

**СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В ПОЧВЕ
ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
В ЗЕРНОТРАВЯНОМ СЕВООБОРОТЕ В ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ****MOBILE PHOSPHORUS CONTENT IN THE SOIL AT DIFFERENT LEVELS
OF AGRICULTURE INTENSIFICATION IN GRAIN-GRASS CROP ROTATION
IN THE FOREST-STEPPE OF THE OB RIVER AREA**

Ключевые слова: подвижной фосфор, содержание, чернозем выщелоченный, зернотравяной севооборот, экстенсивный, интенсивный, обеспеченность, низкая, средняя, высокая.

На основе анализа и обобщения результатов многолетних исследований (2010-2018 гг.) за вегетацию клевера 2-го года в четырехпольном зернотравяном севообороте: клевер на зеленую массу-пшеница-пшеница-ячмень+клевер на экстенсивном фоне выявлено увеличение содержания подвижного фосфора от уровня низкой обеспеченности весной (0,30 мг/кг) до средней обеспеченности после уборки (0,50 мг/кг) в слое 0-20 см чернозема выщелоченного. На интенсивном фоне количество этого элемента в почвенном слое 0-20 см было на уровне высокой обеспеченности и составило 1,22 мг/кг весной, нарастая до 1,44 мг/кг после уборки клевера. Наряду с этим освещена динамика указанного элемента в начале и конце вегетации яровой пшеницы по клеверу 2-го года и зерновым предшественникам при разных уровнях химизации.

Keywords: mobile phosphorus, leached chernozem, grain-grass rotation, extensive, intensive, availability, low, medium, high.

Based on the analysis and generalization of the findings of the long-term research (2010-2018), the following was found: for growing of clover of the 2nd year in a four-field grain-grass crop rotation: clover for green mass-wheat-wheat-barley + clover against an extensive background, an increase in the reserves of mobile phosphorus from the level of low availability in the spring (0.30 mg kg) to average availability after harvesting (0.50 mg kg) in a layer of 0-20 cm of leached chernozem. Against an intense background, the reserves of this element in the soil layer of 0-20 cm were at a high level of availability and amounted to 1.22 mg kg in spring, increasing to 1.44 mg kg after clover harvesting. Along with this, the dynamics of this element at the beginning and end of the spring wheat growing season after clover of the 2nd year and after grain forecrops at different levels of chemicalization is discussed.

Синещеков Виктор Ефимович, д.с.-х.н., гл. н.с., зав. лаб. агротехнологий, Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл. E-mail: sivi_01@mail.ru.

Крупская Татьяна Николаевна, с.н.с., лаб. агротехнологий, Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл. E-mail: sivi_01@mail.ru.

Sineshchekov Viktor Yefimovich, Dr. Agr. Sci., Chief Staff Scientist, Head of Lab., Siberian Research Institute of Arable Farming and Agriculture Chemization, Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies of Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk Region. E-mail: sivi_01@mail.ru.

Krupskaya Tatyana Nikolayevna, Senior Staff Scientist, Siberian Research Institute of Arable Farming and Agriculture Chemization, Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnologies of Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk Region. E-mail: sivi_01@mail.ru.

Введение

Зернотравяные севообороты достаточно широко используют в лесостепи Западной Сибири, особенно в сельскохозяйственных предприятиях мясомолочного, зернового

направления с учетом особенностей почв, климата и их производственных ресурсов в новых социально-экономических условиях[1]. В частности, на примере лесостепи Новосибирского Приобья исследователями

убедительно показана высокая агроэкологическая эффективность четырехпольных полевых севооборотов [1, 2]. При этом авторы на основе анализа многолетних экспериментальных данных пришли к выводу, что химические средства интенсификации земледелия являются важным фактором в повышении агроэкологической эффективности полевых севооборотов [1]. Однако в литературе недостаточно освещены агрохимические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах с короткой ротацией. В частности, не полностью раскрыты особенности фосфорного питания растений в четырехпольных зернотравяных севооборотах при разных уровнях химизации на черноземах выщелоченных лесостепи Новосибирского Приобья.

