среди изученных сидератов только овес существенно повышает содержание фосфора в пахотном слое. Горчица сохраняет фосфор на

уровне чистого пара, а бобовые (soя, чечевица, горох) снижают его запасы, что требует учета при планировании севооборотов и внесения фосфорных удобрений. В подпахотном слое (30–60 см) наибольшее накопление фосфора обеспечивает овес, что делает его ценным сидератом для улучшения фосфатного режима глубоких горизонтов. Горчица резко снижает содержание фосфора на этой глубине, что может быть нежелательно. Среди бобовых горох показывает положительный эффект, тогда как соя и чечевица либо снижают, либо не изменяют содержание фосфора относительно контроля.

3. Наилучшее сохранение калия в пахотном слое обеспечивают черный пар, горох и овес. В подпахотном слое (30–60 см) наилучшее сохранение и накопление калия обеспечивает горох, который даже превосходит чистый пар. Овес и чечевица умеренно снижают содержание калия, тогда как соя и горчица приводят к его самому существенному падению. Это важно учитывать при оценке влияния сидератов на калийный режим глубоких горизонтов почвы.

4. Наибольшую сумму поглощенных оснований в пахотном слое обеспечивает чечевица, что говорит о ее положительном влиянии на почвенный поглощающий комплекс. Овес снижает этот показатель, что может указывать на некоторое подкисление или вынос оснований. Горчица, горох и черный пар находятся на одном уровне, а соя незначительно уступает контролю. В подпахотном слое (30–60 см) все изученные сидераты превышают контроль по сумме поглощенных оснований. Это говорит о том, что корневые системы сидеральных культур активно влияют на накопление обменных кальция и магния в глубоких горизонтах. Наилучший результат показывает соя, особенно за счет накопления магния. Чечевица, горчица и горох также существенно улучшают показатели по сравнению с чистым паром. Наименьшее, но все же положительное влияние оказывает овес.

5. Горчица оказывает наиболее выраженное подщелачивающее действие на почву в обоих слоях, что делает ее полезной для слабокислых почв, требующих небольшой нейтрализации почвенного раствора. Черный пар (контроль) имеет самый низкий pH в верхнем слое, что может быть связано с отсутствием растительных остатков и корневых выделений, которые могли бы влиять на кислотность. Горох в нижнем слое показал минимальный показатель (pH 5,6), что может указывать на локальное подкисление ризосферы. В целом, все изученные сидераты либо сохраняют уровень почвенного раствора (pH) на уровне контроля, либо незначительно его повышают, причем горчица – наиболее эффективна в этом отношении.

Список литературы

1. A. Gamage, B. Basnayake, J. De Costa, O. Merah. Effects of rice husk biochar coated urea and anaerobically digested rice straw compost on the soil fertility, and cyclic effect of phosphorus *Plants*, 11 (2022), p. 75, <https://doi.org/10.3390/plants11010075>.
2. A. Gamage^a, R. Gangahagedara^b, J. Gamage^{c d}, N. Jayasinghe^e, N. Kodikara^f, P. Suraweera^g, O. Merah^h Role of organic farming for achieving sustainability in agriculture <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2023.100005>
3. Горбунов И.И., Горбунов И.В. Органическое садоводство - как один из путей развития сельского хозяйства / В сборнике: Теория и практика современной аграрной науки. Сборник VI национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2023. - С. 283-286.
4. Слюсарев В.Н., Осипов А.В., Попова Ю.С. Биологические и агрохимические аспекты воспроизводства плодородия чернозема выщелоченного Прикубанской низменности / Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. - № 99. - С. 168-17.
5. Горбунов И.В., Горбунов И.И. Опыт применения удобрений природного характера в органических насаждениях яблони / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. - № 211. - С. 823-837.
6. Горбунов И.И., Горбунов И.В. Эффективность применения удобрений природного характера в органических садах яблони 4 возрастного периода / В сборнике: Современные тенденции развития аграрной науки. Сборник научных трудов IV международной научно-практической конференции. Брянск, 2025. - С. 190-196.
7. Горбунов И.В. Перспективные конструкции яблоневых насаждений для ландшафтного садоводства прикубанской и черноморской зон / автореф. дис... канд. с-х наук / Горбунов И.В. - Краснодар, 2000. - 26 с.
8. Осипов А.В., Гриценко А.А. Состояние почвенного плодородия черноземов выщелоченных яблоневого сада учхоза «Кубань» города Краснодара // Сб. ст. по

материалам ежегодной науч.-практ. конф. / отв. за вып. А. И. Мухин. – Краснодар : КубГАУ, 2025. – 946 с.

