

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ВНЕСЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ И НАВОЗА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ГРЕЧИХИ

В.Г. Небытов, к.б.н., А.В. Николаев, к.с.-х.н.,

Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция ВНИИЗБК

Показано, что длительность последствия фосфорных удобрений и навоза на фосфатное состояние почвы и урожай зерна гречихи в многолетних стационарных полевых опытах определяли дозами суммарно внесенных за 1912–1949 гг. удобрений и количеством лет, прошедших после прекращения их внесения.

Ключевые слова: длительный полевой стационарный опыт, суперфосфат, фосфоритная мука, навоз, последствие удобрений, агрохимические свойства, гречиха.

В научном обосновании внедрения в практику агротехнических приемов возделывания гречихи большое значение имели исследования, проведенные на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции, в том числе с применением удобрений. Впервые отзывчивость гречихи на удобрения была изучена на опытной станции в 1899–1908 гг. В.В. Винером. В полевых опытах установлено, что фосфорные и калийные удобрения существенно повышали урожайность зерна культуры [1]. В опытах 1926–1930 гг. показана возможность применения под гречиху фосфоритной муки (P_{45}) [7] и обнаружена ее эффективность (P_{90}) в последствии [4]. В опытах В.П. Орлова установлено одинаковое влияние на урожайность гречихи сорта Богатырь фосфоритной муки (P_{45}) и суперфосфата (P_{45}) [5]. Г.В. Копелькиевский показал положительное влияние фосфорных удобрений на нектаропродуктивность растений гречихи [3]. Необходимым условием учета полного эффекта фосфорных удобрений и навоза являются не только установление их влияния на непосредственно удобряемые культуры, но и выявление эффективности их последствия на последующих культурах севооборота [2, 4]. Продолжительность эффекта фосфоритной муки в последствии следует учитывать в многолетних полевых опытах на таких культурах, как гречиха с повышенной способностью ее корней поглощать труднодоступные формы фосфатов [6].

Цель исследований – оценить длительность и различия последствия внесенных разными приемами суперфосфата, фосфоритной муки и навоза на изменения агрохимических свойств почвы, содержание фосфора в листьях в период вегетации и прибавки урожая зерна гречихи.

Методика. Исследования проводили в полевых стационарных опытах Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции. Полевой опыт был заложен в 1899 г., где до 1912 г. изучали влияние агротехнических приемов на урожайность культур шестипольного севооборота и свойства почвы по фону чистого и навозного (36 т/га) пара. В 1912 г. А. Н. Лебединцев разделил севооборот на навозное и фосфатное трехполье. В опыте «Обогащение почвы навозом», развернутом на 1–3 полях севооборота, навоз (36 т/га) вносили в чистом пару с разной периодичностью: в каждую ротацию севооборота (H^3), через одну (H^6) и через две (H^9). Суммарно внесено навоза за 1901–1948 гг., т/га: 512 (H^3), 292 (H^6), 220 (H^9) и суперфосфата за 1912–1946 г. – 540 P_2O_5 кг/га. Опыт «Обогащение почвы фосфатами» был развернут на 4–6 полях прежнего севооборота, где суперфосфат (P_{45}) и фосфоритную муку (P_{135}) кг/га P_2O_5 вносили ежегодно и один (P_{45} и P_{135}) или 2 раза (P_{135}) в соответствующие ротации трехпольного севооборота отдельно и по навозу (18 т/га). Общая площадь делянки с фосфорными удобрениями – 144 м², на фоне навоза – 288 м². Суммарно было внесено: (1901–1949 гг.) – 292 т/га навоза, (1912–1949 гг.) – 1665, 540 P_2O_5 кг/га суперфосфата, –

4275, 1440 P_2O_5 кг/га фосфоритной муки. С 1949 по 2006 г. изучали последствие удобрений. Повторность опыта – 2-кратная, контрольных делянок и с отдельным внесением P_{45} – 3-кратная. В почвенных образцах определяли: содержание гумуса по Тюрину, подвижный фосфор и калий – по Чирикову, рН_{сол.} – потенциометрически; гидролитическую кислотность – по Каппену.

Результаты и их обсуждение. В условиях трехпольных севооборотов фосфатного и навозного полей на контрольных делянках отмечалась по годам устойчиво низкая обеспеченность почвы подвижным фосфором. Это свидетельствует о буферной способности выщелоченного чернозема поддерживать его стабильный (по Чирикову) низкий уровень – 25–37 мг/кг (табл. 1).