Знание этих особенностей обеспечат благоприятные предпосылки для рационального применения пока еще относительно дорогостоящих фосфорных удобрений при возделывании полевых культур. В связи с этим продолжение исследований по изучению особенностей фосфорного питания растений в зернотравяных севооборотах очевидна. Также представляют научный интерес источники фосфора для растений и оценка их вклада в подвижный фонд фосфора [3], его баланс при использовании почв сельскохозяйственного назначения [4, 5], совершенствование нормативно-справочной базы с учетом происходящих изменений в сельском хозяйстве Российской Федерации [6]. Тем более во многих регионах Российской Федерации в настоящее время серьезную озабоченность вызывает ситуация, сложившаяся с балансом фосфора, вынос которого с урожаем превысил его поступление в почву, вследствие этого стали увеличиваться площади пашни с низкой обеспеченностью по-

движным фосфором, в том числе и черноземных почв [7-9].

Содержание подвижного фосфора в почве определяется целым рядом факторов. Для оценки фосфорного питания растений в конкретных севооборотах необходимо иметь достаточно полное представление об их агротребованиях к минеральному питанию, в частности к фосфорным удобрениям, особенностях фосфатного фонда почв, динамики подвижного фосфора в течение периода вегетации сельскохозяйственных культур по различным предшественникам, характере использования земли и т.д. Одной из причин неоднозначности процессов мобилизации фосфора, в частности в пару на территории Западной Сибири, отмеченной рядом исследователей, являются особенности фосфатного фонда почв. По результатам исследований Л.П. Антипиной [10] установлено, что в пределах Приобья Новосибирской области, Присалаирье и Кулунде в питании растений преобладает сорбированный фосфор, его мобилизация в пару очень слабая. На указанной территории в почвах много высокоосновных фосфатов Ca (17% от валового), высоки константы сорбции. В почвах Ишим-Иртышского и Тобол-Ишимского междуречий с повышенной растворимостью солей фосфора и облегчённым гранулометрическим составом пахотного горизонта содержание P_2O_5 в пару возрастает на 20-25% к исходному. В Кузнецкой котловине при наличии повышенной гидролитической кислотности почв размеры мобилизации P_2O_5 в пару увеличиваются до 35-39%.

Из литературных данных видно, что на содержание подвижного фосфора в почве также определенное влияние оказывал характер использования почвы. Например, на черноземных почвах в лесостепи Красноярского края установлено снижение количе-

ства P_2O_5 в результате парования [11]. В вегетационном опыте на чернозёме выщелоченном Новосибирского Приобья после парования содержание доступного фосфора практически осталось на уровне исходных значений [12]. В аналогичных опытах на выщелоченных чернозёмах Омского Прииртышья, по данным А.А. Кочергина [13], не было существенных различий по содержанию фосфора в почве между полями, занятыми паром и зябью. По этому вопросу имеется и другое мнение. Например, Л.М. Бурлакова [14] считала, что в чернозёмах лесостепи и степи Алтая статистически достоверно более высокое содержание подвижного фосфора в паровых полях, чем в полях яровой пшеницы и кукурузы. По данным С.С. Аверкиной [15], парование чернозёмных почв Новосибирской области при оптимальных условиях температуры и влажности способствовало накоплению подвижных фосфатов, извлекаемых раствором 0,03 Н K_2SO_4 . Имеются также сведения о влиянии метеорологических условий на запасы подвижного фосфора в почве [6].

Также важным фактором, оказывающим влияние на качество исследований, на наш взгляд, является длительность изучения влияния полевых севооборотов на содержание указанного элемента. Нередко в литературе освещены данные, полученные в опытах продолжительностью не более трех-пяти лет. В связи с этим научная информация, полученная в длительных стационарных опытах, имеет наибольшую научную значимость.

