

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Е. В. КИРИЛЛОВА, старший научный сотрудник,  
А. Н. КОПЫЛОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией,  
Курганский научно-исследовательский институт сельского хозяйства  
(641325, Курганская обл., Кетовский р-н, с. Садовое, ул. Ленина, д. 9)

**Ключевые слова:** чернозем выщелоченный, длительные опыты, эффективность удобрений, подвижный фосфор, потенциальная кислотность, содержание гумуса

В длительных (45–46 лет) опытах на выщелоченном черноземе опытного поля Курганского НИИСХ исследовали применение различных доз азотного и фосфорного удобрений в четырехпольном зернопаровом севообороте. С введением минимальной обработки почвы установлено снижение продуктивности севооборота пар-3 пшеницы (VIII–XI ротации) по сравнению с периодом со вспашкой в севообороте пар-2 пшеницы-овес (I–VII ротации) на 0,25–0,43 т з.ед./га. Окупаемость минеральных удобрений прибавкой зерна повысилась, но при монофосфорной системе удобрения она увеличивалась только при наступлении засушливых явлений. Рекомендуются умеренные дозы удобрений при длительном применении изменяли агрохимические свойства почвы. Припосевное внесение фосфорного удобрения P20 за 45 лет способствовало окультуриванию выщелоченного чернозема, так как повысило содержание подвижного фосфора на 32–65 мг/кг почвы, что перевело почву в группировку с повышенным и высоким его содержанием. Минимизация обработки почвы способствовала дифференциации его по почвенному профилю с накоплением преимущественно в верхнем слое 0–10 см. Потенциальная кислотность почвы усилилась на 0,92–1,04 от величины pH при закладке опыта, но это произошло и в контрольном варианте, где удобрения не вносили. Физиологическая кислотность удобрений понижала pH в солевой вытяжке только на 0,09–0,15 в 2016 году. Сокращение количества растительных остатков в VIII–XI ротациях привело к снижению содержания гумуса относительно уровня при закладке. Внесение азотно-фосфорного удобрения стабилизировало поступление органики в почву. Доказано снижение содержания гумуса в контроле и при моноазотной системе.

## INFLUENCE OF DIFFERENT FERTILIZER SYSTEMS ON CHANGES IN AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL

E. V. KIRILLOVA,  
senior research associate,  
A. N. KOPYLOV,  
candidate of agricultural sciences, leading research associate, head of the laboratory,  
Kurgan Research Institute of Agriculture  
(9 Lenina Str., Sadovoe, 641325, Kurgan)

**Keywords:** leached chernozem, long-term experiments, fertilizer effectiveness, available phosphorus, potential acidity, humus content

The application of various doses of nitrogen and phosphorus fertilizers in a four-field grain-fallow crop rotation was investigated in long-term (45–46 years) experiments on leached chernozem of the experimental field of the Kurgan RIA. With the introduction of minimal tillage, the productivity of rotation of steam-3 wheat (VIII–XI rotations) was reduced compared to the period with plowing in the rotation of steam-2 wheat-oats (I–VII rotations) per 0.25–0.43 t gU/ha. The return of mineral fertilizers by the addition of grain increased, but with a monophosphorous fertilizer system, it increased in the onset of arid phenomena. Recommended moderate doses of fertilizers with long-term use changed the agrochemical properties of the soil. The sowing of phosphorus fertilizer P20 over 45 years promoted the cultivation of leached chernozem, since it increased the content of mobile phosphorus per 32–65 mg/kg of soil, which transferred the soil into a group with the raised and its high content. Minimization of soil cultivation contributed to its differentiation along the soil profile with accumulation mainly in the upper layer 0–10 cm. The potential acidity of the soil increased by 0.92–1.04 of the pH value when laying the test, but this happened in the control variant, where fertilizers was not introduced. The physiological acidity of fertilizers lowered the pH in salt extract only by 0.09–0.15 in 2016. Reduction of the amount of plant residues in VIII–XI rotations led to a decrease in the humus content relative to the level at the time of laying. The introduction of a nitrogen-phosphorus fertilizer stabilized the supply of organic matter to the soil. The decrease in humus content in the control and in the mononitric system is proved.

Положительная рецензия представлена В. В. Немченко, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Курганской сельскохозяйственной академии им. Т. С. Мальцева.