1. Влияние последствия удобрений на содержание подвижного фосфора

Вариант опыта (суммарно внесено с 1901 по 1949 гг.)	Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см, мг/кг			
	1986 г.	1990 г.	1997 г.	2006 г.
<i>Полевой опыт «Обогащение почвы фосфатами»</i>				
Контроль	27	25	26	31
Р _с 1665 кг/га	123	36	35	43
Р _с 540 кг/га	36	21	27	31
Р _ф 4275 кг/га	161	109	99	50
Р _ф 1440 кг/га	106	83	86	42
Навоз, 292 т/га	44	23	25	35
Р _с 1665 кг/га + навоз, 292 т/га	124	34	27	50
Р _с 540 кг/га + навоз, 292 т/га	73	24	26	42
Р _ф 4275 кг/га + навоз, 292 т/га	190	108	72	46
Р _ф 1440 кг/га + навоз, 292 т/га	109	99	71	33
<i>Полевой опыт «Обогащение почвы навозом»</i>				
Контроль	32	26	31	37
Навоз, 512 т/га	39	29	31	39
Навоз, 292 т/га	34	28	39	36
Навоз, 220 т/га	27	26	30	32
Р _с 540 кг/га	35	28	41	38
Навоз, 512 т/га + Р _с 540 кг/га	46	36	39	41
Навоз, 292 т/га + Р _с 540 кг/га	43	36	37	38
Навоз, 220 т/га + Р _с 540 кг/га	34	27	31	38

Различное содержание подвижного фосфора по вариантам последствия внесенных разными способами суперфосфата, фосфоритной муки и навоза определило неодинаковую 37–48-летнюю длительность последствия удобрений на фосфорное питание растений гречихи. В полевом опыте «Обогащение почвы фосфатами» под влиянием последствия суммарно внесенной дозы фосфоритной муки Р_ф 4275 кг/га длительное время (1986–1997 гг.) в пахотном слое формировался высокий (161), повышенный (109) и средний (99 мг/кг) уровень содержания подвижного фосфора. В варианте последствия Р_ф 1440 кг/га содержание фосфора по этим годам было меньше – 106; 83 и 86 мг/кг соответственно. В условиях последствия суперфосфата Р_с 1665 кг/га содержание подвиж-

ного фосфора в почве составляло, соответственно, 123; 36 и 45 мг/кг. По мере увеличения числа лет после прекращения внесения удобрений содержание подвижного фосфора в вариантах последствий внесенных разными способами суперфосфата и фосфоритной муки снижалось. Если в 1986 г. в вариантах последствий суперфосфата Рс 1665 кг/га и фосфоритной муки Рф 4275 кг/га содержание в почве подвижного фосфора достигало, соответственно, 123 и 161 мг/кг, то через 20 лет (2006 г.) оно снизилось до 43 и 50 мг/кг.

В полевом опыте «Обогащение почвы навозом» не обнаружено существенных различий в содержании подвижного фосфора в почве от последствий доз навоза 512; 292 и 220 т/га. В варианте последствий 512 т/га навоза по фону Рс 540 кг/га содержание подвижного фосфора составило 46 мг/кг. Поскольку в вариантах (Рс 540 кг/га и 292 т/га навоза) полевых опытов «Обогащение почвы фосфатами» и «Обогащение почвы навозом» внесены суммарно одинаковые дозы суперфосфата и навоза, то были нивелированы различия в содержании подвижного фосфора в этих вариантах опытов. В условиях 1986 г. от последствий доз суперфосфата Рс 540 кг/га и 292 т/га навоза в сравниваемых вариантах полевых опытов было почти одинаковое содержание подвижного фосфора: 36; 44 и 35; 34 мг/кг. В 1990-2006 гг. последствия 512; 292 и 220 т/га навоза и суперфосфата Рс 540 кг/га не оказало заметного влияния на содержание в почве подвижного фосфора, что и объясняет отсутствие существенных прибавок урожая зерна гречихи. С 1990 по 2006 гг. по отношению к контролю наблюдалась общая тенденция отсутствия изменений в содержании гумуса, общего углерода и валового азота, рН, гидролитической кислотности, содержания кальция и магния в вариантах последствий навоза и фосфорных удобрений. Полученные данные позволили установить, что растения гречихи в 1990 г. реагировали по фазам развития на последствия суперфосфата и фосфоритной муки в зависимости от суммарного количества внесенных удобрений за 1901–1949 гг. В 1990 г. под влиянием последствий суперфосфата Рс 1665 кг/га и фосфоритной муки Рф 4275 кг/га содержание фосфора в листьях гречихи в фазе бутонизации было выше, чем на контроле на 0,05 и 0,06%. Аналогичная зависимость эффективности последствий внесенных доз суперфосфата Рс 1665 кг/га и фосфоритной муки Рф 4275 кг/га отмечалась и на фоне 292 т/га навоза, содержание фосфора в листьях гречихи превышало контроль на 0,07%. В фазе цветения растения гречихи более интенсивно, чем в фазе бутонизации использовали остаточный фосфор в варианте последствий фосфоритной муки Рф 4275 кг/га. Содержание фосфора в листьях гречихи возрастало на 0,11%. Делянки с последствием фосфоритной муки Рф 4275 кг/га и Рф 4275 кг/га на фоне 292 т/га навоза в фазе бутонизации отличались от контрольных лучшим развитием вегетативной массы гречихи. В вариантах последствий суммарно внесенных доз фосфоритной муки Рф 1440 кг/га, суперфосфата Рс 1665 кг/га на фоне 292 т/га навоза, содержание фосфора в листьях гречихи в фазе цветения было больше, чем на контроле на 0,06%. В полевом опыте «Обогащение почвы навозом» не обнаружено в 1990-2006 гг. существенных различий в содержании фосфора в листьях гречихи от последствий доз навоза 512; 292 и 220 т/га и суперфосфата Рс 540 кг/га.

