

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ АЗОТА, ФОСФОРА В ПОЧВЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПО РАЗНЫМ ПРИЕМАМ ПОДГОТОВКИ ПАРА И ФОНАМ ХИМИЗАЦИИ

THE CONTENT OF MOBILE FORMS OF NITROGEN AND PHOSPHORUS IN THE SOIL AND CEREAL CROP PERFORMANCE DEPENDING ON DIFFERENT FALLOW PREPARATION TECHNIQUES AND CHEMIZATION BACKGROUNDS

Ключевые слова: минимизация, основная обработка, чернозем, нитратный азот, фосфор, содержание, зерновые, пар, урожайность, приемы.

Keywords: minimization, basic tillage, chernozem, nitrate nitrogen, phosphorus, content, cereal crops, fallow, yielding capacity, techniques.

Длительная минимизация основной обработки в пару способствовала снижению накопления нитратов и увеличению фосфора в почве в сравнении со вспашкой. При этом продуктивность зерновых культур по паровому предшественнику не зависела от приемов подготовки пара на изучаемых фонах химизации в лесостепи Приобья.

Long minimization of the basic tillage in a fallow field contributed to decreased accumulation of nitrates and increase of phosphorus content in the soil as compared to that in a plowed field. At the same time, the productivity of cereal crops sown after fallows did not depend on the fallow tillage techniques against the studied chemization backgrounds in the forest-steppe of the Ob River area.

Синещев 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.

Ткаченко Галина Ивановна, к.б.н., вед. н.с., 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 Agrobiotechnologies of Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk Region. E-mail: sivi_01@mail.ru.

Tkachenko Galina Ivanovna, Cand. Bio. Sci., Leading Staff Scientist, Siberian Research Institute of Arable Farming and Agriculture Chemization, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk Region. E-mail: sivi_01@mail.ru.

Введение

Территория центральной лесостепи Западной Сибири относится к зоне рискованного земледелия с неустойчивым увлажнением [1]. Поэтому при освоении научно обоснованных агротехнологий возделывания зерновых культур при недостаточном увлажнении важным критерием повышения влагообеспеченности является введение в севооборот чистого пара.

Известно, что черноземные почвы Сибири характеризуются высокой нитрификационной способностью. При паровании без растений-потребителей накапливается нитратный азот на уровне высокой и очень высокой обеспеченности. Накопившихся в пару нитратов при прочих благоприятных условиях достаточно для получения 3,0-5,5 т/га зерна яровой пшеницы [2].

Интенсивность накопления подвижных форм азота в почве динамична и определяется биоклиматическими, агротехническими факторами. Сре-

ди агротехнических факторов важная роль отводится механической обработке в создании предпосылок для формирования почвенных режимов, в частности и азотного. Анализ литературных данных указывает на отсутствие единого мнения по вопросу влияния механической обработки на накопление азота в почве. В частности, в исследованиях на выщелоченном черноземе центральной лесостепи Новосибирской области минимизация основной обработки не оказывала существенного влияния на минерализацию почвенного азота [3]. Снижение содержания нитратов при минимизации механической обработке автор объясняет наличием сорняков, которых здесь существенно больше, чем по вспашке.

В литературе имеются данные, когда при плоскорезной обработке склоновых почв Алтайского края обеспеченность растений азотом не хуже, а в отдельных случаях лучше, чем при вспашке [4]. По многолетним исследованиям

А.Д. Задорина [5] на темно-каштановых почвах Казахстана в чистом пару способы обработки не оказывали влияния на накопление нитратов в почве.

По данным многих исследователей, отмечалось снижение содержания нитратного азота в почве при использовании безотвальных орудий [6-9]. Результаты многолетних исследований на черноземе выщелоченном южной лесостепи Омской области свидетельствуют о негативном влиянии систематической минимальной обработки на развитие нитрификаторов [10, 11].