Применение удобрений – обязательное условие достижения стабильно высокого уровня производства сельскохозяйственной продукции. Длительные полевые опыты с возрастающими дозами питательных веществ выявляют влияние удобрений на урожайность культур и служат надежной основой для определения их оптимальных доз. В связи с подорожанием туков эта проблема стала особенно острой. От обоснованности рекомендаций зависит не только уровень оплаты единицы питательных элементов прибавкой урожая и качество получаемой продукции, но и воздействие удобрений на агрохимические свойства почвы.

**Цель и методика исследований.** В длительном стационарном опыте, заложенном В. И. Волюнским на Центральном опытном поле Курганского НИИСХ, с 1971 г. изучали влияние различных доз фосфорного удобрения на продуктивность четырехпольного зернопарового севооборота и на изменение агрохимических свойств почвы.

Опыт существует в двух полях (закладки 1971 и 1972 гг.). В 1996 г. зернопаровой севооборот пар – яровая пшеница – яровая пшеница – овес трансформирован в севооборот пар – три пшеницы. В течение 7 ротаций была ежегодная вспашка, с осени 1999 г. вспашку не проводили. Для изучения минимизации обработки почвы пар стали обрабатывать поверхностно – 5-летними культивациями. Яровую пшеницу высевали стерневой сеялкой СКП-2,1, в 3-м и 4-м полях – по стерне. Солону оставляли в поле с 1978 г. Минеральные удобрения врезали согласно схеме опыта на делянках площадью 300 м<sup>2</sup> (учетная – 105 м<sup>2</sup>) в трехкратной повторности. В названии варианта указана суммарная доза элементов питания за ротацию. Аммиачную селитру вносили в дозе N40–60 под 2-ю и 3-ю пшеницу. Внесение фосфорного удобрения P20 и P40 изучали при отдельном применении и на фоне азота. Почва под опытом – чернозем выщелоченный маломощный малогумусный среднесуглинистый. Свойства почвы перед закладкой опыта: рН<sub>KCl</sub> – 6,2–6,5; Н<sub>T</sub> – 2,46 мг-экв /100 г почвы;

S – 20,4 мг-экв /100 г почвы по Каппену; V – 89 %; гумус – 4,6 % по Тюрину; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> по Чирикову – 39–49 мг/кг, K<sub>2</sub>O по Чирикову – 250 мг/кг; N<sub>общ.</sub> – 0,20 %.

**Результаты исследований.** Многолетние данные свидетельствуют о снижении продуктивности севооборота при переходе на минимальную обработку почвы (рис. 1). Средняя продуктивность VIII–X ротаций сократилась к периоду со вспашкой в контроле на 0,38 т з.ед./га (с 1,48 до 1,10). При внесении одного азота – на 0,25 т з.ед./га (с 1,62 до 1,37), при внесении одного фосфора – на 0,40–0,43 т з.ед./га и на 0,26–0,27 т з.ед./га в вариантах с азотно-фосфорным удобрением (с 1,76–1,78 до 1,50–1,51). Очевидно преимущество совместного применения азотного и фосфорного удобрений, моноазотная система стабильно имела меньшую продуктивность. В X–XI ротациях негативную роль сыграли неблагоприятные изменения климата и усиление фитосанитарного неблагополучия посева по стерне.

Окупаемость азотного и азотно-фосфорного удобрения прибавкой зерна при минимизации повысилась, составив в VIII–X ротациях в варианте N100 в среднем 10,7 кг/кг д.в. против 5,7 при вспашке и 9,8 против 7,0 кг/кг д.в. в варианте N100P60. Окупаемость монофосфорной системы удобрения P60 при минимальной обработке почвы снизилась с 8,4 до 6,8 кг/кг д.в. по причине усиления дефицита азота (рис. 2). Очевидно, в условиях центральной лесостепи на легких по гранулометрическому составу почвах преимущество имеют умеренные дозы минеральных удобрений – не более N100P60 за ротацию четырехпольного зернопарового севооборота. Но и они в сочетании с обработкой почвы влияли на изменение агрохимических свойств выщелоченного чернозема.

