

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЁМА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Х. С. Юмашев, И. А. Захарова, З. А. Брагина

Челябинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
п. Тимирязевский, Чебаркульский р-н, Челябинская обл., Россия
chniisx2@mail.ru

АННОТАЦИЯ. В статье представлены результаты научных исследований по влиянию длительного применения минеральных удобрений на плодородие выщелоченного чернозёма. За 25 лет прямого действия фосфорных удобрений в выщелоченном чернозёме содержание подвижного фосфора на удобренных фонах в начале опыта возросло с 67 мг/кг до 200 мг/кг на фоне максимальной дозы фосфорных удобрений (Р3). За последующие 25 лет последствия фосфорных удобрений в результате выноса элементов питания урожаем культур содержание в почве фосфора и калия заметно снизилось. Кислотность почвенного раствора возросла, что носит глобальный характер и не зависит от удобрений.

Ключевые слова: выщелоченный чернозём, минеральные удобрения, подвижный фосфор, обменный калий, кислотность.

Величина валовых сборов зерновых и кормовых культур неразрывно связана с увеличением объёмов применения минеральных и органических удобрений. Однако систематическое внесение минеральных удобрений сопровождается изменением всех показателей плодородия почв, в том числе и их физико-химических свойств. Физико-химические свойства почвы оказывают влияние не только непосредственно на рост и развитие растений, но и на превращение в почве удобрений [1,4].

Агрохимические исследования в ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» начали проводиться в 40-х годах прошлого столетия. На первом этапе исследования носили фрагментарный, реконгносцировочный характер в краткосрочных опытах, где эффективность удобрений оценивалась в основном по полученным прибавкам урожая, без увязки с плодородием почвы, погодными условиями и другими существенными факторами, влияющими на урожайность полевых культур.

На первый план выдвигалась задача установления состава и рациональных доз удобрений под ведущие зерновые культуры, а также эффективности основных элементов питания применительно к зональным особенностям региона. Однако в краткосрочных опытах в недостаточной мере учитывались факторы взаимодействия элементов питания и их запасы

в почве, а также взаимное влияние полевых культур и элементов питания при возделывании их в севооборотах. Ответ на эти вопросы могли дать только длительные стационары, где более полно характеризуется всё многообразие почвенно-климатических условий выращивания полевых культур.

С этой целью в 1972 году под руководством заслуженного агронома РФ Кушниренко Ю. Д. заложен длительный стационарный опыт по изучению влияния доз и соотношений удобрений при их систематическом внесении на продуктивность плодосменного севооборота и монокультур, который впоследствии был включен в реестр длительных опытов Геосети РФ. В 1993 году в данном стационаре произошла реконструкция, плодосменный севооборот был преобразован в зернопаротравяной. Схема стационарного опыта включает четыре уровня азота и четыре уровня фосфора. На вариантах со средними нормами азота и фосфора дополнительно вносится калий. Пространственная реализация схемы осуществляется в двух блоках с равной суммой эффектов в обоих блоках по принципу ортогональности.

За 25 лет систематического внесения фосфорных удобрений в выщелоченном чернозёме было внесено около 1000–3000 кг/га д.в. фосфора. В результате этого в почве произошли значительные изменения в обеспечен-

ности её подвижным фосфором. При внесении 1000 кг/га удобрения содержание доступного растениям фосфора возросло до 110 мг/кг почвы, при внесении 3000 кг/га – до 238 мг/кг. При этом затраты фосфора на повышение содержания подвижного фосфора на 1 мг/кг составили 18–31 кг/га. На фоне азотного удобрения затраты фосфорного удобрения на повышение содержания подвижного фосфора возрастали, что связано с большим выносом данного элемента питания из-за более высокого уровня урожайности в этих вариантах (таблица 1). За 52 года с момента закладки стационара содержание подвижного фосфора на контрольном варианте не изменилось, в то время как в вариантах с азотными удобрениями оно снизилось за счёт большего выноса урожаем культур севооборота: уровень снижения составил 6–18 мг/кг почвы. К 25 году исследований на фоне фосфорных удобрений содержание фосфора возросло на 42–171 мг/кг в зависимости от дозы удобрения.

