

лиз в науке и образовании». – 2009. – Вып. 4. – [электронный ресурс]: URL: <http://www.sanse.ru>

12. **Тикунов В.С.** Классификация в географии: ренессанс или увядание? (опыт формализованных классификаций). – М.; Смоленск, 1997. – 367 с.
13. **Ласточкин А.Н.** Системно-морфологическое основание наук о Земле: (Геотопология, структурная география и общая теория геосистем). – СПб., 2002. – 762 с.
14. **Степанов И.Н.** Теория пластики рельефа и новые тематические карты. – М.: Наука, 2006. – 230 с.

Поступила в редакцию 03.10.2014

**V.K. KALICHKIN, Doctor of Science in Agriculture, First Vice-Chairman,
A.I. PAVLOVA*, Candidate of Science in Engineering, Associate Professor**

*Siberian Branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences,
*Novosibirsk State University of Economics and Management
e-mail: kvk@ngs.ru*

APPLICATION OF NEURAL EXPERT SYSTEM O CLASSIFY ERODIBLE LANDS

A methodical approach to classification of erodible lands based on using a neural expert system integrated with GIS has been suggested. Classification of erodible lands is realized by selecting operational-territorial units from satellite imagery, developing particular rating scales, forming knowledge bases to teach a neural expert system, teaching a network, and imaging results in the GIS map. The use of irregular geotop network as operational-territorial units allows more precisely determining the bounds of elementary plots of the Earth surface possessing a number of similar characteristics. Integration of morphometric characteristics and the plasticity method made it possible to more objectively select structural lines of the relief to draw a map of elementary surfaces.

Keywords: erodible lands, artificial neural networks, geoinformation systems, geotop.

УДК 631.416.2:631.51: 631.559(571.1)

**В.Е. СИНЕШЕКОВ, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией,
Г.И. ТКАЧЕНКО, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией**

*Сибирский научно-исследовательский институт земледелия
и химизации сельского хозяйства
e-mail: sivi_01@mail.ru*

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В ПОЧВЕ ПРИ МИНИМИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

Изучены в длительном стационарном опыте (33 года) особенности сезонной динамики подвижного фосфора в черноземе выщелоченном без внесения минеральных удобрений при минимальных обработках. Выявлена его дифференциация в верхних горизонтах почвенного профиля в зернопаровом севообороте в лесостепи Западной Сибири. Установлено, что парование почвы способствовало повышению этого элемента в слое 0–20 см во всех вариантах механической обработки от средней обеспеченности (0,55–0,64 мг/кг) весной до повышенной (0,70–0,95 мг/кг) к осени. За период парования наиболее благоприятные условия для накопления почвенных фосфатов складывались в черном пару с глубокой безотвальной обработкой: количество P_2O_5 увеличилось на 73 %. В черном пару с минимальной обработкой содержание P_2O_5 повысилось на 45 %, в раннем минимальном пару – на 16 и в черном пару со

вспашкой – на 21,0 %. При этом в черных парах с почвозащитными обработками и в раннем минимальном отмечена дифференциация в верхних горизонтах почвенного профиля по обеспеченности фосфором: наибольшее количество его сосредоточено в верхнем 10-сантиметровом слое почвы.

Ключевые слова: минимизация основной обработки почвы, динамика подвижного фосфора, черноземы выщелоченные, дифференциация.

Для оценки фосфорного питания растений и рационального применения фосфорсодержащих туков необходимо иметь достаточно полное представление об особенностях фосфатного фонда исследуемых почв и динамики подвижного фосфора в течение периода вегетации яровых колосовых культур по различным предшественникам, особенно в условиях длительного применения минимизации основной обработки.

Содержание подвижного фосфора в почве определяется рядом факторов. Значительное влияние на данный показатель имеет характер использования почвы. На черноземах лесостепной зоны Красноярского края [1], на черноземах выщелоченных Новосибирского Приобья [2] установлено снижение количества P_2O_5 в результате парования. В вегетационных опытах с выщелоченным черноземом Омского Прииртышья А.Е. Кочергин [3] установил примерно одинаковую обеспеченность овса фосфором в почве с парового поля и с полей зяби. Некоторые исследователи имеют другое мнение по этому вопросу. Согласно исследованиям Л.М. Бурлаковой [4], 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 [5] парование черноземов Новосибирской области при оптимальных условиях температуры и влажности способствовало накоплению подвижных фосфатов, извлекаемых раствором 0,03 Н K_2SO_4 .