Проблема сохранения почвенного плодородия обретает особую значимость в связи с сокращением объемов вносимых удобрений. В целом по РФ стабильно увеличивается площадь пашни с очень низким, низким и средним содержанием подвижного фосфора [1]. Ранее его повышали внесением фосфорных удобрений. Длительное систематическое

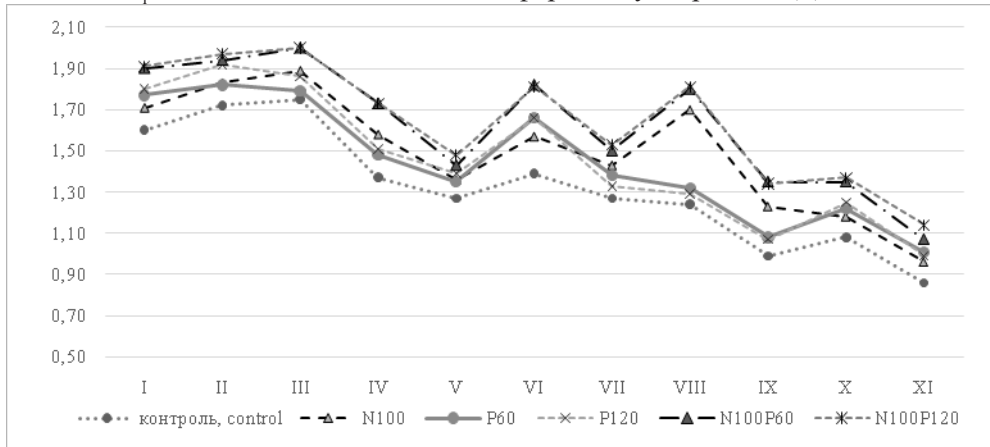


Рис. 1. Продуктивность зернопарового севооборота, т з.ед./га  
Fig. 1. Efficiency of grain-fallow crop rotation, t gU/ha

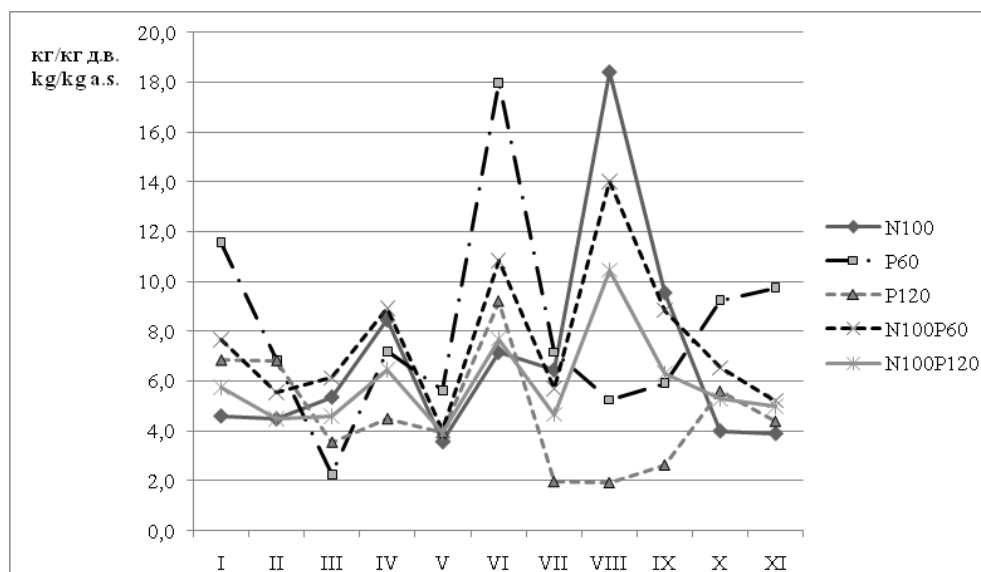


Рис. 2. Средняя окупаемость удобрений в севообороте, кг з.ед./кг д.в. удобрений  
 Fig. 2. Average return in the crop-rotation, kg gU/ kg a.s. of fertilizers

Таблица 1

Содержание подвижного фосфора по Чирикову в период минимизации обработки почвы (2000–2016 гг.), %  
 Content of available phosphorus according to Chirikov method at the period of minimization of soil tillage (2000–2016), %

Варианты Variants	Исходный уровень Initial value 1971	Минимизация, годы Minimization, years				Среднее Average	Отклонение, (+) Deviation, (+)
		2004	2008	2012	2016		
Контроль, Control	40,0	50,0	64,2	62,6	61,8	59,5	19,5
N100	38,0	52,0	68,4	62,3	67,8	62,6	24,2
P60	39,0	60,0	83,7	80,7	80,7	76,3	37,1
P120	38,0	80,0	106,0	104,0	116,3	101,6	63,7
N100P60	39,0	59,0	72,8	78,0	76,0	71,5	32,3
N100P120	40,0	83,0	115,0	99,7	121,0	104,8	64,8
HCP <sub>05</sub>	0,64	0,85	13,27	10,65	16,92	8,20	7,02