После прекращения внесения удобрений за последующие 27 лет содержание подвижного фосфора на вариантах с малыми и средними дозами фосфора снизилось до уровня исходно-

го содержания. Только на фоне высокой дозы фосфора обеспеченность почвы фосфором оценивается как повышенная.

Длительный не восполняемый вынос калия за 52 года проведения исследований в стационарном опыте привёл к снижению содержания обменного калия в почве: на контрольном варианте на 7%; в вариантах с односторонним азотным питанием на 11–24%; в вариантах с фосфорными удобрениями на 6–22%; при азотно-фосфорном питании на 4–27% (таблица 2). При этом обеспеченность почвы обменным калием согласно шкалы Чирикова снизилась до средней.

В чернозёмных почвах с нестабильным водным режимом и ограниченным промачиванием подкисление под влиянием удобрений достигает значительных размеров, но наблюдается только в верхних (пахотном и подпахотном) слоях почвы [5].

В наших исследованиях наблюдения за динамикой изменения показателя обменной кислотности выщелоченного чернозёма за 52 года проведения исследований в длительном стационарном опыте показали значительное её изменение. Если исходная кислотность почвы на

Таблица 1. Фосфатный режим выщелоченного чернозёма при длительном применении и последствии минеральных удобрений в севообороте за 2023 г.

Вариант	Доза удобрения, кг/га д.в.		Внесено фосфора за 25 лет, кг/га	Исходное содержание фосфора, мг/кг	Содержание фосфора после 25 лет внесения, мг/кг	Затраты фосфора удобрений на повышение содержания на 1 мг/кг, кг	Содержание фосфора на 27 год последействия, мг/кг	Ежегодные потери фосфора, мг/кг
	азота	фосфора						
0	-	-	-	67	66	-	63	0,08*
N ₁	25	-	-	67	69	-	59	0,15*
N ₂	50	-	-	67	45	-	61	0,12*
N ₃	75	-	-	67	44	-	49	0,35*
P ₁	-	20	1000	67	109	24	91	0,67
P ₂	-	41	2000	67	132	31	81	1,89
P ₃	-	61	3000	67	238	18	126	4,15
N ₁ P ₁	25	20	1000	67	110	23	94	0,59
N ₂ P ₂	50	41	2000	67	96	69	54	1,56
N ₃ P ₃	75	61	3000	67	149	37	117	1,18

*Ежегодные потери фосфора из почвы за 52 года выноса урожаем культур севооборота

Таблица 2. Динамика содержания обменного калия в выщелоченном чернозёме при длительном применении и последствии минеральных удобрений в севообороте, 2023 г.

Вариант	Доза удобрения, кг/га д.в.		Исходное содержание обменного калия, мг/100г	Содержание обменного калия на 52 год проведения исследований мг/100 г	Потери обменного калия, мг/100г
	азота	фосфора			
O	-	-	11,0	10,2	0,8
N ₁	25	-	11,0	9,8	1,2
N ₂	50	-	11,0	8,8	2,2
N ₃	75	-	11,0	8,4	2,6
P ₁	-	20	11,0	9,8	1,2
P ₂	-	41	11,0	10,4	0,6
P ₃	-	61	11,0	8,6	2,4
N ₁ P ₁	25	20	11,0	10,6	0,4
N ₂ P ₂	50	41	11,0	8,2	2,8
N ₃ P ₃	75	61	11,0	8,0	3,0

Таблица 3. Динамика изменения обменной кислотности выщелоченного чернозёма при длительном применении и последствии минеральных удобрений в севообороте, 2023 г.

Вариант	Доза удобрения, кг/га д.в.		Исходное содержание обменного калия, мг/100 г. 1971 г	Обменная кислотность почвы		
	азота	фосфора		1991 г.	2011 г.	2023 г.
O	-	-	6,2	5,7	5,6	5,3
N ₁	25	-	6,2	5,6	5,5	5,3
N ₂	50	-	6,2	5,5	5,3	5,3
N ₃	75	-	6,2	5,5	5,3	5,0
P ₁	-	20	6,2	5,6	5,5	5,5
P ₂	-	41	6,2	5,8	5,6	5,6
P ₃	-	61	6,2	5,6	5,4	5,4
N ₁ P ₁	25	20	6,2	5,7	5,4	5,4
N ₂ P ₂	50	41	6,2	5,5	5,3	5,0
N ₃ P ₃	75	61	6,2	5,7	5,2	5,2

опытном участке оценивалась как нейтральная, то на 52 год проведения исследований кислотность почвенного раствора по всем представленным вариантам возросла, и степень кислотности оценивается как слабокислая. Длительное внесение азотного удобрения в дозе 75 кг/га д.в. приводит к ещё большему подкислению почвенного раствора (таблица 3).