9. Слюсарев В.Н., Подколзин О.А., Кильдюшкин В.М., Федащук Е.Д., Осипов А.В. Влияние технологий возделывания полевых культур на агрохимические и физико-химические свойства чернозема выщелоченного в условиях Западного Предкавказья / Земледелие. 2024. – № 5. – С. 9-13.

10. Osipov A., Slyusarev V., Shvets T., Gritsenko A. Assessment of the humus state of hortically suitable soils Northwest Caucasus / E3S Web of Conferences. 2024. Т. 539. С. 02019.

11. Подколзин О.А., Слюсарев В.Н., Осипов А.В., Федащук Е.Д. Особенности функционирования почвенного поглощающего комплекса чернозема выщелоченного Прикубанской низменности при многолетнем его использовании в зернотравяно-пропашном севообороте / Земледелие. – 2025. – № 2. – С. 23-27.

Spisok literatury

1. A. Gamage, B. Basnayake, J. De Costa, O. Merah. Effects of rice husk biochar coated urea and anaerobically digested rice straw compost on the soil fertility, and cyclic effect of phosphorus Plants, 11 (2022), p. 75, <https://doi.org/10.3390/plants11010075>.

2. A. Gamage a, R. Gangahagedara b, J. Gamage c d, N. Jayasinghe e, N. Kodikara f, P. Suraweera g, O. Merah h Role of organic farming for achieving sustainability in agriculture <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2023.100005>

3. Gorbunov I.I., Gorbunov I.V. Organicheskoe sadovodstvo - kak odin iz putej razvitiya sel'skogo hozyajstva / V sbornike: Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki. Sbornik VI nacional'noj (vserossijskoj) nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Novosibirsk, 2023. - S. 283-286.

4. Slyusarev V.N., Osipov A.V., Popova YU.S. Biologicheskie i agrohimicheskie aspekty vosпроизводства plodorodiya chernozema vyshchelochennogo Prikubanskoj nizmennosti / Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. - № 99. - S. 168-17.

5. Gorbunov I.V., Gorbunov I.I. Opyt primeneniya udobrenij prirodnoho haraktera v organicheskikh nasazhdeniyah yabloni / Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. - № 211. - S. 823-837.

6. Gorbunov I.I., Gorbunov I.V. Effektivnost' primeneniya udobrenij prirodnoho haraktera v organicheskikh sadah yabloni 4 vozrastnoho perioda / V sbornike: Sovremennye tendencii razvitiya agrarnoj nauki. Sbornik nauchnyh trudov IV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Bryansk, 2025. - S. 190-196.

7. Gorbunov I.V. Perspektivnye konstrukcii yablonevyh nasazhdenij dlya landshaftnogo sadovodstva prikubanskoj i chernomorskoj zon / avtoref. dis... kand. s-h nauk / Gorbunov I.V. - Krasnodar, 2000. - 26 s.

8. Osipov A.V., Gricenko A.A. Sostoyanie pochvennogo plodorodiya chernozemov vyshchelochennyh yablonevogo sada uchkhoza «Kuban» goroda Krasnodara // Sb. st. po materialam ezhegodnoj nauch.-prakt. konf. / отв. за вып. А. И. Мухин. – Краснодар : КубГАУ, 2025. – 946 с.

9. Slyusarev V.N., Podkolzin O.A., Kil'dyushkin V.M., Fedashchuk E.D., Osipov A.V. Vliyanie tekhnologij vozdelevaniya polevyh kul'tur na agrohimicheskie i fiziko-himicheskie svojstva chernozema vyshchelochennogo v usloviyah Zapadnoho Predkavkaz'ya / Zemledelie. 2024. – № 5. – S. 9-13.

10. Osipov A., Slyusarev V., Shvets T., Gritsenko A. Assessment of the humus state of hortically suitable soils Northwest Caucasus / E3S Web of Conferences. 2024. Т. 539. S. 02019.

11. Podkolzin O.A., Slyusarev V.N., Osipov A.V., Fedashchuk E.D. Osobennosti funkcionirovaniya pochvennogo pogloshchayushchego kompleksa chernozema vyshchelochennogo Prikubanskoj nizmennosti pri mnogoletnem ego ispol'zovanii v zernotravyano-propashnom sevooborote / Zemledelie. – 2025. – № 2. – S. 23-27.