

# ОПТИМИЗАЦИЯ ДОЗ АЗОТНЫХ И ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ ПОВОЛЖЬЯ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ФОСФОРА

**М.П. Чуб, д.с.-х.н., В.В. Пронько, д.с.-х.н., Т.М. Ярошенко, к.с.-х.н., Н.Ф. Климова, к.с.-х.н.,  
Д.Ю. Журавлев, к.с.-х.н., НИИСХ Юго-Востока**

*Обобщены многолетние (1968-2014 гг.) результаты стационарных и краткосрочных полевых опытов с удобрением озимой пшеницы, яровой пшеницы, ячменя, овса, проса, зернобобовых культур и кукурузы на зеленую массу. Исследования проводились на обыкновенных и южных черноземах Поволжья. Определены оптимальные дозы азотных и фосфорных удобрений, обеспечивавшие максимальные прибавки урожаев изучаемых культур и самую высокую окупаемость 1 кг д.в. удобрений. Установлены количественные параметры изменения доз азотных и фосфорных удобрений в зависимости от обеспеченности почвы нитратным азотом и доступным фосфором перед посевом сельскохозяйственных культур.*

**Ключевые слова:** удобрения, азот, фосфор, черноземы, питательные вещества почвы.

В современных условиях ведения сельского хозяйства рациональное использование минеральных удобрений приобретает особую актуальность. В связи с этим, безусловный интерес представляет возможность оптимизации доз удобрений в зависимости от агрохимических свойств почв [1-3].

Черноземные почвы Саратовской области сформировались на различных материнских породах в неодинаковых условиях увлажнения и характера растительности. Поэтому одни и те же подтипы черноземов заметно различаются по агрохимическим свойствам, в частности по запасам доступных для растений соединений фосфора. Так, в пределах Донской равнины типичные и обыкновенные черноземы имеют низкую обеспеченность фосфором на 22 % площади почв, среднюю – на 60 и высокую – на 18%. Обыкновенные черноземы Приволжской возвышенности имеют в основном более благоприятный фосфатный режим: среднюю обеспеченность фосфором на 65% площади, высокую – на 27, низкую – на 8% почв этого района. У южных черноземов Приволжской возвышенности и Сыртового Заволжья на 58% площади пахотных почв отмечается низкая обеспеченность, средне обеспечены 30% и лишь 12% имеют высокие запасы доступных фосфатов [4, 5]. Такие колебания в запасах доступных фосфатов требуют корректировки не только количества вносимых фосфорных удобрений, но и оптимизации доз азота и фосфора для различных сельскохозяйственных культур.

Цель исследований – определить оптимальные дозы азотных и фосфорных удобрений для озимой и яровой пшеницы, ячменя, овса, проса, кукурузы на зеленую массу и зернобобовых культур, возделываемых в Поволжье на черноземах с различной обеспеченностью доступным для растений фосфором.

**Методика.** Для решения поставленных задач использовали результаты длительного (1968-2014 гг.) стационарного опыта, расположенного в НИИСХ Юго-Востока на черноземе южном. Основная их часть ранее опубликована в научной литературе [6, 7]. Были также привлечены материалы краткосрочных полевых опытов

с вышеуказанными культурами, которые проводились по заданиям и программам Географической сети опытов с удобрениями на черноземах обыкновенных (ОПХ «Елизаветинское» Аткарского района, ОПХ «Красавское» Самойловского района, Аркадакская сельскохозяйственная опытная станция) в 1978-1991 гг. Для уточнения размера выноса азота и фосфора и определения оптимального уровня возврата азота с удобрениями использовали ежегодные статистические отчеты по урожайности перечисленных хозяйств и агрохимические картограммы, составленные Саратовской проектно-изыскательной станцией химизации (ныне САС «Саратовская»). Результаты опытов сгруппировали по содержанию в изучаемой почве доступного фосфора и минерального азота ( $N - NO_3$  и сумма  $N - NO_3 + N - NH_4$ ) по следующим градациям: очень низкое и низкое; среднее; повышенное; высокое. В сумме на двух подтипах почв (чернозем обыкновенный и южный) было сформировано 32 агрохимических фона. Они позволили получить 864 показателя по таким важнейшим параметрам как урожайность культур, прибавка от удобрений и окупаемость урожаем зерна 1 кг д.в. удобрений, обобщение и анализ которых положены в основу настоящей статьи.