Изменение кислотности почвы на контрольном варианте, где на протяжении 52 лет культуры возделываются без применения удо-

брений, на наш взгляд, обусловлено факторами техногенного характера, а именно выбросами загрязняющих веществ от промышленных предприятий и кислотными дождями [6, 7].

Таким образом, результатами исследований установлено, что длительное внесение минеральных удобрений приводит к изменению обеспеченности почвы основными макроэлементами, в частности фосфором и калием, а также к подкислению почвенного раствора.

CHANGES IN THE FERTILITY OF LEACHED CHERNOZEM DURING LONG-TERM APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

Kh. S. Yumashev, I. A. Zakharova, Z. A. Bragina

*Chelyabinsk Research Institute of Agriculture,
pos. Timiryazevskii, Chelyabinsk oblast, Chebarkul'skii raion, Russia
chniisx2@mail.ru*

ABSTRACT. Abstract. The article presents the results of scientific research on the effect of long-term use of mineral fertilizers on the fertility of leached chernozem. Over 25 years of direct action of phosphorus fertilizers in leached chernozem, the content of available phosphorus on fertilized backgrounds at the beginning of the experiment increased from 67 mg/kg to 200 mg/kg against the background of the maximum dose of phosphorus fertilizers (P3). Over the next 25 years of the aftereffect of phosphorus fertilizers, as a result of the removal of nutrients by crop harvests, the content of phosphorus and potassium in the soil decreased noticeably. The acidity of the soil solution has increased, which is global in nature and does not depend on fertilizers.

Keywords: *leached chernozem, mineral fertilizers, mobile phosphorus, exchangeable potassium, acidity*

Литература

- 1 Кирюшин В. И. Агрономическое почвоведение. – Москва: Колос, 2010. 687 с.
- 2 Иванов А. Л. и др. Агрохимический цикл фосфора. – Москва: Россельхозиздат, 2010. 512 с.
- 3 Гамзиков Г. П. Агрохимия азота Сибирских почв при длительном применении удобрений // Материалы всероссийской конференции учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями 26–27 июня 2012 года «Состояние и пути повышения эффективности следований в системе Географической сети опытов с удобрениями». Под редакцией академика РАСХН В. Г. Сычева – М.: ВНИИА, 2012. С. 7–10.
- 4 Х. С. Юмашев, И. А. Захарова // Влияние минеральных удобрений на плодородие выщелоченного чернозёма и продуктивность культур севооборота / Материалы Международной научной конференции, посвященной 90-летию ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» и 80-летию Географической сети опытов с удобрениями / Под ред. С. И. Шкуркина. – Москва: ВНИИ агрохимии, 2022. С. 237–251.
- 5 Х. С. Юмашев // Изучение влияния длительного применения удобрений на урожай культур, продуктивность севооборота пашни / Стратегические ориентиры на импортозамещение в АПК Челябинской области: сб. тез. выступлений науч.-практ. конф. в рамках мероприятий обл. с.-х. выставки Челябинской области «День поля – 2023» (21–22 июля 2023 г.) – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та. 2023. С. 58–59.
- 6 Кушниренко Ю. Д. // К вопросу о трансформации физико-химических свойств зональных почв Южного Урала / Производство зерна и кормов в агроландшафтном земледелии: агрохимические, экономические и экологические аспекты. Сб. / Сост. Ю. Д. Кушниренко. – Миасс: Геотур, 1999. С. 59–80.
- 7 Захарова И. А., Юмашев Х. С. Изменение гумусного состояния чернозёмных почв Челябинской области в результате сельскохозяйственного использования // Вестник КрасГАУ. 2022. № 2 (179). С. 3–11.