внесение удобрений в дозах, превышающих вынос культурами, в начале увеличивало содержание подвижных фосфатов, в дальнейшем фосфор переходил в осажденные формы и содержание  $P_2O_5$  стабилизировалось или даже немного снижалось [2]. Со временем увеличение запасов фосфора происходило в слое 30–60 см. При этом наблюдали длительное его последствие [3]. Накоплению некоторого количества доступного фосфора могла способствовать также обработка почвы, вызывая минерализацию содержащихся в ней органофосфатов. В условиях северной лесостепи в пару накапливалось до 40 кг/га доступного фосфора [4]. Минимальная обработка почвы влияла на содержание подвижного фосфора в верхнем слое почвы, увеличивая его по сравнению со вспашкой на 12–13 % [5, 6].

Около 60 % площади пашни Курганской области имеют очень низкое содержание  $P_2O_5$ . По причине отсутствия достаточного количества органических удобрений повысить его можно только внесением дорогостоящих минеральных. Показано измене-

ние среднего содержания подвижного фосфора по сравнению с исходными показателями при закладке (табл. 1). Припосевное внесение фосфора P15–20 с течением времени существенно повысило его запас в почве.

Доказано существенное повышение содержания  $P_2O_5$  в вариантах с односторонним ежегодным внесением фосфорного удобрения в дозах P20 (на 37 мг/кг) и P40 (на 64 мг/кг). Увеличение количества содержащегося подвижного фосфора произошло и в вариантах ежегодного внесения фосфорного удобрения в сочетании с азотным. В рекомендованных производству дозах – на 32 мг/кг. Систематическое внесение P20 перевело почву в группу с повышенным (60–80 мг/кг) и высоким (80 мг/кг и выше) содержанием подвижного фосфора по шкале Курганского НИИСХ. Некоторое повышение его содержания к исходному вследствие положительного баланса при разложении органофосфатов наблюдалось и в контрольном варианте.

Дифференциацию пахотного слоя почвы при безотвальной обработке (обеднение подвижным фосфо-

ром нижних слоев почвы и локализацию его в верхних слоях) наблюдали при отборе проб на глубину 0–30 см в слоях по 10 см (табл. 2). Полученные данные свидетельствуют, что повышение содержания подвижного фосфора произошло и на глубине 20–30 см во всех удобряемых вариантах: до 52 мг/кг при систематическом внесении, до 59 мг/кг – в варианте последействия P720 в запас, при том, что в контроле – только 38 мг/кг.

В вариантах с азотно-фосфорным удобрением природный уровень содержания подвижного фосфора в слое 0–30 см превышен на 33–37 %, а при монофосфорной системе удобрения – на 57 %. На последействии P720 в запас подвижный фосфор распределен по слоям более равномерно, но во всех вариантах наблюдается его сосредоточение в верхнем (0–10 см) слое почвы, который часто пересыхает. При этом подвижный фосфор становится малодоступным для растений.

Потенциальная кислотность выщелоченного чернозема определяется в основном ионами водорода, находящимися в обменном состоянии в почвенном поглощающем комплексе. В северной лесостепи За-

уралья внесение удобрений в расчете на 5 и 6 т/га зерна на протяжении двух ротаций зернового с занятым паром севооборота способствовало повышению актуальной и обменной кислотности на 6,0–14,7 и 5,5–9,1 % относительно первоначальных значений. Негативное влияние минеральных удобрений, вносимых на получение 5,0 т/га зерна, достоверно прослеживалось в слое 30–50 см [7]. Оно может проявляться ухудшением агрофизических свойств почвы, ее дегумификацией, снижением доступности элементов минерального питания, особенно фосфора и кальция, повышенной концентрацией токсичных для растений ионов.

В условиях центральной лесостепи также наблюдается подкисление солевой вытяжки по сравнению с данными при закладке опыта на 0,92–1,04, в том числе в контроле. В настоящее время по сравнению с данными предыдущего обследования степень кислотности по солевой вытяжке понизилась, но по-прежнему находится в интервале 5,1–5,5. Это и через 45 лет эксплуатации севооборота указывает на слабокислую реакцию (табл. 3).