Ряд сибирских исследователей [11, 12] указывали на неравномерное распределение растительных остатков в корнеобитаемой зоне при минимизации механической обработки, что приводило к снижению поступления в нижние слои почвы пищи для микроорганизмов. При этом снижалась их численность и, соответственно, интенсивность биологических процессов. На черноземах выщелоченных южной лесостепи Омской области систематическое применение ресурсосберегающих приемов обработки почвы способствовало снижению численности аэробных микроорганизмов, ведущих минерализацию органического вещества, что наиболее ярко прослеживается при благоприятном увлажнении почвы [13].

Анализ литературных данных по содержанию подвижного фосфора в почве показал, что оно определяется целым рядом факторов. Значительное влияние на данный показатель имеет характер использования почвы. Например, на черноземах лесостепной зоны Красноярского края [14] установлено снижение количества P_2O_5 в результате парования. В вегетационном опыте на черноземе выщелоченном Новосибирского Приобья после 9 месяцев парования содержание доступного растениям фосфора практически не изменилось [15]. В аналогичных опытах с выщелоченным чернозёмом Омского Прииртышья А.А. Кочергин [16] установил примерно одинаковую обеспеченность овса фосфором в почве с парового поля и с полей зяби. Между тем ряд исследователей имеют другое мнение по этому вопросу. Например, согласно исследованиям Л.М. Бурлаковой [17], в черноземах лесостепи и степи Алтая статистически достоверно более высокое содержание подвижного фосфора в паровых полях, чем в полях яровой пшеницы и кукурузы. В лабораторных опытах С.С. Аверкиной [18] парование чернозёмов Новосибирской области при оптимальных условиях температуры и влаж-

ности способствовало накоплению подвижных фосфатов, извлекаемых раствором $0,03 \text{ N K}_2\text{SO}_4$. Различия указанных ранее данных по обеспеченности почв основными элементами питания обусловлены не только условиями опытов, но и относительно небольшой продолжительностью многих наблюдений. Несомненно, наибольшую ценность представляет научная информация, полученная в длительных стационарных опытах. В данной работе проанализированы и обобщены результаты исследований за период 2002-2018 гг.

Методика исследования

Исследования проводились в период 2002-2018 гг. в многофакторном стационарном полевом опыте СибНИИЗиХ Сибирского Федерального научного Центра агробιοтехнологий РАН на территории ОПХ «Элитное» Новосибирской области (центрально-лесостепная подзона), заложенном в 1981 г.

Почвенный покров под опытами представлен среднемощным выщелоченным черноземом среднесуглинистого гранулометрического состава. Мощность гумусового горизонта равна 39 см. Содержание гумуса в слое 0-20 см составляет 6,0%, общего азота – 0,34%, валового фосфора – 0,30%, подвижного фосфора (по Чирикову) и калия – 200 и 97 мг/кг почвы соответственно.

За период исследований прошло 8 полных ротаций зернопарового севооборота, из которых две ротации севооборот был пятипольный (пар – пшеница – пшеница – овес (ячмень) – пшеница), а с 1991 г. – четырехпольный (пар – озимая рожь – пшеница – пшеница). С 2007 г. рожь в севообороте заменили пшеницей.

В четырёхпольном зернопаровом севообороте (пар – пшеница – пшеница – пшеница) выращивалась яровая пшеница сорта Новосибирская 29. Исследования проводили в следующих вариантах механической основной обработки пара: 1) вспашка на 25-27 см; 2) безотвальная обработка стойками СибИМЭ на 25-27 см; 3) минимальная обработка проводилась культиватором «Степняк» на глубину 10-12 см. 4. «Нулевая» обработка – без зяблевой обработки [19].

Поперек основных обработок методом расщепленных делянок накладывались варианты с разными химическими средствами интенсификации: 1) экстенсивный фон (без средств химизации); 2) интенсивный фон (фосфорные удобрения в пару в дозе P_{120} на ротацию севооборота + гербициды + фунгициды + инсектициды). На этом

фоне в посевах яровой пшеницы в фазу кущения против мятликовых сорняков применяли гербицид Пума-Супер (0,8-1 л/га), против двудольных в разные годы – Гранстар (20 г/га), Элант-Премиум (0,8 л/га) или Супер-Диален (0,8 л/га). В пару на интенсивном фоне с целью снижения засоренности одну механическую обработку заменяли химической прополкой гербицидом (Раундап).