Цель исследований – анализ и обобщение многолетних экспериментальных данных (2010-2018 гг.) по содержанию подвижного фосфора в чернозёме выщелоченном в начале и конце вегетации сельскохозяйственных культур в четырехпольном зерно-

травяном севообороте при разных уровнях интенсификации земледелия в условиях лесостепи Новосибирского Приобья.

Методика исследования

Исследования проводили на Центральном опытном поле СибНИИЗиХ СФНЦА РАН (ОПХ Элитное, Новосибирская область), расположенном в центрально-лесостепном Приобском агроландшафтном районе северо-предалтайской лесостепной провинции [16]. Агроэкологическая группа земель – центрально-лесостепные плакорные, тип земель – выщелоченный среднесуглинистый чернозем в комплексе с серыми лесными почвами до 5%.

Мощность гумусового горизонта (A1) выщелоченного среднесуглинистого чернозема 39 см, во всех почвенных горизонтах преобладают фракции крупной пыли (41-48%) и мелкого песка (19-26%). Плотность данной почвы варьирует от 0,85-1,23 г/см³ в пахотном (0-30 см) слое до 1,46 г/см³ в горизонте Вк. Удельная масса почвы составляет по горизонтам 2,4-2,5 г/см³. Сумма поглощенных оснований достигает в гумусовом горизонте 35 мг-экв/100 г почвы, в иллювиальном – 27. Обменная и гидролитическая кислотность незначительны, в составе обменных оснований преобладают кальций и магний. Содержание гумуса в пахотном слое почвы составило 4,2-4,8%, общего азота – 0,27-0,41%, подвижного фосфора по Карпинскому и Замятиной – 0,34-0,59 мг/кг, по Чирикову – 18-18,5 мг/100 г, обменного калия – 7,0-7,7 мг/100 г почвы.

По тепло- и влагообеспеченности центрально-лесостепной Приобской агроландшафтнй район характеризуется следующим агроклиматическим потенциалом: среднемноголетняя сумма температур выше 10°C – 1770-1860°, среднемноголетняя сум-

ма осадков за год – 390-450 мм, в т.ч. за июнь – 50-55 мм, июль – 60-80, август – 55-65 мм; среднемноголетний коэффициент увлажнения – 1-1,08; умеренное переувлажнение с $K_y > 1,27$ в районе повторяется 15% лет, умеренное увлажнение ($K_y = 1-1,27$) – 30%, умеренно дефицитное ($K_y = 0,79-1$) – 25%, дефицитное ($K_y = 0,58-0,79$) – 20%, остродефицитное ($K_y < 0,58$) – 10%.

Стационар по изучению севооборотов заложен в 1996 г. В опыте 8 полевых севооборотов и бессменная пшеница. В данной работе изучали содержание подвижного фосфора в почве лишь на фоне зернотравяного севооборота: клевер на зеленую массу – пшеница – пшеница – ячмень + клевер.

Поля изучаемого четырехпольного севооборота площадью 475 м² размещены рендомизированно по блокам в 6 ярусов в 3-кратной повторности, учетная площадь 50,6 м². Указанный севооборот изучали на двух фонах интенсификации: 1) экстенсивный (малоинтенсивный) – гербициды против всего спектра сорняков на фоне без удобрений; 2) интенсивный – комплексное применение удобрений и средств защиты растений от вредных объектов (сорняки, болезни, вредители). Дозы удобрений: N₆₀P₃₀ на 1 га севооборотной площади или N₂₄₀P₁₂₀ за 4-летнюю ротацию. В исследуемом севообороте использовали следующие сорта: пшеница Новосибирская 31, ячмень Ача.

Подвижный фосфор определяли колориметрическим методом Карпинского и Замятиной [17], статистическая обработка данных – по Б.А. Доспехову [18], дисперсионный и корреляционный анализ результатов проводили по программе Снедекор [19].