Таблица 2  
Содержание подвижного фосфора в зернопаровом севообороте, в слое почвы 0–30 см, 2015 г.  
Table 2  
Content of available phosphorus (Chirikov method) in soil layer 0–30 cm, 2015

Слой почвы, см <i>Soil layer, cm</i>	Контроль <i>Control</i>	P120	N100P60	N100(P720)*
Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг <i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content, mg/kg</i>				
0–10	67,0	107,0	85,0	76,0
10–20	41,0	73,0	59,0	67,0
20–30	38,0	52,0	52,0	59,0
Доля P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> от совокупного запаса в почве, % <i>Proportion of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> from common stock in the soil, %</i>				
0–10	44,1	44,3	41,6	35,9
10–20	28,5	32,0	30,5	33,5
20–30	27,4	23,7	27,9	30,6

Примечание: \* в скобках – последействие дозы фосфора в запас, внесенной в 1–2 ротациях.

Note: \* in brackets – an aftereffect of phosphorus added to the reserve in 1<sup>st</sup>–2<sup>nd</sup> rotations.

Таблица 3  
Влияние систем удобрения на величину рН<sub>ксл</sub> в период минимизации обработки почвы (2008–2016 гг.)  
Table 3  
Effect of fertilizer systems on the value pH salt in the period of minimizing tillage (2008–2016)

Варианты <i>Variants</i>	Минимизация, годы <i>Minimization, years</i>			Отклонение к контролю <i>Deviation to control</i> 2016	Среднее <i>Average</i>	Отклонение к исходной величине 6,2 <i>Deviation to initial value 6.2</i>
	2008	2012	2016			
Контроль, <i>Control</i>	5,16	5,14	5,47	–	5,26	–0,94
N100	5,01	5,12	5,37	–0,10	5,16	–1,04
P60	5,11	5,17	5,41	–0,06	5,23	–0,97
P120	5,20	5,20	5,45	–0,02	5,28	–0,92
N100P60	5,12	5,14	5,38	–0,09	5,22	–0,98
N100P120	5,13	5,14	5,32	–0,15	5,20	–1,00
HCP <sub>05</sub>				0,09		

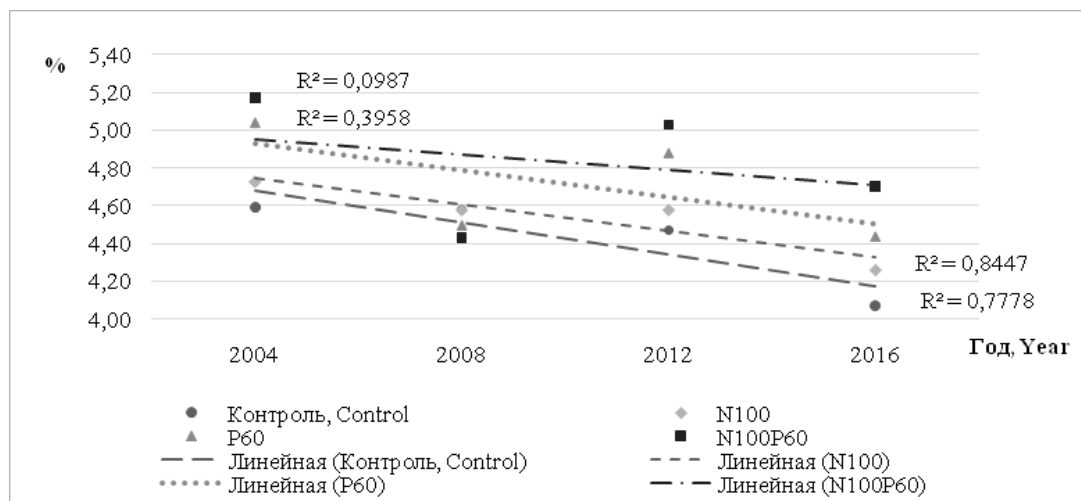


Рис. 3. Содержание в почве гумуса (по Тюрину) в зернопаровом севообороте в период минимизации обработки почвы, %  
 Fig. 3. Humus content Tyurin method in the grain-fallow crop rotation at the period of minimization of soil tillage, %

Наиболее заметное повышение кислотности почвы к уровню контроля наблюдалось в вариантах с применением азотного удобрения, которое в 2016 году было существенным при одностороннем внесении азота (на 0,10) и при совместном внесении азотно-фосфорных удобрений (на 0,9–0,15). На последствии фосфора в запас повышение кислотности проявилось сильнее (на 0,11–0,15).