Особенностью климата территории Западной Сибири является резкая континентальность, что проявляется в больших амплитудах и быстрой смене температур между самым холодным и самым теплым месяцами. Средняя температура самого холодного месяца января – -21°C , самого теплого, июля – $+17...+20^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температур составляет -46°C , максимум $+39^{\circ}\text{C}$ [6]. Сумма положительных температур выше 10°C за период вегетации – $1770-1860^{\circ}\text{C}$. Безморозный период составляет в среднем 110-115 дней. Территория рассматриваемого региона относится к зоне неустойчивого увлажнения. Зимние осадки составляют 30-40% от годового количества. Средняя годовая сумма осадков составляет 390-450 мм, в том числе за теплый период (май-сентябрь) – 60-70%. Максимум их приходится на июль-август, а минимум – на май-июнь, что нередко вызывает атмосферную и почвенную засуху.

Содержание подвижных форм азота и фосфора в черноземах выщелоченных определяли на контроле (без средств химизации) в вытяжке $0,03 \text{ N K}_2\text{SO}_4$ по методу Карпинского-Замятиной в модификации учёных СибНИИЗиХ [20].

Результаты и их обсуждение

Длительными исследованиями в стационарном полевом опыте установлено, что содержание нитратов в верхнем метровом профиле в начале парования по изучаемым приемам основной обработки почвы практически одинаково и варьирует в пределах 56-61 кг/га. При этом 54-59% этого элемента сосредоточено в верхнем корнеобитаемом слое почвы. Глубже 40 см его запасы снижаются (табл. 1).

В течение вегетации прослеживалась значимость приемов основной обработки в накоплении минерального азота почвы. Больше всего осенью в метровом слое найдено нитратов в чистом черном пару с ежегодной вспашкой (140 кг/га). При этом в изучаемых вариантах минимизации чёрного пара отмечалась лишь тенденция к снижению осеннего количества азота в почве по мере сни-

жения глубины основной обработки (125-128 кг/га). Осенние запасы этого элемента в раннем минимальном пару уступали лишь черному пару со вспашкой. Наименьшее количество нитратов осенью обнаружено в раннем минимальном пару. Запасы их в слое 0-100 см составили 114 кг/га, что на 23% меньше, чем в черном пару со вспашкой.

Накопление нитратного азота в метровом профиле произошло в основном за счет 0-40 см корнеобитаемого слоя, где лучше обеспеченность влагой, органическим веществом, растительными остатками и вследствие этого – микроорганизмами. Минимизация обработки почвы вызвала снижение накопления азота в слое 40-100 см. Если в черном пару со вспашкой за время парования количество нитратного азота на этой глубине повышалось в 2,1 раза, в черном пару с почвозащитными обработками на разную глубину – в 1,7 раза, а раннем минимальном пару – всего лишь в 1,4 раза. Сезонное повышение количества N-NO_3 глубже 40 см, безусловно, в значительной степени связано с вертикальной миграцией водорастворимой формы азота, наиболее отчетливо выраженной в варианте черного пара со вспашкой.

Исследования показали, что в начале парования не обнаружено существенных различий по содержанию подвижного фосфора между изучаемыми приемами подготовки пара (табл. 2).

Парование почвы обусловило накопление этого элемента во всех вариантах подготовки пара. Количество фосфора в слое 0-20 см увеличивалось от среднего (0,48-0,59 мг) до повышенного (0,69-0,83 мг) в вариантах опыта с минимизацией основной обработки. В черном чистом пару со вспашкой накопление этого элемента за период парования отмечалось в градации средней обеспеченности, т.е. от 0,52 мг весной до 0,64 мг осенью. Наиболее благоприятные условия мобилизации почвенных фосфатов складывались в черном пару с безотвальной и минимальной обработкой. В этих вариантах от весны к осени содержание доступного фосфора возросло в 1,7 и 1,4 раза соответственно. В раннем минимальном пару увеличение значительно меньше – 17%. Вспашка обеспечила повышение запасов P_2O_5 на 21% в сравнении с исходным количеством.