В полевых опытах (в длительном и краткосрочных) перед посевом сельскохозяйственных культур в слое 0-40 см отбирали пробы почвы, в которых определяли содержание нитратного азота (с ионоселективным электродом), обменного аммония (с реактивом Несслера) и доступного фосфора: в обыкновенных черноземах – по Чирикову, в южных – по Мачигину [8].

Закладку полевых опытов, проведение наблюдений, исследований, учет урожая, статистическую обработку результатов осуществляли по общепринятым методикам [9].

**Результаты и их обсуждение.** В опытах с озимой пшеницей, размещаемой по хорошо обработанному чистому пару (28 опыто-лет), ко времени ее посева в слое 0-40 см накапливалось свыше 15 мг/кг нитратного азота (71 кг/га). В силу этого на черноземах обыкновенных в условиях оптимального увлажнения со средним гидротермическим коэффициентом (ГТК) свыше 0,90 оптимальные дозы минеральных удобрений составили  $N_{30}P_{40}$  и  $N_{30}P_{20}$ . Они обеспечили самую высокую окупаемость 1 кг д.в. удобрений. На южных черноземах, где дефицит атмосферной влаги выражен более отчетливо (ГТК в среднем 0,75), урожайность зерна даже на чистых парах была ниже, а прибавки урожая и окупаемость 1 кг д.в. удобрений оставались достаточно высокими (табл. 1). Из таблицы 1 также видно, что оптимальные и повышенные запасы элементов питания в предпосевной период позволяли снижать дозы азотных и фосфорных удобрений, и это не сказывалось отрицательно на продуктивности озимой пшеницы, а окупаемость 1 кг д.в. минеральных удобрений при этом, как правило, возрастала.