Неоднозначность процессов мобилизации фосфора в пару объясняется различной природой фосфора в Сибири. Многолетними исследованиями в Сибирском научно-исследовательском институте земледелия и химизации сельского хозяйства [6] установлено, что в пределах Приобья Новосибирской области, Присалаирье и Кулунде в питании растений преобладает сорбированный фосфор, его мобилизация в пару очень слабая. Здесь много высокоосновных фосфатов кальция (17 % от валового), высоки константы сорбции. В почвах Ишим-Иртышского и Тобол-Ишимского междуречий с повышенной растворимостью солей фосфора и облегченным 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 %.

Освоение минимальных обработок почвы неразрывно связано с проблемой минерального питания растений. О влиянии механической обработки на условия фосфорного питания растений также нет единого мнения. В 1959 г. А.В. Францесон заметил, что при обработке почвы лушильником подвижного фосфора больше, чем по отвальной зяби [7].

На выщелоченном черноземе Омской области А.Е. Кочергиным [8] отмечено увеличение содержания подвижного фосфора в безотвальном пару в сравнении с отвальным. В данном случае в верхнем 10-сантиметровом слое количество P_2O_5 по методу Францесона при безотвальной обработке соста-

вило 19,5 мг/кг, отвальной – почти в 2 раза меньше – 10,6 мг/кг. На этих же почвах результаты полевых опытов 1961–1963 гг., выполненных Г.Я. Палецкой [9], свидетельствуют, что содержание подвижной фосфорной кислоты может быть увеличено путем минимизации ее обработки. Однако в более поздних ее исследованиях в шестипольном зернопаровом севообороте систематическое применение минимальной обработки слабо повлияло на содержание подвижной фосфорной кислоты в слое 0–40 см [10]. В большей степени на запасы подвижного фосфора в почве влияли метеорологические условия и вынос этого элемента растениями.

На черноземах Курганской области подвижных форм фосфора несколько больше после мелкой плоскорезной обработки. По данным авторов [11], на Макушинском опытном поле в среднем по севообороту перед посевом культур по вспашке содержание P_2O_5 в слое 0–40 см по Францесону составило 2,1 мг/100 г, по глубокой плоскорезной обработке – 2,3 и мелкой плоскорезной – 2,7 мг/100 г. В Тюменской области на темно-серых лесных почвах при высоком содержании фосфора по Чирикову (25–28 мг/100 г) изучаемые системы основной обработки не оказывали существенного влияния на условия фосфорного питания [12].

Различия научных данных по обеспеченности почвы фосфором в разных почвенно-климатических условиях, а порой на одних и тех же почвах обусловлены многими факторами: метеоусловиями, особенностями фосфатного фонда почв, агротехники и др. На наш взгляд, к ним следует отнести и длительность применения минимальных обработок. К сожалению, многие литературные данные получены в опытах продолжительностью не более 3–5 лет. Информация, полученная в длительных стационарных опытах, имеет наибольшую научную ценность.

Цель исследования – изучить особенности динамики подвижного фосфора в черноземе выщелоченном и его дифференциацию в верхних горизонтах почвенного профиля при длительном применении минимальных обработок (более 30 лет) в зернопаровом севообороте в лесостепи Западной Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в многофакторном стационарном полевом опыте Сибирского научно-исследовательского института земледелия и химизации сельского хозяйства на территории ОПХ «Элитное» Новосибирской области (центрально-лесостепная подзона). Опыт заложен в 1981 г. [13].

Почвенный покров под опытами представлен среднесуглинистым выщелоченным черноземом среднесуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в слое 0–20 см составляет 6,0 %, общего азота – 0,34, валового фосфора – 0,30 %, подвижного фосфора (по Чирикову) и калия – 20 и 9,7 мг/100 г почвы соответственно [13].