Следует отметить, что в варианте со вспашкой наблюдалось практически равномерное распределение P_2O_5 по 20-сантиметровому слою. Между тем многолетние ресурсосберегающие системы механической обработки обусловили дифферен-

циацию названных слоёв по обеспеченности фосфором. Во всех вариантах минимизации наибольшее количество его аккумулировал верхний (10 см) слой почвы. Максимальное накопление подвижного фосфора в слое 0-10 см за период парования отмечалось в черных чистых парах с почвозащитными обработками (1,02-1,10 мг).

Разделение обрабатываемой части профиля по содержанию фосфора в условиях почвозащитного земледелия Казахстана отмечалось ранее

[21]. На выщелоченном чернозёме южной лесостепи Омской области изучение различных систем обработки почвы в шестипольном севообороте (1973-1978 гг.) показало, что минимизация обработки почвы также положительно влияет на содержание подвижного фосфора [13]. По данным авторов, в парующейся почве при минимально-нулевой обработке количество доступного растениям фосфора в конце парования было на 19,5% больше, чем при вспашке.

Таблица 1

Динамика нитратного азота при разных приемах подготовки пара на чернозёме выщелоченном в лесостепи Приобья, кг/га (2002-2018 гг.)

Способ подготовки пара	Слой почвы, см	Время определения	
		начало парования	окончание парования
Чистый чёрный пар со вспашкой	0-40	34	89
	40-100	25	51
	0-100	59	140
Чистый чёрный пар с безотвальной обработкой	0-40	31	87
	40-100	25	41
	0-100	56	128
Чистый чёрный пар с минимальной обработкой	0-40	36	84
	40-100	25	41
	0-100	61	125
Чистый ранний минимальный	0-40	32	74
	40-100	27	40
	0-100	59	114

Таблица 2

Динамика подвижного фосфора при разных приемах подготовки пара на чернозёме выщелоченном в лесостепи Приобья, мг/кг (2002-2018 гг.)

Способ подготовки пара	Слой почвы, см	Время определения	
		начало парования	окончание парования
Чистый чёрный пар со вспашкой	0-10	0,54	0,68
	10-20	0,52	0,59
	0-20	0,53	0,64
Чистый чёрный пар с безотвальной обработкой	0-10	0,51	1,02
	10-20	0,44	0,64
	0-20	0,48	0,83
Чистый чёрный пар с минимальной обработкой	0-10	0,72	1,10
	10-20	0,42	0,52
	0-20	0,57	0,81
Чистый ранний минимальный	0-10	0,70	0,83
	10-20	0,48	0,55
	0-20	0,59	0,69

Таким образом, длительное (35 лет) применение в зернопаровом севообороте ресурсосберегающих систем обработки чернозёмов выщелоченных в лесостепи Новосибирского Приобья приводило к снижению накопления нитратов в паровом поле. В среднем за 2002-2018 гг. в вариантах с чистым чёрным паром содержание N-NO₃ в метровом профиле от весны к осени возросло в 2,1-2,4 раза. Меньшее накопление этого элемента было в раннем минимальном пару (в 1,9 раза). Парование почвы обусловило накопление подвижного фосфора во всех вариантах подготовки пара. Количество фосфора в слое 0-20 см увеличивалось от среднего (0,48-0,59 мг) до повышенного (0,69-0,83 мг) в вариантах опыта с минимизацией основной обработки. В черном чистом пару со вспашкой накопление этого элемента от весны к осени отмечалось в интервале средней обеспеченности. При этом в варианте со вспашкой наблюдалось практически равномерное распределение P₂O₅ по 20-сантиметровому слою. Между тем многолетние ресурсосберегающие системы механической обработки обусловили дифференциацию названных слоёв по обеспеченности фосфором. Во всех вариантах минимизации наибольшее количество его аккумулировал верхний (10 см) слой почвы. Максимальное накопление подвижного фосфора в слое 0-10 см за период парования отмечалось в черных чистых парах с почвозащитными обработками (1,02-1,10 мг/кг).