# 1. Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой и яровой пшеницы

1. Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой и яровой пшеницы																		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		N- NO <sub>3</sub>	Озимая пшеница по чистому пару				Озимая пшеница по занятому пару				Яровая мягкая пшеница				Яровая твердая пшеница			
мг/кг			вариант	1	2	3	вариант	1	2	3	вариант	1	2	3	вариант	1	2	3
Чернозем обыкновенный (ср. ГТК - 0,90)																		
<50	<6	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	4,09	0,50	4,2	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub>	3,43	1,46	10,4	N <sub>80</sub> P <sub>40</sub>	3,45	0,72	6,0	N <sub>80</sub> P <sub>40</sub>	2,12	0,41	3,4	
	>16	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	4,16	0,57	6,3	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub>	2,71	0,74	7,4	P <sub>60</sub>	3,00	0,27	4,5	P <sub>60</sub>	1,98	0,27	4,5	
50- 100	<6	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub>	4,12	0,53	5,3	N <sub>80</sub> P <sub>40</sub>	3,58	1,61	11,5	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub>	3,55	0,82	8,2	N <sub>80</sub> P <sub>20</sub>	2,07	0,36	3,6	
	>16	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	4,10	0,51	7,3	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	3,16	1,19	17,0	P <sub>40</sub>	2,95	0,22	5,5	P <sub>40</sub>	1,92	0,21	5,3	
>151	<6	N <sub>40</sub>	3,84	0,25	6,3	N <sub>90</sub>	3,06	1,09	12,1	N <sub>60</sub>	3,09	0,24	4,0	N <sub>60</sub>	2,03	0,32	5,3	
	>16	N <sub>30</sub> P <sub>20</sub>	4,08	0,49	9,8	N <sub>40</sub>	2,89	0,92	23,0	N <sub>30</sub> P <sub>20</sub>	3,21	0,48	9,6	N <sub>30</sub>	2,01	0,30	10,0	
Чернозем южный (ср. ГТК - 0,75)																		
<15	<6	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	2,36	0,45	5,0	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub>	1,55	0,27	2,7	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub>	2,01	0,71	7,1	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub>	1,57	0,31	3,9	
	>16	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	2,31	0,40	5,7	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	1,64	0,36	4,0	P <sub>60</sub>	1,61	0,31	5,2	P <sub>40</sub>	1,43	0,17	4,3	
16- 30	<6	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub>	2,43	0,52	7,4	N <sub>40</sub> P <sub>40</sub>	1,52	0,24	3,0	N <sub>60</sub> P <sub>20</sub>	1,82	0,52	6,5	N <sub>60</sub> P <sub>15</sub>	1,61	0,35	4,7	
	>16	P <sub>20</sub>	2,22	0,31	15,5	N <sub>30</sub>	1,57	0,29	9,7	N <sub>30</sub> P <sub>20</sub>	1,71	0,41	8,2	P <sub>30</sub>	1,47	0,21	7,0	
>46	<6	N <sub>30</sub> P <sub>20</sub>	2,31	0,40	8,0	N <sub>60</sub>	1,62	0,34	5,7	N <sub>60</sub>	1,76	0,46	7,7	N <sub>60</sub>	1,59	0,33	5,5	
	>16	N <sub>30</sub> P <sub>20</sub>	2,51	0,60	12,0	N <sub>30</sub>	1,54	0,26	8,7	N <sub>30</sub>	1,68	0,38	12,7	N <sub>30</sub>	1,57	0,31	10,3	

Примечание. 1 – урожайность зерна в варианте с удобрениями, т/га; 2 – прибавка от удобрений, т/га; 3 – окупаемость 1 кг д. в. удобрений, кг зерна.

Что касается фосфорных удобрений, то их дозы в чистом пару зависели от обеспеченности почвы доступными фосфатами и от гидротермических условий: низкая обеспеченность фосфором способствовала лучшей эффективности фосфорных удобрений. При усилении дефицита влаги, которое характерно для черноземов южных, их оптимальные дозы снижались.

Совершенно иные условия в посевах озимой пшеницы, размещаемой по занятым парам и непаровым предшественникам (10 опыто-лет). Практически во все годы исследований на таких полях перед посевом отмечались низкие и очень низкие запасы минерального азота (нитратного и аммонийного). Поэтому для повышения продуктивности озимой пшеницы после таких предшественников целесообразно вносить N<sub>80-90</sub> на обыкновенном черноземе и N<sub>40-60</sub> – на южном.

Следует также отметить, что в засушливой степи на южных черноземах повышение дозы фосфора до P<sub>60</sub> давало положительный эффект только на почвах с низким и очень низким содержанием доступных фосфатов и с хорошей обеспеченностью азотом. При высокой и очень высокой обеспеченности почвы доступным фосфором внесение фосфорных удобрений под озимую пшеницу по непаровым предшественникам не имело особого эффекта как на обыкновенных, так и южных черноземах.

Яровую мягкую пшеницу изучали в течение 36 опыто-лет. На обыкновенных и южных черноземах оптимальные дозы азотных удобрений изменялись от N<sub>60</sub> до N<sub>30</sub> в зависимости от обеспеченности почвы нитратным азотом (см. табл. 1). Следует также отметить, что при добавлении к фосфорным удобрениям азота повышались не только прибавки урожая, но и окупаемость 1 кг д.в. удобрений. Под яровую твердую пшеницу, как показали результаты 12 опыто-лет, при одной и той же обеспеченности растений N-NO<sub>3</sub> в допосевной период целесообразнее вносить повышенные (по сравнению с яровой мягкой пшеницей) дозы азотных удобрений. Фосфорные удобрения показывали достоверный прирост урожая зерна только при очень низкой и низкой обеспеченности почв фосфатами. На южных черноземах положительный эффект также давало внесение P<sub>20-30</sub> при средней обеспеченности фосфатами, если почва перед посевом содержала N-NO<sub>3</sub> более 10 мг/кг (47 кг/га). Во всех остальных случаях, как показали многолетние исследования, наиболее эффективно применение под яровую пшеницу (мягкую и твердую) азотно-фосфорных удобрений.