Последствия суперфосфата и фосфоритной муки, создавших в почве более высокий уровень содержания подвижного фосфора, обнаруживалось по прибавкам урожая зерна гречихи в 1986 и 1990 г., тем сильнее, чем больше было внесено их суммарно за период 1912–1949 гг. (табл. 2).

В полевом опыте «Обогащение почвы фосфатами» обнаружена тесная связь между урожайностью гречихи и содержанием подвижного фосфора в 1986 и 1990 гг. в вариантах последствий фосфорных удобрений, коэффициенты корреляции находились в интервале $r=0,68-0,72$. Более длительное последствие фосфоритной муки в вариантах Рф 4275 кг/га и Рф 4275 кг/га на фоне последствий 292 т/га навоза наблюдалось в 1986 и 1990 гг., прибавки урожайности зерна гречихи составили – 1,62; 1,12 и 0,10; 0,11 т/га. В варианте после-

действия Рф 1440 кг/га прибавка урожайности гречихи 1,17 т/га была учтена в 1986 г. Последствие суперфосфата Рс 540 кг/га учтено лишь в 1986 г., прибавки урожайности составили 0,79 т/га. Различия в последствиях между суммарно внесенными дозами фосфоритной муки Рф 4275 кг/га и Рф 1440 кг/га, а также суперфосфата Рс 1665 кг/га и Рс 540 кг/га были незначительными. Последствие фосфоритной муки в дозе Рф 4275 кг/га и 292 т/га навоза обеспечило существенное повышение урожая зерна гречихи в 1986 г. по сравнению с вариантом последствий Рф 1440 кг/га – на 0,23 т/га. В опыте «Обогащение почвы навозом» последствия доз навоза 512; 292 и 220 т/га было менее длительным и проявилось в условиях 1986 г. прибавками зерна гречихи (1,08, 0,90 и 0,88 т/га). На фоне последствий 540 кг/га суперфосфата и навоза 512 т/га прибавка зерна гречихи составила 1,10 т/га.

Под влиянием последствий суммарно внесенной дозы фосфоритной муки Рф 4275 кг/га отмечена тенденция к повышению содержания фосфора в зерне и соломе гречихи в 1986 и 1990 гг. В зерне гречихи в 1986 г. под влиянием суммарно внесенных доз фосфоритной муки Рф 4275 кг/га и Рф 1440 кг/га, а также суперфосфата Рс 1665 кг/га и Рс 540 кг/га содержание фосфора повысилось по сравнению с контролем на 0,02-0,03%. Зерно гречихи урожая 1986 г. имело высокое качество: масса 1000 семян – 28-29 г, натура – 591-607 г/см³, выравненность – более 99%. В последующие годы (1990-2006) проявилась тенденция к ослаблению влияния последствий удобрений на содержание фосфора в зерне и соломе гречихи.