Перед уборкой зерновых культур по изучаемым паровым предшественникам, различающимся

уровнями минимизации механической обработки, содержание минерального азота в почве было несколько меньше в сравнении с зерновыми предшественниками и изменялось в незначительных пределах (41-55 кг/га).

Исследованиями установлено, что при относительно высоком содержании нитратного азота на контроле (без средств химизации) урожайность зерна по изучаемым приемам подготовки пара изменялась в незначительных пределах (3,09-3,21 т/га). При этом отмечалась тенденция к снижению рассматриваемого показателя от черного пара со вспашкой (3,21 т/га) к вариантам пара с почвозащитными обработками (3,09-3,10 т/га).

На интенсивном фоне в сравнении с экстенсивным урожайность данной культуры существенно возросла и составила 128-130%. Это увеличение урожая зерна обусловлено сбалансированным азотно-фосфорным питанием растений пшеницы за счет внесения фосфорных удобрений в дозе P120 под пшеницу по пару на ротацию севооборота. Также существенную роль в повышении продуктивности зерновых культур оказала борьба с вредными объектами, особенно с инфекционными болезнями растений пшеницы. В связи с указанными обстоятельствами урожайность зерна на интенсивном фоне была наибольшей (3,96-4,02 т/га). При этом не выявлено влияния приемов подготовки пара в формировании продуктивности данной культуры (табл. 3). Аналогичные закономерности получены на черноземных почвах южной лесостепи Новосибирской области [22].

Таблица 3

Урожайность зерновых культур по паровому предшественнику при разных уровнях минимизации основной обработки и фонах химизации (2001-2018 гг.), т/га

Система подготовки пара	Уровень химизации	Урожайность зерна, т/га
Чистый черный пар со вспашкой	Экстенсивный	3,21
	Интенсивный	3,98
Чистый черный пар с безотвальной обработкой	Экстенсивный	3,10
	Интенсивный	4,02
Чистый черный пар с минимальной обработкой	Экстенсивный	3,10
	Интенсивный	3,97
Ранний минимальный пар	Экстенсивный	3,09
	Интенсивный	3,96
НCP ₀₅ обработка почвы		0,19
НCP ₀₅ химизация		0,17

Выводы

1. В условиях центральной лесостепи Западной Сибири на чернозёмах выщелоченных наибольшее накопление нитратного азота в почве за период парования отмечалось в чистом черном пару со вспашкой, по мере минимизации основной обработки его количество снижалось, особенно в раннем минимальном пару.

2. Парование способствовало увеличению подвижного фосфора в почве во всех вариантах подготовки пара. Лучшие показатели по обеспеченности этим элементом отмечались в черных чистых парах с почвозащитными обработками. При минимизации основной обработки в пару наблюдалась дифференциация в распределении подвижного фосфора в почве, наибольшее его содержание отмечено в слое 0-10 см.

3. Продуктивность зерновых культур по паровому предшественнику не зависела от приемов подготовки пара, особенно на интенсивном фоне.

Библиографический список

1. Власенко А.Н., Захаров Г.М., Синещев В.Е. и др. Агроэкологическая эффективность полевых севооборотов в лесостепи Западной Сибири: методическое пособие / СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2019. – 35 с.

2. Власенко А.Н., Синещев В.Е., Слесарев В.Н., Васильева Н.В., Ткаченко Г.И. Эффективность минимизации обработки черноземов выщелоченных лесостепи Приобья // Сибирский вестник с.-х. науки. – Новосибирск, 2010. – № 6. – С. 5-11.

3. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Синещев В.Е., Прозоров А.С. Минимизация обработки почвы и минерализация соединений азота // Почвоведение. – 2001. – № 9. – С. 1111-1117.

4. Мусохранов В.Е. Повышение продуктивности склоновых земель. – Барнаул, 1979. – 90 с.

5. Задорин А.Д. Проблемы адаптации в земледелии. – Орел: Тургеневский бережок, 1999. – 180 с.

6. Юферов В.А. Безотвальная обработка почвы. – М.: Россельхозиздат, 1965. – 86 с.