Как показал анализ, в современной земледелии Поволжья под ячмень и овес удобрения практически не вносят. И это при том, что эффективность их на зернофуражных культурах намного выше, чем на озимой и яровой пшенице. Многолетними опытами на черноземных почвах (овес – 16, ячмень – 12 опыто-лет) установлено, что на ячмене и овсе наиболее эффективно применение азотных удобрений. При низком и среднем содержании нитратного азота в почве их дозы составляют N<sub>30-40</sub>. Так на черноземах обыкновенных прибавка урожая зерна ячменя равна 1,52 т/га, овса – 1,05 т/га. Окупаемость 1 кг д.в. удобрений зерном составила, соответственно, 38 и 26,2 кг. На черноземах южных внесение N<sub>40</sub> увеличило урожайность ячменя на 0,69 т/га, овса – на 0,33 т/га, а окупаемость 1 кг д.в. удобрений, соответственно, на 17,3 и 8,3 кг зерна. При высокой и очень высокой обеспеченности почв доступным фосфором и низком содержании N-NO<sub>3</sub> в предпосевной период на обыкновенных черноземах дозу повышают до N<sub>60</sub>. В более засушливых условиях на черноземах южных увеличение дозы выше N<sub>40</sub> нецелесообразно.

Результаты полевых опытов также показали, что при повышенном и высоком содержании фосфора в почве действие фосфорных удобрений на урожай овса и ячменя малоэффективно. Только при очень низкой обеспеченности фосфатами на обыкновенном черноземе оптимальные дозы фосфора составили P<sub>40</sub>, а на черноземах южных – P<sub>20</sub>. На этих агрохимических фонах в зоне черноземов обыкновенных прибавки урожая зерна ячменя и овса составили, соответственно, 0,33 и 0,41 т/га. В опытах на черноземах южных (вносили P<sub>20</sub>) прибавки на этих культурах были, соответственно, 0,29 и 0,25 т/га.

Кукурузе на зеленую массу (21 опыто-лет) требуется больше питательных веществ, чем зерновым культурам. Поэтому при ее возделывании удобрений вносили больше. На обыкновенных черноземах при низкой обеспеченности почвы в допосевной период доступным фосфором и нитратным азотом (менее 8 мг/кг) лучшие результаты получены в варианте N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>. При урожае на контроле 32,9 кг/га зеленой массы прибавка составила 5,31 т/га. При запасах нитратного азота свыше 12 мг/кг (что чаще всего наблюдалось к посеву кукурузы) и среднем содержании доступного фосфора (51-100 мг/кг по Чирикову) оптимальная доза составила N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>, а прирост зеленой массы – 4,72 т/га. При повышенной и высокой обеспеченности подвижными фосфатами лучшие результаты показало рядковое внесение P<sub>10-20</sub> (при-

бавка 0,88 т/га). На черноземах южных оптимальные дозы азотных и фосфорных удобрений в подавляющем большинстве случаев были такими же, как и на обыкновенных черноземах. При содержании нитратного азота свыше 12 мг/кг и средней обеспеченности доступным фосфором на этих почвах оптимальная доза равна  $N_{40}P_{40}$ , но вследствие слабой влагообеспеченности прибавка урожая снизилась до 1,8 т/га.