В среднем за период минимизации в контроле  $pH_{KCl}$  была на уровне 5,26, моноазотная система повышала кислотность на 0,10. При внесении на азотном фоне P20 кислотность снижалась, превышая уровень контроля лишь на 0,04.

Почти 90 % пашни РФ имеют очень низкое и среднее содержание гумуса. Тенденция ухудшения гумусообразования в пахотном горизонте отмечалась и в зернопаровом севообороте [4]. Поступление 10,7 т/га пожнивно-корневых остатков было недостаточным для поддержания запасов гумуса, а заплата соломы стабилизировала гумусное состояние чернозема [8]. Внесение минеральных удобрений усиливало процессы минерализации органических веществ, что снизило содержание гумуса в слое 0–20 см и несколько повысило в подпахотном слое [9]. В связи с подорожанием туков в качестве органических удобрений рационально применять солому и пожнивно-корневые остатки. Их ежегодно накапливается около 120 млн. т, и они на 80 % состоят из соломы зерновых и зернобобовых культур [10]. По сравнению с естественной растительностью в агроценозе количество растительных остатков снижается. В десятипольном зернопаропропашном севообороте на обыкновенном черноземе их количество уменьшалось в 2,6–3,5 раза [11]. Удобрения изменяют урожайность основной, побочной продукции, пожнивно-корневых остатков и определяют количество органического вещества, способного послужить сырьем для новообразования гумуса [12].

С введением минимизации обработки почвы в зернопаровом севообороте за период 2004–2016 гг. произошло снижение содержания гумуса в почве (рис. 3). Это явление мы связываем со снижением урожайности пшеницы на стерневых фонах, а также с усилением минерализации новообразованного гумуса.

Расчет количества поступающей органики провели в Microsoft Excel с использованием уравнений регрессии Ф. И. Левина для определения количества растительных остатков. Новообразование гумуса определяли с использованием коэффициентов гумификации 0,15 для растительных остатков зерновых, 0,10 для кукурузы. Среднегодовое новообразование гумуса при минимизации в большинстве вариантов сократилось в 1,1–1,3 раза по сравнению с периодом со вспашкой. Это связано с заменой овса пшеницей и со снижением ее урожайности на фоне минимизации. Согласно расчетным данным, в вариантах N100 и N100P60 за год образовывалось гумуса 0,46 т/га, в варианте P20 – 0,42, в контрольном – 0,38 т/га.

Наиболее устойчивым к потерям гумуса был вариант с азотно-фосфорным удобрением в рекомендуемых дозах, что подтверждается расчетными методами. Доказано снижение содержания гумуса в контроле, а в варианте P60 оно выражено неявно.

Варианты N100 и N100P60 по интенсивности новообразования гумуса находились на одном уровне, но на рис. 3 показано устойчивое снижение его содержания при моноазотной системе. Это подтверждает усиление минерализации органического вещества под воздействием азотных удобрений.

**Выводы. Рекомендации.** Припосевное внесение P15–20 с течением времени существенно повышает запас подвижного фосфора в почве, переводя почву в группы с повышенным и высоким его содержанием. Его последствие позволяет некоторое время вносить только азотное удобрение.

Почва под опытом после 45 лет обработки остается слабокислой. Понижение  $pH_{KCl}$  на 0,92–1,04 произошло также в контрольном варианте, следовательно, в большей степени связано с влиянием обработки почвы. Рекомендуемые дозы удобрений снижали  $pH_{KCl}$  на 0,10–0,15 к контролю.

Совместное применение азотного и фосфорного удобрений повышало как урожайность культуры, так

и количество растительных остатков, что обусловило повышенное новообразование гумуса в благоприятные годы. Внесение под пшеницу одного азотного удобрения в складывающихся условиях не способствует устойчивому накоплению органического вещества и может постепенно снижать содержание гумуса в почве.