Результаты и их обсуждение

В четырехпольном зернотравяном севообороте перед началом вегетации клевера

2-го года на экстенсивном фоне содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-20 см было низким (0,30 мг/кг) и уменьшалось в количественном отношении до 0,16 мг/кг в слое 20-40 см, оставаясь в интервале низкой обеспеченности (табл.). Содержание этого элемента в слое почвы 0-40 см занимало промежуточное положение (0,23 мг/кг).

В начале вегетации клевера 2-го года на интенсивном фоне по изучаемым почвенным горизонтам отмечалась дифференциация по содержанию этого элемента. Наибольшее содержание подвижного фосфора наблюдалось в слое 0-20 см почвы в сравнении с другими. Например, в почвенном слое 0-20 см содержание подвижного фосфора было на уровне высокой обеспеченности (1,22 мг/кг) и снижалось до уровня низкой обеспеченности (0,28 мг/кг) в слое 20-40 см. Его содержание в слое 0-40 см занимало промежуточное значение (0,76 мг/кг) между слоями 0-20 и 20-40 см и характеризовалось повышенным уровнем обеспеченности. Приведенные экспериментальные данные указывают также на достоверное снижение подвижного фосфора в почве от верхнего 20 см к 20-40 см слоям при изучаемых фонах химизации.

После уборки клевера на экстенсивном фоне количество фосфора в слое 0-20 см возросло в сравнении с исходным значением и достигало 0,50 мг/кг, т.е. было на уровне средней обеспеченности. В слое почвы 20-40 см отмечалось закономерное уменьшение содержания этого элемента (0,17 мг/кг) до уровня низкой обеспеченности. В почвенном слое 0-40 см на экстенсивном фоне (0,35 мг/кг) его было на уровне средней обеспеченности в основном за счет этого элемента в слое 0-20 см. После уборки на интенсивном фоне содержание фосфора в слое почвы было на уровне высокой обес-

печенности (1,44 мг/кг), снижаясь до низкого уровня в слое 20-40 см (0,31 мг/кг). В слое 0-40 см его количество характеризовалось повышенной обеспеченностью, в основном за счет фосфора в слое 0-20 см.

Перед посевом пшеницы по клеверу закономерности по распределению фосфора по изучаемым слоям почвы были аналогичными охарактеризованными нами ранее при анализе этого элемента в почве за период вегетации клевера 2-го года при исследуемых фонах химизации (табл.). Однако при посеве пшеницы по клеверу его количественные характеристики были лучше, особенно на интенсивном фоне. Например, содержание подвижного фосфора составило 1,94 мг/кг в слое 0-20 см и 1,18 мг/кг в слое 0-40 см, что соответствовало очень высокому и высокому уровням его обеспеченности соответственно. При этом его средней обеспеченностью (0,39 мг/кг) характеризовался слой почвы 20-40 см. На экстенсивном фоне

перед посевом пшеницы по клеверу количество фосфора изменялось от среднего уровня (0,50 мг/кг) в слое 0-20 см до низкого (0,19 мг/кг) в слое 20-40 см и средней обеспеченности этого элемента (0,35 мг/кг) в слое 0-40 см.

На экстенсивном фоне после уборки яровой пшеницы по клеверу практически не изменилось содержание изучаемого элемента в почве в сравнении с его весенними запасами. При этом сохранялись указанные ранее закономерности по распределению фосфора в почве после уборки данной культуры. На контроле этого элемента в почве было на уровне средней обеспеченности и составило 0,48 мг/кг в слое 0-20 см и низкой – 0,19 мг/кг – в слое 20-40 см и 0,34 мг/кг в слое 0-40 см. На интенсивном фоне его содержание снижалось в сравнении с весенними запасами и составило 1,27 мг/кг в слое 0-20 см, 0,78 – в слое 0-40 см и 0,27 мг/кг – в слое 20-40 см.