Для проса, возделываемого на черноземах Поволжья, предпосевная подготовка почвы осуществляется по типу полупара. Это позволяет хорошо обеспечить растения влагой и создать условия для эффективного применения минеральных удобрений. И хотя просо хорошо использует последствие удобрений, исследования (9 опыто-лет) показали, что эта культура обладает высокой отзывчивостью на улучшение азотного и фосфорного питания. На обыкновенных черноземах оптимальные дозы азота и фосфора для проса оказались выше, чем для ячменя и овса, но прибавки урожая были ниже, чем у названных культур. На черноземах обыкновенных внесение  $N_{60}P_{40}$  повысило сбор зерна проса на 0,46 т/га, а в варианте  $N_{40}P_{20}$  – на 0,33 т/га (окупаемость 1 кг д.в. удобрений, соответственно, 4,6 и 5,5 кг зерна). Ко-

личество внесенных удобрений также зависело от обеспеченности почвы минеральным азотом и доступным фосфором. На южных черноземах сохранилась такая же тенденция, но прибавки урожаев в условиях дефицита влаги были ниже.

Горох и другие зернобобовые культуры (чечевица, нут, вика), возделываемые в Поволжье, до 70% потребляемого азота получают за счет азотфиксации. Поэтому в наших опытах (7 опыто-лет) высокая отзывчивость зернобобовых на азотные удобрения отмечалась только при очень низких запасах в почве  $N-NO_3$  (менее 6 мг/кг). Зато эта группа культур хорошо отзывалась на фосфор. Только при высокой и очень высокой обеспеченности фосфором как на обыкновенных, так и на южных черноземах действие фосфорных удобрений на зернобобовые культуры не проявлялось (табл. 2). При низкой обеспеченности подвижным фосфором на обыкновенных черноземах оптимальные дозы составляли  $P_{40-60}$ , средней –  $P_{20-40}$ , при повышенной –  $P_{10-20}$  в рядки. Прибавки урожая зерна гороха на указанных агрофонах достигли, соответственно, 0,35, 0,28 и 0,21 т/га при окупаемости 1 кг д.в. удобрений 8,8, 14,0 и 10,5 кг.

## 2. Оптимальные дозы азотных и фосфорных удобрений для озимой и яровой пшеницы на черноземах степного Поволжья

$P_2O_5$	$N-NO_3$	$N-NO_3 + N-NH_4$	Озимая пшеница по чистому пару		Озимая пшеница по занятому пару		Яровая мягкая пшеница		Яровая твердая пшеница	
	мг/кг		N	P	N	P	N	P	N	P
<i>Чернозем обыкновенный (средн. ГТК &gt; 0,90)</i>										
< 50	< 6	< 12	60	60	80	60	80	40	80	40
	6-10	13-16	40	60	70	60	40	60	60	40
	10-15	17-26	30	60	60	60	30	60	30	60
	> 16	> 27	30	60	40	60	-	60	-	60
50-100	< 6	< 12	60	40	80	40	60	40	80	20
	6-10	13-16	40	40	70	40	40	40	60	20
	10-15	17-26	30	40	60	40	30	40	30	20
	> 16	> 27	30	40	30	40	-	40	-	40
101-150	< 6	< 12	60	20	90	20	60	-	80	-
	6-10	13-16	40	20	70	20	60	-	60	-
	10-15	17-26	30	40	60	20	30	20	40	-
	> 16	> 27	30	40	30	20	-	20	30	-
> 150	< 6	< 12	40	-	90	-	60	-	60	-
	6-10	13-16	40	-	80	-	40	-	60	-
	10-15	17-26	30	20	60	-	40	-	40	-
	> 16	> 27	30	20	40	-	30	20	30	-
<i>Чернозем южный (средн. ГТК – 0,75)</i>										
< 15	< 6	< 12	30	60	60	40	60	40	40	40
	6-10	13-16	30	60	40	40	40	40	40	40
	10-15	17-26	30	40	40	60	40	60	30	40
	> 16	> 27	30	40	30	60	-	60	-	40
15-30	< 6	< 12	30	40	40	40	60	20	60	15
	6-10	13-16	30	40	40	40	40	40	40	15
	10-15	17-26	-	40	40	30	30	40	30	20
	> 16	> 27	-	20	40	-	-	40	-	40
31-45	< 6	< 12	30	40	60	20	60	-	60	-
	6-10	13-16	30	40	40	20	40	-	40	-
	10-15	17-26	-	40	30	20	30	20	40	20
	> 16	> 27	-	20	30	20	-	20	-	20
> 45	< 6	< 12	30	20	60	-	60	-	60	-
	6-10	13-16	30	20	40	-	60	-	60	-
	10-15	17-26	30	20	30	-	40	-	40	-
	> 16	> 27	30	20	30	-	-	-	30	-