#### Литература

1. Сычев В. Г., Лунев М. И., Павлихина А. В. Современное состояние и динамика плодородия пахотных почв России // Плодородие. 2012. № 4. С. 5–7.
2. Афанасьев Р. А., Мерзлая Г. Е. Содержание подвижного фосфора в почвах при длительном применении удобрений // Агрохимия. 2013. № 2. С. 30–36.
3. Крючков А. Г., Елисеев В. И., Абдрашитов Р. Р. Динамика содержания подвижного фосфора в черноземе обыкновенном под посевом яровой твердой пшеницы в длительном стационарном опыте // Агрохимия. 2013. № 3. С. 32–35.
4. Моисеев А. Н., Еремин Д. И. Влияние севооборотов на фосфорный режим чернозема выщелоченного лесостепной зоны Зауралья // Аграрный вестник Урала. 2013. № 2. С. 4–6.
5. Уваров Г. И., Карабутов А. П. Изменения агрохимических свойств чернозема типичного при применении удобрений в длительном полевом опыте // Агрохимия. 2012. № 4. С. 14–20.
6. Синешечков В. Е., Ткаченко Г. И., Дудкина Е. А. Особенности мобилизации подвижного фосфора в черноземах выщелоченных при минимизации основной обработки // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2012. № 5. С. 5–10.
7. Еремин Д. И., Притчина Г. Д. Динамика кислотности чернозема выщелоченного под действием длительного использования органоминеральной системы удобрений в условиях лесостепной зоны Зауралья // Аграрный вестник Урала. 2012. № 10. С. 4–7.
8. Еремин Д. И. Стабилизация гумусного состояния пахотных черноземов лесостепной зоны Зауралья // Земледелие. 2014. № 1. С. 29–31.
9. Носко Б. С., Гладких Е. Ю. Экологические последствия применения высоких доз минеральных удобрений на черноземе типичном // Проблемы агрохимии и экологии. 2013. № 2. С. 32–37.
10. Русакова И. В. Воспроизводство плодородия почв на основе использования возобновляемых биоресурсов // Агрохимический вестник. 2013. № 4. С. 7–12.
11. Новиков А. А., Кисаров О. П. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозах // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 4. С. 1–10.
12. Каргин И. Ф., Каргин В. И., Игонов И. И. Изменение запасов гумуса в условиях длительного использования пашни // Российский научный мир. 2013. № 2. С. 104–113.

#### References

1. Lunev M. I. Current state and dynamics of arable land fertility in Russia // Plodorodie. 2012. № 4. P. 5–7.
2. Afanasev R. A., Merzlaya G. E. Content of available phosphorus in soils under long-term fertilization // Agrochemistry. 2013. № 2. P. 30–36.
3. Kryuchkov A. G., Eliseev V. I., Abdrashitov R. R. Dynamics of mobile phosphorus in ordinary chernozem under spring wheat in a long-term stationary experiment // Agrochemistry. 2013. № 3. P. 32–35.
4. Moiseev A. N., Eryomin D. I. The influence of crop rotation on the phosphorus mode of leached chernozem in the forest steppe zone of Trans-Urals // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. № 2. P. 4–6.
5. Uvarov G. I., Karabutov A. P. Changes in the agrochemical properties of fertilized typical chernozem in a long-term field experiment // Agrochemistry. 2012. № 4. P. 14–20.
6. Sineshchikov V. E., Tkachenko G. I., Dudkina E. A. Peculiarities of labile phosphorus mobilization in leached chernozem soils while minimizing basic cultivation // Siberian Herald of Agricultural Science. 2012. № 5. P. 5–10.
7. Yeryemin D. I., Pritchina G. D. Dynamics of acidity of leached chernozem under the extended use by organic mineral system of fertilizers in the conditions of a forest-steppe zone of Trans-Urals // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. № 10. P. 4–7.
8. Eremin D. I. Stabilization of humus condition of plowing chernozem soils of the forest-steppe zone of Trans-Urals // Zemledelie. 2014. № 1. P. 29–31.
9. Nosko B. S., Gladkikh E. Yu. Ecological consequences of high doses of mineral fertilizers application on chernozem typical // Problems of agrochemistry and ecology. 2013. № 2. P. 32–37.
10. Rusakova I. V. Reproduction of fertility of soils on the basis of use of renewed bioresources // Agrochemical Herald. 2013. № 4. P. 7–12.
11. Novikov A. A., Kisarov O. P. Statements for the role of root and aftermath residues in agrocenoses // Scientific Journal of KubSAU. 2012. № 4. P. 1–10.
12. Kargin I. F., Kargin V. I., Igonov I. I. Changing of humus funds under long-term exploitation of arables // Russian scientific world. 2013. № 2. P. 104–113.