Таблица

Содержание подвижного фосфора в черноземе выщелоченном в четырехпольном зернотравяном севообороте в лесостепи Новосибирского Приобья, 2010-2018 гг., мг/кг

Вариант	Экстенсивный			Интенсивный		
	горизонт, см					
	0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Перед началом вегетации клевера 2-го года	0,30	0,16	0,23	1,22	0,28	0,76
После уборки клевера 2-го года	0,50	0,17	0,35	1,44	0,31	0,88
Перед посевом пшеницы по клеверу	0,50	0,19	0,35	1,94	0,39	1,18
После уборки пшеницы по клеверу	0,48	0,19	0,34	1,27	0,27	0,78
Перед посевом второй пшеницы после клевера	0,65	0,21	0,43	1,86	0,32	1,09
после уборки второй пшеницы после клевера	0,53	0,25	0,39	1,13	0,32	0,73
Перед посевом ячменя + клевер	0,47	0,19	0,33	1,75	0,38	1,07
После уборки ячменя + клевер	0,52	0,19	0,36	1,14	0,38	0,76
Средняя по севообороту	0,49	0,20	0,35	1,47	0,33	0,91
НСП ₀₅	0,16	0,06	0,1	0,44	0,12	0,26

Перед посевом второй пшеницы после клевера на контроле и на интенсивном фоне ситуация по количеству подвижного фосфора была практически равнозначная данной культурой по клеверу (табл.). На контроле его содержание было на уровне средней обеспеченности в слоях: 0-20 см (0,65 мг/кг), 0-40 см (0,43 мг/кг) и низкой обеспеченности в слое 20-40 см (0,21 мг/кг). На интенсивном фоне рассматриваемые показатели составили 1,86; 1,09 и 0,32 мг/кг соответственно по указанным слоям почвы.

После уборки также не отмечалось существенных различий между пшеницей по клеверу и второй пшеницей после клевера по содержанию изучаемого элемента в почве. Под второй пшеницей после клевера на экстенсивном фоне его количество в слое 0-20 см составило 0,53 мг/кг, в слое 0-40 см – 0,39, что соответствовало среднему уровню обеспеченности и лишь в слое почвы 20-40 см фосфора было на уровне низкой обеспеченности (0,21 мг/кг). Под данной культурой на интенсивном фоне в слое почвы 0-20 см его содержание закономерно оценивалось как высокая обеспеченность (1,13 мг/кг). В почвенном горизонте 0-40 см его содержание было на уровне повышенной обеспеченности (0,73 мг/кг). При этом его содержание в слое почвы 20-40 см было традиционно низким (0,32 мг/кг).

Перед посевом ячменя с подсевом клевера на экстенсивном фоне количество подвижного фосфора в 0-20 см слое почвы было на уровне средней обеспеченности (0,47 мг/кг). В слоях 20-40, 0-40 см оно находилось на низком уровне обеспеченности и составило 0,19; 0,33 мг/кг соответственно. На интенсивном фоне количество подвижного фосфора значительно увеличилось: в слое 0-20 см оно уже достигало очень высокой обеспеченности (1,75 мг/кг), в слое

0-40 см снижалось до уровня повышенной обеспеченности, в слое 20-40 см был на уровне средней обеспеченности (0,38 мг/кг).

После уборки ячменя с подсевом клевера на экстенсивном фоне содержание подвижного фосфора в слоях 0-20 и 0-40 см было на уровне средней обеспеченности и составило 0,52; 0,36 мг/кг соответственно, в слое почвы 20-40 см – низкой обеспеченности (0,19 мг/кг). На интенсивном фоне количество этого элемента значительно уменьшилось в сравнении с весенними показателями. В слое 0-20 см они были на уровне высокой обеспеченности (1,14 мг/кг), в слое 0-40 см содержание подвижного фосфора снижалось до уровня повышенной обеспеченности (0,76 мг/кг) и средней обеспеченности в слое 20-40 см (0,38 мг/кг).