На южных черноземах оптимальные дозы фосфорных удобрений и прибавки урожаев зерна в сопоставимых условиях обеспеченности почвы оказались на треть ниже.

Обобщение и анализ полученных в полевых опытах результатов позволил определить оптимальные дозы азотных и фосфорных удобрений для различных агрохимических фонов, распространенных на обыкновен-

ных и южных черноземах Поволжья (табл. 2, 3). Представленные в них сведения показывают, что в повышении продуктивности полевых культур ведущая роль отводится азоту. Фосфор имеет доминирующее значение при возделывании зернобобовых (горох, чечевица, нут), а также на почвах с низким и очень низким содержанием данного элемента.

### 3. Оптимальные дозы азотных и фосфорных удобрений для зерновых, зернобобовых и кормовых культур на черноземах степного Поволжья

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub>	Овес, ячмень		Кукуруза на зел. массу		Просо		Горох и другие зерно-бобовые	
мг/кг			N	P	N	P	N	P	N	P
<i>Чернозем обыкновенный (средн. ГТК &gt; 0,90)</i>										
< 50	< 6	< 12	40	40	60	40	60	40	30	40
	6-8	12-16	40	40	60	40	60	40	-	40
	8-12	16-19	40	40	40	40	40	40	-	40
	> 12	> 19	20	40	40	60	40	60	-	60
50-100	< 6	< 12	40	20	60	40	40	40	30	20
	6-8	12-16	30	20	40	40	40	40	-	20
	8-12	16-19	20	20	40	40	40	40	-	20
	> 12	> 19	-	20	40	40	40	40	-	40
101-150	< 6	< 12	40	-	60	20	60	20	30	10
	6-8	12-16	40	-	60	20	60	20	-	10
	8-12	16-19	20	-	40	40	60	20	-	10
	> 12	> 19	-	15	40	40	40	20	-	20
> 150	< 6	< 12	60	-	-	10	80	10	30	10
	6-8	12-16	40	-	60	10	60	10	-	-
	8-12	16-19	40	-	60	10	60	10	-	-
	> 12	> 19	20	-	40	10	40	10	-	-
<i>Чернозем южный (средн. ГТК – 0,75)</i>										
< 15	< 6	< 12	40	20	40	40	40	40	20	30
	6-8	12-16	40	20	40	40	40	40	-	30
	8-12	16-19	20	40	40	40	40	40	-	30
	> 12	> 19	-	40	40	40	30	40	-	40
15-30	< 6	< 12	40	10	60	20	40	20	20	20
	6-8	12-16	30	10	60	20	40	20	-	20
	8-12	16-19	30	10	40	20	30	20	-	20
	> 12	> 19	-	20	40	40	30	40	-	30
31-45	< 6	< 12	40	-	60	20	60	10	30	10
	6-8	12-16	30	-	40	20	40	10	-	-
	8-12	16-19	30	-	40	20	40	10	-	-
	> 12	> 19	-	-	40	40	30	20	-	-
> 45	< 6	< 12	40	-	60	-	60	10	30	10
	6-8	12-16	30	-	60	-	40	10	-	-
	8-12	16-19	30	-	40	-	40	10	-	-
	> 12	> 19	-	-	40	-	40	10	-	-