2. Урожайность зерна гречихи под влиянием последствий удобрений, т/га

Вариант опыта (внесено с 1901 по 1949 г.)	1986 г.	1990 г.	1997 г.	2006 г.
	Богатырь	Баллада	Баллада	Дикуль
<i>Полевой опыт «Обогащение почвы фосфатами»</i>				
Контроль	1,49	1,09	2,01	1,65
Рс, 1665 кг/га	2,42	1,12	2,01	1,59
Рс, 540 кг/га	2,28	1,13	2,04	1,62
Рф, 4275 кг/га	2,61	1,19	2,07	1,69
Рф, 1440 кг/га	2,66	1,16	1,99	1,62
Навоз, 292 т/га	2,47	1,15	1,97	1,58
Рс, 1665 кг/га + навоз, 292 т/га	2,40	1,17	2,08	1,71
Рс, 540 кг/га + навоз, 292 т/га	2,41	1,15	2,03	1,69
Рф, 4275 кг/га + навоз, 292 т/га	2,74	1,20	2,07	1,74
Рф, 1440 кг/га + навоз, 292 т/га	2,51	1,16	1,98	1,68
НСР ₀₅	0,22	0,09	н/с	н/с
<i>Полевой опыт «Обогащение почвы навозом»</i>				
Контроль	1,50	1,09	2,01	1,65
Навоз, 512 т/га	2,58	1,12	2,01	1,59
Навоз, 292 т/га	2,40	1,13	2,04	1,62
Навоз, 220 т/га	2,38	1,11	2,07	1,69
Рс, 540 кг/га	2,43	1,18	1,99	1,62
Навоз, 512 т/га + Рс, 540 кг/га	2,60	1,15	1,97	1,58
Навоз, 292 т/га + Рс, 540 кг/га	2,47	1,19	2,08	1,71
Навоз, 220 т/га + Рс, 540 кг/га	2,41	1,15	2,03	1,69
НСР ₀₅	0,08	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅

Выводы. 1. Различные запасы подвижного фосфора по вариантам последствий суммарно внесенных за 1901–1949 гг. разных доз суперфосфата Рс 540 и Рф 1665 кг/га и фосфоритной муки Рф 1440 и Рф 4275 кг/га создали неодинаковую 37-48-летнюю продолжительность влияния удобрений на фосфорное питание растений и урожай гречихи.

2. Длительное последствие суммарно внесенной за 1912–1949 гг. дозы Рф 4275 кг/га фосфоритной муки обнаруживалось через 41 год в виде прибавки урожая зерна гречихи – 0,10 т/га, увеличения на 84 мг/кг содержания в почве подвижного фосфора. Последствие доз фосфоритной муки Рф 1440 кг/га и суперфосфата Рс 540 и Рс 1665 кг/га было учтено спустя 37 лет существенными прибавками урожая зерна гречихи – 1,17; 0,79 и 0,93 т/га и увеличением содержания подвижного фосфора в почве до 106; 36 и 123 мг/кг. Длительное последствие суммарно внесенных за 1912–1949 гг. доз навоза 512; 292 и 220 т/га проявилось спустя 37 лет в виде прибавок урожая зерна гречихи (1,08; 0,90 и 0,82 т/га).

3. В условиях трехпольных севооборотов навозного и фосфатного полей на контрольных делянках в пахотном слое чернозема выщелоченного тяжелосуглинистого в течение 20-лет отмечалось по годам устойчиво низкое (25–37 мг/кг) содержание подвижного фосфора; не обнаружено по годам снижения урожайности зерна гречихи и фосфатного истощения почвы.

Литература

1. Винер В.В. Отчет Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции за 1899 – 1900 годы. Опытное поле.- СПб, 1906. – С. 147 – 186.
2. Дышко В.Н. Последствие фосфоритной муки в севообороте // Плодородие.- 2003.- № 4.- С. 18.
3. Копелькиевский Г.В. Нектаропродуктивность некоторых энтомофильных растений при разных запасах влаги в почве и удобрениях. XX Международный конгресс по пчеловодству.- М.: Колос, 1965.- С. 152-160.
4. Краткие итоги работ Шатиловской государственной селекционной станции за 50 лет.- Орел, 1951.- С. 145 – 147.
5. Лебедянец А.Н. Избранные труды.- М.: Сельхозгиз, 1960.- 658 с.
6. Орлов В.П. Сравнительное действие фосфоритной муки и суперфосфата на урожай гречихи // Сб. научно – исследовательских работ Орловской государственной с.- х. опытной станции, 1966.- С. 70–79.
7. Столетова, Е.А. Гречиха.- Л.: Государственное изд-во с.-х. литературы, 1952. – 180 с.
8. Шевелев М.П. О применении фосфорита на выщелоченных и деградированных черноземах // Удобрения и урожай. - 1931. - №7. - С. 34-36.

AFTEREFFECT OF DIFFERENTLY APPLIED PHOSPHORIC FERTILIZERS AND MANURE ON THE AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL AND THE YIELD OF BUCKWHEAT

V.G. Nebytov, A.V. Nikolaev

Shatilovo Agricultural Experimental Station, All-Russian Research Institute of Grain Legumes and Cereal Crops, Russian Academy of Agricultural Sciences, Shatilovo, Novoderen'kovo raion, Orel oblast, 303623 Russia, E-mail: nebuytov@yandex.ru

The total residual effect of phosphoric fertilizers and manure on the phosphate status of leached chernozem and the yield of buckwheat grain in long-term stationary experiments has been found to be determined by the rates of fertilizers applied during 1912–1949 and the time elapsed after the last application.

Keywords: long-term stationary experiment, superphosphate, phosphorite meal, aftereffect of fertilizers, agrochemical parameters, buckwheat.