7. Палецкая Г.Я., Святская Л.Н., Тихомирова Л.Д. Плодородие почвы при разных способах обработки // Науч. тр. СибНИИСХ. – 1973. – № 5 (20). – С. 10-13.

8. Гамзиков Г.П., Кочегарова Н.Ф., Холмов В.Г. Азотный режим черноземов при почвозащитной обработке // Агрехимия. – 1987. – № 4. – С. 3-8.

9. Холмов В.Г. Минимальная обработка и плодородие почв // Земледелие. – 1986. – № 4. – С. 29-31.

10. Зерфус В.М. Особенности мобилизационных процессов и пищевого режима при сокращении механических обработок выщелоченного чернозёма лесостепи Омской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 1977. – 19 с.

11. Холмов В.Г., Святская Л.Н. Биологическая активность почвы при минимальной обработке под зерновые культуры // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 8. – С. 99-103.

12. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В., Хамова О.Ф. и др. Интенсификация производства зерна в лесостепи // Материалы научных чтений, посвященных 100-летию закладки первых полевых опытов И.И. Жилинским. – 1997. – С. 204-207.

13. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. – Омск: ООО Полиграф, 2006. – 386 с.

14. Антипина Л.П. Об обеспеченности пшеницы фосфором на чернозёмах лесостепной зоны Красноярского Края // Тр. Красноярского НИИСХ. – 1965. – Т. 3. – С. 43-50.

15. Попцов С.П. Трансформация фосфора почвы и удобрений при паровании // Регулирование фосфатного режима почв: науч. тех. бюлл. СибНИИЗХим СО ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1990. – С. 8-12.

16. Кочергин А.Е. Фосфатный фонд почв и его доступность растениям // Почвы Западной Сибири и повышение их плодородия. – ОмСХИ. – 1984. – С. 12-19.

17. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза. – Новосибирск: Наука, 1984. – 233 с.

18. Аверкина С.С. Сравнительная оценка методов определения фосфора в черноземах Приобья Новосибирской области в связи с применением удобрений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 1970. – 25 с.

19. Реестр длительных стационарных полевых опытов государственных научных учреждений Сибирского отделения Россельхозакадемии / Л.Ф. Ашмарина, А.И. Ермохина, Т.А. Галактионова; под общ. ред. акад. Россельхозакадемии Н.И. Кашеварова; Россельхозакадемия; Сиб. отделение. – Изд. 1-е. – Новосибирск, 2009. – 285 с.

20. Чагина Е.Г., Берхин Ю.И., Головин В.А. Определение нитратов в почве селективным

электродом: методические рекомендации. – Новосибирск, 1980. – 10 с.

21. Зайцева А.А., Охинько И.П. Влияние почво-защитной обработки на плодородие почвы // Почвозащитное земледелие. – М.: Колос, 1975. – С. 232-253.

22. Синещев В.Е. Управление продукционным процессом зерновых агроценозов юга Западной Сибири / РАСХН; Сиб. отд-ние; ГНУ СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2008. – 212 с.

References

1. Vlasenko A.N., Zakharov G.M., Sineshchekov V.E. i dr. Agroekologicheskaya effektivnost polevykh sevooborotov v lesostepi Zapadnoy Sibiri: metodicheskoe posobie / SFNTsA RAN. – Novosibirsk: SFNTsA RAN, 2019. – 35 s.

2. Vlasenko A.N., Sineshchekov V.E., Slesarev V.N., Vasileva N.V., Tkachenko G.I. Effektivnost minimizatsii obrabotki chernozemov vshchelochennykh lesostepi Priobya // Sibirskiy vestnik s.-kh. nauki. – 2010. – No. 6. – S. 5-11.

3. Vlasenko A.N., Sharkov I.N., Sineshchekov V.E., Prozorov A.S. Minimizatsiya obrabotki pochvy i mineralizatsiya soedineniy azota // Pochvovedenie. – 2001. – No. 9. – S. 1111-1117.