Выводы

На основе анализа и обобщения результатов многолетних исследований (2010-2018 гг.) в четырехпольном зернотравяном севообороте на черноземе выщелоченном в слое 0-20 см выявлено, что за вегетацию клевера 2-го года на экстенсивном фоне наблюдается увеличение содержания подвижного фосфора от низкой обеспеченности (0,30 мг/кг) весной до средней обеспеченности (0,50 мг/кг) после уборки. На интенсивном фоне этот элемент был на уровне высокой обеспеченности: весной – 1,22 мг/кг, после уборки клевера 2-го года – 1,44 мг/кг.

В начале и конце вегетации яровой пшеницы по клеверу 2-го года на экстенсивном фоне количество подвижного фосфора находилось на уровне средней обеспеченности (0,48-0,50 мг/кг), а на интенсивном фоне снизилось от очень высокой обеспеченности (1,94 мг/кг) перед посевом до высокой (1,27 мг/кг) после уборки.

В начале и конце вегетации ячменя с подсевом клевера по зерновому предшественнику на экстенсивном фоне содержание подвижного фосфора в слое 0-20 см было на уровне средней обеспеченности: 0,47 мг/кг – весной и 0,52 мг/кг – осенью. На интенсивном фоне в изучаемом слое уменьшение количества этого элемента в почве происходило от очень высокой обеспеченности (1,75 мг/кг) перед посевом до высокой (1,14 мг/кг) после уборки.

В слое 20-40 см на экстенсивном фоне во всех полях изучаемого севооборота содержание подвижного фосфора составило 0,16-0,21 мг/кг весной и 0,17-0,25 мг/кг осенью или было на уровне низкой обеспеченности. При этом на интенсивном фоне весной оно изменялось от средней обеспеченности (0,38-0,39 мг/кг) до низкой (0,28-0,32 мг/кг), осенью – от низкой (0,27-0,32 мг/кг) до средней обеспеченности (0,38 мг/кг).

Для предотвращения безвозвратной утраты подвижного фосфора на черноземных почвах лесостепи целесообразно использование фосфорных удобрений в сочетании с азотными туками и химическими средствами защиты растений в технологиях возделывания полевых культур.

Библиографический список

1. Власенко, А. Н. Агроэкологическая эффективность полевых севооборотов в лесостепи Западной Сибири: методическое пособие / А. Н. Власенко, Г. М. Захаров, В. Е. Синещев [и др.]; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Сиб. науч.-исслед. ин-т земледелия и химизации сел. хоз-ва. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2019. – 34 с.

2. Семендяева, Н. В. Влияние севооборотов на содержание гумуса в черноземе выщелоченном Новосибирского Приобья /

Н. В. Семендяева, Т. Н. Крупская. – Текст: непосредственный // Теория и практика современной аграрной науки: материалы 11-й национальной (всероссийской) научной конференции (г. Новосибирск, 26 февраля 2019 г.). – Новосибирск, 2019. – С. 102-104.

3. Давлятшин, И. Д. Источники фосфора и оценка их вклада в подвижный фонд этого элемента в пахотных почвах в лесостепной зоне / И. Д. Давлятшин, А. А. Лукманов, М. И. Маметов. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 4. – С. 21-24.

4. Цвей, Я. П. Влияние севооборота и системы удобрения на фосфатный режим чернозема выщелоченного / Я. П. Цвей, В. В. Иванина, Е. Т. Петрова [и др.]. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2014. – № 2. – С. 17-20.

5. Перфильев, Н. В. Изменение питательного режима темно-серой лесной почвы в посевах ячменя при различных системах основной обработки / Н. В. Перфильев, О. А. Вьюшина. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2019. – № 5. – С. 21-24.

6. Шафран, С. А. Совершенствование нормативно-справочной базы для определения потребности сельскохозяйственных культур в минеральных удобрениях / С. А. Шафран. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2019. – № 7. – С. 27-34

7. Шафран, С. А. Научные основы прогнозирования содержания подвижных форм фосфора и калия в почвах / С. А. Шафран, Н. А. Кирпичников. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2019. – № 4. – С. 3-10.