Таким образом, многолетние исследования в стационарных и краткосрочных опытах, проведенных на обыкновенных и южных черноземах Поволжья позволили установить оптимальные дозы удобрений (обеспечивающие максимальную прибавку урожая и наибольшую окупаемость 1 кг д.в. удобрений) для озимой пшеницы по чистому пару, по непаровым предшественникам, яровой мягкой пшеницы, яровой твердой пшеницы, ячменя, овса, проса, гороха и других зернобобовых, кукурузы на зеленую массу. Установлено, что на этих культурах оптимальные дозы азотных и фосфорных удобрений изменяются в зависимости от обеспеченности почвы нитратным азотом и доступным фосфором в допосевной период.

#### Литература

1. Чуб М.П. Оптимизация минерального питания культур и система удобрения в севооборотах на черноземах и темно-каштановых почвах засушливого Поволжья // Автореф. дисс. ... д-ра с. х. наук. - М.: ВИА. - 1989. - 48 с. 2. Козеичева Е.С., Иванова О.М., Чернова Л.С., Прошкин

В.А. Эффективность азотных удобрений в зависимости от агрохимических свойств черноземных почв ЦФО РФ // Плодородие. - 2011. - №2. - С. 12-14. 3. Пронько В.В. Повышение эффективности удобрений в засушливом Поволжье // Автореф. дисс. - д-ра с. х. наук. - Саратов, 2002. - 42 с. 4. Научные основы и рекомендации по применению удобрений в Поволжье / Под ред. В.Г. Минеева и М.П. Чуб. - Саратов: Приволжское кн. изд-во, 1976. - 192 с. 5. Гурова Э.С. Фосфатный режим черноземов Правобережья Саратовской области в связи с применением удобрений / Эффективность удобрений и повышение плодородия почв в засушливом Поволжье. - Саратов, 1986. - С. 20-29. 6. Чуб М.П., Пронько В.В., Ярошенко Т.М., Климова Н.Ф., Журавлев Д.Ю. Влияние 30-летнего применения минеральных удобрений на плодородие южного чернозема засушливого Поволжья / Результаты длительных исследований в системе Географической сети опытов с удобрениями в Российской Федерации. Вып. 2 / Под ред. В.Г. Сычева. - М.: ВНИИА, 2012. - С. 296-316. 7. Эффективность длительного применения удобрений в агроценозах степной зоны Саратовского Поволжья в условиях аридного климата / Под ред. В.Г. Сычева // Бюлл. ВНИИА, вып. 15. - М., 2014. - 56 с. 8. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. - М.: Изд-во МГУ, 2001. - 689 с. 9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Агропроиздат, 1985. - 351 с.

### OPTIMIZATION OF NITROGEN AND PHOSPHORUS FERTILIZER APPLICATION RATES ON CHERNOZEMIC SOILS WITH DIFFERENT PHOSPHORUS CONTENTS IN THE VOLGA REGION

M.P. Chub, V.V. Pron'ko, T.M. Yaroshenko, N.F. Klimova, D. Yu. Zhuravlev Southeastern Research Institute of Agriculture, ul. Tulaiikova 7, Saratov, 410010 Russia E-mail: viktor-pronko@mail.ru tel. 8-927-150-05-18

Results of long-term (1968–2014) stationary and short-term field experiments with fertilization of winter wheat, spring wheat, barley, oat, millet, grain legumes, and fodder corn have been generalized. Studies were conducted on ordinary and southern chernozems in the Volga region. Optimal application rates of nitrogen and phosphorus fertilizers ensuring the maximum gain in crop yield and the highest recoupmnt of fertilizers were determined. Quantitative parameters were established for changes in the rates of nitrogen and phosphorus fertilizers depending on soil supply with nitrate nitrogen and available phosphorus before crop planting.

Keywords: fertilizers, nitrogen, phosphorus, chernozems, soil nutrients.