В 2002–2006 гг. исследования проводили в севообороте пар – озимая рожь – пшеница – пшеница, с 2007 г. по настоящее время в севообороте пар – пшеница – пшеница – пшеница. Варианты зяблевой обработки почвы в полях севооборотов, в которых изучали динамику подвижного фосфора, следующие: вспашка: вспашка в пару на глубину 25–27 см и под

Таблица 1

Шкала обеспеченности почв легкоподвижным фосфором для зерновых культур (Берхин, Чагина, Янцен, 1989 г.)

Уровень обеспеченности почв	Содержание P_2O_5 , мг/кг
Низкий	< 0,35
Средний	0,36–0,65
Повышенный	0,66–1,0
Высокий	1,1–1,5
Очень высокий	> 1,5

вторую и третью культуры на 20–22 см; безотвальная обработка: рыхление стойками СибИМЭ в пару на глубину 25–27 см и под вторую и третью культуры на 20–22 см; минимальная обработка: плоскорезная на глубину 10–12 см под все культуры; «нулевая» обработка: без зяблевой обработки.

Опыт по обработке почвы заложен в четырех повторениях. Поперек основных обработок методом расщепленных делянок накладывали варианты с применением химических средств интенсификации: контроль (без средств химизации); гербициды без удобрений

против одно- и двудольных сорных растений; удобрения $N_{60}P_{30}$ под вторую и $N_{90}P_{30}$ под третью культуры + гербициды + фунгициды + инсектициды (комплексная химизация). В данной работе изучение особенностей динамики подвижного фосфора в почве проводили на контрольном варианте (без средств химизации).

Подвижный фосфор в почвенных образцах определяли по методу Карпинского и Замятиной с отработанной на черноземах Западной Сибири шкалой (табл. 1). Подробная информация по этому вопросу дана ранее [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования, выполненные в период 2002–2013 гг., позволили получить следующие результаты (табл. 2). Во всех изучаемых вариантах наиболее высокое содержание подвижных фосфатов обнаружено в верхнем слое почвы – 0–20 см. За его пределами количество P_2O_5 значительно снижалось и в слое 20–40 см достигало уровня низкой обеспеченности. Снижение плодородия почвы в нижних слоях в сравнении с верхним связывают, например, с бедностью их подвижным фосфором [15], азотом [16], микроорганизмами и биологической активностью [17], а также с неблагоприятными физическими свойствами почвы [18].

В черных парах с почвозащитными обработками и в раннем минимальном пару отмечена дифференциация верхнего 20-сантиметрового слоя по обеспеченности фосфором – наибольшее количество его сосредоточено в слое почвы 0–10 см. На наш взгляд, это явление вызвано длительным (более 30 лет) применением минимальной обработки. В черном пару со вспашкой наблюдалось практически равномерное распределение P_2O_5 в этой толще. Резкую дифференциацию в верхнем слое почвы по содержанию фосфора в условиях почвозащитного земледелия отмечали и другие авторы [19, 20].

Весной в паровом поле содержание подвижного фосфора в верхнем слое (0–20 см) находилось в градации средней обеспеченности – 0,55–0,64 мг/кг. Парование почвы способствовало накоплению этого элемента питания. Во всех вариантах с почвозащитной механической обработкой количество P_2O_5 повысилось до уровня повышенной обеспеченности – 0,70–0,95 мг/кг. При этом наиболее благоприятные условия мобилизации

Таблица 2

**Сезонная динамика подвижного фосфора в почве при разных системах основной обработки
в зернопаровом севообороте за 2002–2013 гг., мг/кг**