8. Мельников, А. И. Состояние и динамика агрохимических показателей пахотных земель Кулундинской зоны Алтайского края / А. И. Мельников, Л. Г. Беленева. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 5. – С. 11-14.

9. Дымова, Л. В. Мониторинг плодородия почв на юго-востоке Алтайского края / Л. В. Дымова, И. Г. Самсонова, О. В. Скокова [и др.]. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 4. – С. 46-49.
10. Антипина, Л. П. Оптимизация фосфатного режима почв Новосибирской области: методические рекомендации / Л. П. Антипина [и др.]. – 1990. – 21 с. – Текст: непосредственный.
11. Антипина, Л. П. Об обеспеченности пшеницы фосфором на чернозёмах лесостепной зоны Красноярского края / Л. П. Антипина – Текст: непосредственный // Труды Красноярского НИИСХ. – 1965. – Т. 3. – С. 43-50.
12. Попцов, С. П. Трансформация фосфора почвы и удобрений при паровании. / С. П. Попцов. – Текст: непосредственный // Регулирование фосфатного режима почв: научно технический бюллетень / СибНИИЗХим СО ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1990. – С. 8-12.
13. Кочергин, А. Е. Фосфатный фонд почв и его доступность растениям / А.Е. Кочергин. – Текст: непосредственный // Почвы Западной Сибири и повышение их плодородия. ОМСХИ. – 1984. – С. 12-19.
14. Бурлакова, Л. М. Плодородие Алтайских чернозёмов в системе агроценоза / Л. М. Бурлакова. – Новосибирск: Наука, 1984. – 233 с. – Текст: непосредственный.
15. Аверкина, С. С. Сравнительная оценка методов определения фосфора в черноземах Приобья Новосибирской области в связи с применением удобрений: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / С. С. Аверкина. – Новосибирск, 1970. – 25 с. – Текст: непосредственный.
16. Кирюшин, В. И. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / В. И. Кирюшин, А. Н. Власенко, В. К. Каличкин; РАСХН, СО СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2002. – 388 с. – Текст: непосредственный.
17. Гинзбург, К. Е. Методы определения фосфора в почве / К. Е. Гинзбург. – Текст: непосредственный // Агрохимические методы исследования почв. – Москва: Наука, 1975. – С. 106-190.
18. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с. – Текст: непосредственный.
19. Сорокин, О. Д. Пакет прикладных программ СНЕДЕКОР / О. Д. Сорокин. – Текст: непосредственный // Применение математических методов и ЭВМ в почвоведении, агрохимии и земледелии: тезисы докладов 3-й научной конференции Российского общества почвоведов. – Барнаул, 1992. – С. 97.

References

1. Vlasenko A.N., Zakharov G.M., Sineshchekov V.E., Shoba V.N., Krupskaya T.N., Malygin A.E., Guselnikov V.A. i dr. Agroekologicheskaya effektivnost polevykh sevooborotov v lesostepi Zapadnoy Sibiri: metod. posobie / M-vo nauki i vyssh. obrazovaniya Ros. Federatsii, Sib. nauch.-issled. int zemledeliya i khimizatsii sel. khoz-va. – Novosibirsk: SFNTsA RAN, 2019. – 34 s.
2. Semendyaeva N.V. Krupskaya T.N. Vliyaniye sevooborotov na sodержaniye gumusa v chernozeme vyshchelochennom Novosibirskogo Priobya // Teoriya i praktika sovremennoy agrarnoy nauki / Materialy 11 natsionalnoy (vserossiyskoy) nauchnoy konferentsii (Novosibirsk, 26 fevralya 2019 g.). – Novosibirsk, 2019. – S. 102-104.