4. Musokhranov V.E. Povyshenie produktivnosti sklonovykh zemel. – Barnaul, 1979. – 90 s.

5. Zadorin A.D. Problemy adaptatsii v zemledelii. – Orel: Turgenevskiy berezhok, 1999. – 180 s.

6. Yuferov V.A. Bezotvalnaya obrabotka pochvy. – M.: Rosselkhozizdat, 1965. – 86 s.

7. Paletskaya G.Ya., Svyatskaya L.N., Tikhomirova L.D. Plodorodie pochvy pri raznykh sposobakh obrabotki // Nauch. tr. SibNIISKh. – 1973. – No. 5 (20). – S. 10-13.

8. Gamzikov G.P., Kochegarova N.F., Kholmov V.G. Azotnyy rezhim chernozemov pri pochvozashchitnoy obrabotke // Agrokimiya. – 1987. – No. 4. – S. 3-8.

9. Kholmov V.G. Minimalnaya obrabotka i plodorodie pochv // Zemledelie. – 1986. – No. 4. – S. 29-31.

10. Zerfus V.M. Osobennosti mobilizatsionnykh protsessov i pishchevogo rezhima pri sokrashchenii mekhanicheskikh obrabotok vshchelochennogo chernozema lesostepi Omskoy oblasti: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Omsk, 1977. – 19 s.

11. Kholmov V.G., Svyatskaya L.N. Biologicheskaya aktivnost pochvy pri minimalnoy obrabotke

pod zernovye kultury // Selskokhozyaystvennaya biologiya. – 1984. – No. 8. – S. 99-103.

12. Kholmov V.G. Yushkevich L.V., Khamova O.F. i dr. Intensifikatsiya proizvodstva zerna v lesostepi. // Materialy nauchnykh chteniy, posvyashchennykh 100-letiyu zakladki pervykh polevykh opytov I.I. Zhilinskim. – 1997. – S. 204-207.

13. Kholmov V.G. Yushkevich L.V. Intensifikatsiya i resursosberezhenie v zemledelii lesostepi Zapadnoy Sibiri. – Omsk: OOO Poligraf, 2006. – 386 s.

14. Antipina L.P. Ob obespechennosti pshenitsy fosforom na chernozemakh lesostepnoy zony Krasnoyarskogo kraya // Tr. Krasnoyarskogo NIISKh. – 1965. – Tom 3. – S. 43-50.

15. Poptsov S.P. Transformatsiya fosfora pochvy i udobreniy pri parovanii // Regulirovanie fosfatnogo rezhima pochv: nauch. tekhn. byull. SibNIIZKhim SO VASKhNIL. – Novosibirsk, 1990. – S. 8-12.

16. Kochergin A.E. Fosfatnyy fond pochv i ego dostupnost rasteniyam // Pochvy Zapadnoy Sibiri i povyshenie ikh plodorodiya. – Omsk. – 1984. – S. 12-19.

17. Burlakova L.M. Plodorodie Altayskikh chernozemov v sisteme agrotsenoza. – Novosibirsk: Nauka, 1984. – 233 s.

18. 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.

19. Reestr dlitelnykh statsionarnykh polevykh opytov gosudarstvennykh nauchnykh uchrezhdeniy Sibirskogo otdeleniya Rosselkhozakademii / Rosselkhozakademiya. Sib. otd-nie, sost.: L.F. Ashmarina, A.I. Ermokhina, T.A. Galaktionova; pod obshch. red. akad. Rosselkhozakademii N.I. Kashevarova. – Izd. 1-e. – Novosibirsk, 2009. – 285 s.

20. Chagina E.G., Berkhin Yu.I., Golovin V.A. Opredelenie nitratov v pochve selektivnym elektrodom. Metodicheskie rekomendatsii. – Novosibirsk, 1980. – 10 s.

21. Zaytseva A.A., Okhinko I.P. Vliyaniye pochvozashchitnoy obrabotki na plodorodie pochvy // Pochvozashchitnoye zemledelie. – M.: Kolos, 1975. – S. 232-253.

22. Sineshchekov V.E. Upravlenie produktivnym protsessom zernovykh agrotsenozov yuga Zapadnoy Sibiri / RASKhN. Sib. otd-nie, GNU SibNIIZKhim. – Novosibirsk, 2008. – 212 s.