Культура севооборота	Слой поч- вы, см	Вспашка		Безотвальная		Минимальная		«Нулевая»	
		Весна	Осень	Весна	Осень	Весна	Осень	Весна	Осень
Пар чистый	0–10	0,59	0,76	0,59	1,10	0,82	1,24	0,74	0,86
	10–20	0,58	0,63	0,51	0,80	0,45	0,62	0,54	0,62
	0–20	0,58	0,70	0,55	0,95	0,64	0,93	0,64	0,74
	20–40	0,33	0,27	0,19	0,38	0,17	0,35	0,24	0,28
Культура после пара:	первая	0–10	0,75	0,62	0,86	0,63	0,99	1,42	1,24
		10–20	0,65	0,56	0,47	0,52	0,47	0,51	0,54
		0–20	0,70	0,59	0,66	0,58	0,73	0,65	1,11
		20–40	0,22	0,21	0,16	0,16	0,24	0,20	0,49
	вторая	0–10	0,71	0,56	0,63	0,60	0,78	0,71	0,86
		10–20	0,80	0,54	0,46	0,40	0,67	0,48	0,50
		0–20	0,76	0,55	0,54	0,50	0,72	0,60	0,68
		20–40	0,30	0,22	0,20	0,18	0,23	0,22	0,21
	третья	0–10	0,56	0,50	0,67	0,53	0,79	0,63	0,53
		10–20	0,51	0,40	0,44	0,37	0,52	0,34	0,42
		0–20	0,54	0,45	0,56	0,45	0,65	0,48	0,48
		20–40	0,32	0,25	0,19	0,14	0,19	0,18	0,23

почвенных фосфатов складывались в черном пару с глубокой безотвальной обработкой. В этом варианте опыта в результате парования количество фосфора увеличилось на 73 %, тогда как в черном пару с минимальной обработкой – на 45, в раннем минимальном пару – на 16, в черном пару со вспашкой – на 21,0 % в сравнении с исходным значением.

При минимизации механической обработки пополнение фосфора в почве идет в основном за счет верхнего 10-сантиметрового слоя. Преимущество минимальных обработок связано с особенностями распределения растительных остатков по профилю почвы. При уменьшении глубины основной обработки большая масса растительного вещества сосредотачивается в слое 0–10 см. Он отличается наибольшей биологической активностью, а следовательно, и накоплением подвижных элементов питания [21].

Накопившиеся при паровании почвы подвижные фосфаты активно потреблялись культурами севооборота. За время вегетации пшеницы по пару в вариантах вспашки, глубокой безотвальной и минимальной обработки исходное повышенное количество P_2O_5 (0,66–0,73 мг/кг) снизилось до уровня средней обеспеченности (0,58–0,65 мг/кг). В варианте с «нулевой» обработкой весенние запасы подвижного фосфора уменьшились от 1,11 до 0,89 мг/кг, т.е. от высокого до повышенного. В вариантах со вспашкой, глубокой безотвальной и минимальной обработками растениями усваивался в основном фосфор верхнего 10-сантиметрового слоя, что, по-видимому, обусловлено лучшим увлажнением почвы по паровому пред-

шественнику. По раннему минимальному пару растения потребляли фосфор в основном с верхнего 20-сантиметрового слоя.

Под пшеницей – второй культурой после пара – наибольшая убыль фосфора в слое почвы 0–20 см отмечена в варианте со вспашкой: она изменялась от повышенного содержания весной (0,76 мг/кг) до средней обеспеченности осенью (0,55 мг/кг). Это объясняется условиями формирования урожая, который по вспашке был больше, чем в варианте с “нулевой” обработкой (табл. 3). В заключительном поле севооборота содержание в почве P_2O_5 в начале (0,48–0,65 мг/кг) и в конце вегетации яровой пшеницы (0,45–0,48 мг/кг) было на уровне средней обеспеченности.

Наличие дифференциации обрабатываемого горизонта при почвозащитном земледелии по содержанию подвижного фосфора вызывает интерес к условиям питания растений. Детальные исследования по данному вопросу проведены на почвах сухостепной зоны Северного Казахстана О.Т. Ермолаевым [7]. Установлено, что при длительном применении минимальных обработок более половины усваивающей поверхности корней размещается в слоях 5–10 и 10–15 см (56 % от суммы длины корней). Преимущественное развитие корневой системы в этих слоях обуславливает и наибольшее усвоение фосфора из них. Слой 0–5 см обладает максимальными запасами усвояемых фосфатов (39 % от суммы), однако его использование растениями незначительно (4,7 % от общего выноса). Связано это с частым пересыханием данного слоя в течение вегетации и позиционной недоступностью его для зародышевых корней.

На основании изложенного выше можно сделать вывод, что при засушливом климате наиболее оптимальные условия питания растений фосфором складываются при повышенном содержании элемента в нижней части обрабатываемого слоя. Повышение содержания P_2O_5 в верхней части этого слоя в меньшей степени влияет на улучшение питания растений и соответственно продуктивность возделываемой культуры.