3. Davlyatshin I.D., Lukmanov A.A., Mametov M.I. Istochniki fosfora i otsenka ikh vklada v podvizhnyy fond etogo elementa v pakhotnykh pochvakh v lesostepnoy zone // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2018. – T. 32. – No. 4. – S. 21-24.
4. Tsvey Ya.P., Ivanina V.V., Petrova E.T. i dr. Vliyaniye sevooborota i sistemy udobreniya na fosfatnyy rezhim chernozema vyshchelochennogo // Zemledelie. – 2014. – No. 2. – S. 17-20.
5. Perfilov N.V., Vyushina O.A. Izmeneniye pitatel'nogo rezhima temno-seroy lesnoy pochvy v posevakh yachmenya pri razlichnykh sistemakh osnovnoy obrabotki // Zemledelie. – 2019. – No. 5. – S. 21-24.
6. Shafran S.A. Sovershenstvovaniye normativno-spravochnoy bazy dlya opredeleniya potrebnosti selskokhozyaystvennykh kultur v mineralnykh udobreniyakh // Agrokimiya. – 2019. – No. 7. – S. 27-34.
7. Shafran S.A., Kirpichnikov N.A. Nauchnyye osnovy prognozirovaniya sodержaniya podvizhnykh form fosfora i kaliya v pochvakh // Agrokimiya. – 2019. – No. 4. – S. 3-10.
8. Melnikov A.I., Beleneva L.G. Sostoyaniye i dinamika agrokhimicheskikh pokazateley pakhotnykh zemel Kulundinskoy zony Altayskogo kraya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2018. – T. 32. – No. 5. – S. 11-14.
9. Dymova L.V., Samsonova I.G., Skokova O.V. i dr. Monitoring plodorodiya pochv na yugo-vostoke Altayskogo kraya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2019. – T. 33. – No. 4. – S. 46-49.
10. Antipina L.P. i dr. Optimizatsiya fosfatnogo rezhima pochv Novosibirskoy oblasti: metodicheskie rekomendatsii. – 1990. – 21 s.
11. Antipina L.P. Ob obespechennosti pshenitsy fosforom na chernozemakh lesostepnoy zony Krasnoyarskogo kraya // Tr. Krasnoyarskogo NIISKh. – 1965. – T. 3. – S. 43-50.
12. Poptsov S.P. Transformatsiya fosfora pochvy i udobreniy pri parovanii. // Regulirovaniye fosfatnogo rezhima pochv: nauch. tekhn. byull. SibNIIZKhim SO VASKhNIL. – Novosibirsk, 1990. – S. 8-12.
13. Kochergin A.E. Fosfatnyy fond pochv i ego dostupnost rasteniyam // Pochvy Zapadnoy Sibiri i povysheniye ikh plodorodiya. OMSKhl. – 1984. – S. 12-19.
14. Burlakova L.M. Plodorodie Altayskikh chernozemov v sisteme agrotsenoza. – Novosibirsk: Nauka, 1984. – 233 s.
15. Averkina S.S. Sravnitel'naya otsenka metodov opredeleniya fosfora v chernozemakh Priobya Novosibirskoy oblasti v svyazi s primeneniem udobreniy: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Novosibirsk, 1970. – 25 s.
16. Kiryushin V.I., Vlasenko A.N., Kalichkin V.K. Adaptivno-landshaftnyye sistemy zemledeliya Novosibirskoy oblasti / RASKhN. SO SibNIIZKhim. – Novosibirsk, 2002. – 388 s.
17. Ginzburg K.E. Metody opredeleniya fosfora v pochve / Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv. – Moskva: Nauka, 1975. – S. 106-190.
18. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
19. Sorokin O.D. Paket prikladnykh programm SNEDEKOR // Primeniye matematicheskikh metodov i EVM v pochvovedenii, agrokhimii i zemledelii: Tez. dokl. 3-ey nauch. konf. Rossiyskogo ob-va pochvovedov. – Barnaul, 1992. – S. 97.