Нашими исследованиями установлено, что при посеве по пару урожайность пшеницы, являющаяся интегральным показателем, была наи-

Таблица 3

Урожайность яровой пшеницы в севообороте в зависимости от систем основной обработки почвы и уровней химизации (2007–2013 гг.), т/га

Система основной обработки почвы	Уровень химизации	Культура в севообороте			В среднем по севообороту
		по пару	вторая	третья	
Вспашка	Экстенсивный	2,83	1,66	1,29	1,45
	Интенсивный	3,61	3,43	2,95	2,50
Безотвальная	Экстенсивный	2,66	1,54	1,11	1,33
	Интенсивный	3,59	3,45	2,82	2,47
Минимальная	Экстенсивный	2,69	1,53	1,09	1,33
	Интенсивный	3,53	3,35	2,75	2,41
«Нулевая»	Экстенсивный	2,67	1,46	0,97	1,28
	Интенсивный	3,59	3,28	2,75	2,41
НСП ₀₅	По обработке	0,21	0,16	0,17	

большей и не зависела от обработки почвы. Определяющим фактором в формировании урожая пшеницы была химизация. На интенсивном фоне она была выше в 1,3–1,4 раза в сравнении с экстенсивным. На повторных посевах пшеницы преимущество по урожайности на экстенсивном фоне установлено в вариантах со вспашкой (1,48 т/га) в сравнении с минимальными обработками (1,22–1,33 т/га). При оптимизации минерального питания растений и фитосанитарной ситуации повторных посевов урожайность зерна в сравнении с экстенсивным фоном увеличилась в 2,2 раза по вспашке и в 2,3–2,5 раза – по почвозащитным обработкам.

ВЫВОДЫ

1. На черноземе выщелоченном лесостепи Приобья в зернопаровых севооборотах длительная минимизация основной обработки (более 30 лет) способствовала накоплению подвижного фосфора, что наиболее отчетливо прослеживалось в паровом поле.

2. За период парования наиболее благоприятные условия для накопления почвенных фосфатов складывались в черном пару с глубокой безотвальной обработкой, в котором количество P_2O_5 в слое 0–20 см увеличилось на 73 %, в черном пару с минимальной обработкой – на 45, в раннем минимальном пару – на 16 и в черном пару со вспашкой – на 21,0 % в сравнении с исходными запасами.

3. В черных парах с почвозащитными обработками и в раннем минимальном пару отмечена дифференциация в верхних горизонтах почвенного профиля по обеспеченности фосфором; наибольшее количество его сосредоточено в верхнем 10-сантиметровом слое.

4. Урожайность яровой пшеницы на фоне без средств химизации не зависела от содержания подвижных фосфатов в почве при минимизации основной обработки. На первой культуре она составила 2,66–2,69 т/га, второй – 1,46–1,54 и третьей – 0,97–1,11 т/га. При этом снижение урожайности по зерновым предшественникам вызвано в основном засоренностью посевов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антипина Л.П. Об обеспеченности пшеницы фосфором на черноземах лесостепной зоны Красноярского края // Труды Красноярского НИИСХ. – Красноярск, 1965. – Т. 3. – С. 43–50.
2. Попцов С.П. Трансформация фосфора почвы и удобрений при паровании // Регулирование фосфатного режима почв: науч.-техн. бюл. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 1990. – С. 8–12.
3. Кочергин А.Е. Фосфатный фонд почв и его доступность растениям // Почвы Западной Сибири и повышение их плодородия. – Омск, 1984. – С. 12–19.
4. Бурлакова Л.М. Плодородие алтайских черноземов в системе агроценоза. – Новосибирск: Наука, 1984. – 233 с.
5. 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.
6. Антипина Л.П., Черкасова Т.А. Мобилизация фосфатов при паровании и внесении удобрений // Регулирование фосфатного режима почв: науч.-техн. бюл. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 1990. – С. 3–8.
7. Ермолаев О.Т. Фосфор: трансформация в почве, поглощение растениями. – Тюмень, 2007. – 352 с.

8. Кочергин А.Е. Условия питания зерновых культур азотом, фосфором и калием и применение удобрений на черноземах Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук. – М., 1964. – 40 с.
9. Палецкая Г.Я. Фосфатный режим черноземной почвы при отвальной и безотвальной обработке // Агрохимия. – 1967. – № 5. – С. 57–60.
10. Палецкая Г.Я., Азиева А.Г. Влияние систематического применения минимальной обработки почвы на пищевой режим и урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Омской области // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1976. – № 4. – С. 14–19.
11. Волюнкин В.И., Рыбина Л.Д., Волюнкина О.В. и др. Эффективность удобрений в условиях Курганской области: метод. реком. – Новосибирск, 1982. – 42 с.
12. Перфильев Н.В. Научные основы применения ресурсосберегающих систем основной обработки темно-серых лесных почв Тюменской области // Аграрная наука – развитию и стабилизации агропромышленного комплекса Тюменской области. – Тюмень, 2006. – С. 144–156.
13. Реестр длительных стационарных полевых опытов государственных научных учреждений Сибирского отделения Россельхозакадемии / сост. Л.Ф. Ашмарина, А.И. Ермохина, Т.А. Галактионова; под общ. ред. Н.И. Кашеварова. – Изд. 1-е. – Новосибирск, 2009. – С. 157–162.
14. Аверкина С.С., Синешников В.Е., Ткаченко Г.И. Оценка методов определения фосфатов в черноземах Новосибирской области // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2011. – № 11-12. – С. 5–11.
15. Иванов П.К. Система обработки почвы в степных районах. – М., 1961. – 22 с.
16. Гедройц К.К. Почвенные коллоиды и поглощательная способность почв // Избранные сочинения. – М.: Сельхозгиз, 1955. – Т. 1. – 559 с.
17. Мишустин Е.Н. Биологические пути повышения эффективного плодородия почв // Труды института микробиологии. – 1961. – Вып. 2. – С. 3–16.
18. Тайчинов С.Н. Подпахотная крупка и глубина вспашки // Почвы Башкирии и пути рационального их использования. – Уфа, 1960. – Вып. 3. – С. 105–111.
19. Рылушкин В.И. Фосфатный режим темно-каштановых почв Целиноградской области в связи с использованием минеральных удобрений под яровую пшеницу: дис. ... канд. с.-х. наук. – Целиноград, 1970. – 145 с.
20. Зайцева А.А., Охенько И.П. Влияние почвозащитной обработки на плодородие почвы // Почвозащитное земледелие. – М.: Колос, 1975. – С. 232–253.
21. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. – Омск, 2006. – 396 с.

Поступила в редакцию 18.11.2014

V.E. SINESHCHEKOV, Doctor of Science in Agriculture, Laboratory Head,
G.I. TKACHENKO, Candidate of Science in Biology, Laboratory Head

Siberian Research Institute of Soil Management and Chemicalization of Agriculture
e-mail: sivi_01@mail.ru

FEATURES OF LABILE PHOSPHORUS DYNAMICS IN SOIL WHILE MINIMIZING TILLAGE

In a long-term (33 years) stationary experiment were studied features of seasonal dynamics of labile phosphorus in leached chernozem without applying mineral fertilizers under reduced tillage operations. There was found its differentiation in the upper horizons of the soil profile in grain/fallow rotation in the forest steppe zone of Western Siberia. It was established that fallowing contributed to increasing the phosphorus content in the 0–20 cm soil layer in all the variants of plowing from medium availability (0.55–0.64 mg/kg) in spring to higher availability (0.70–0.95 mg/kg) by autumn. For the period of fallowing, the most favorable conditions for soil phosphate accumulation were formed under black fallow with deep nonmoldboard cultivation: the P_2O_5 amount increased by 73%. The P_2O_5 content has increased by 45% under black fallow with reduced tillage, by 16% under early minimum fallow, and by 21% under black fallow with plowing. With that, under black fallow with soil conservation tillage and early minimum fallow was observed differentiation in the upper horizons of the soil profile as to phosphorus availability: its greatest amount was concentrated in the 10 cm soil layer.

Keywords: reduced tillage, dynamics, labile phosphorus, leached chernozem, differentiation.