

УДК 631.415:631.559:633.11«321»(470.31)

## ПОЧВЕННАЯ КИСЛОТНОСТЬ, СТЕПЕНЬ УДОБРЕННОСТИ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОЙ ПОЛОСЕ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

© 2019 г. И. Д. Давлятшин<sup>1,\*</sup>, А. А. Лукманов<sup>1</sup>, Р. Р. Гайров<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Центр агрохимической службы “Татарский”  
420059 Казань, Оренбургский тракт, 120, Россия

\*E-mail: davlytshin39@gmail.com

Поступила в редакцию 10.08.2018 г.

После доработки 19.09.2018 г.

Принята к публикации 12.01.2019 г.

На примере одного из муниципальных районов Республики Татарстан, расположенном в подзоне светло-серых лесных почв, проанализировали парную и множественную корреляции между средневзвешенным содержанием подвижных форм фосфора ( $P_2O_5$ ), калия ( $K_2O$ ), доли кислых почв ( $D_{кп}$ ) в составе почвенного фонда пахотных угодий и урожайностью яровой пшеницы ( $Y_{факт}$ ) за период 1970–2016 гг. Выявлена зависимость между уровнем содержания элементов питания в почве и продуктивностью агроценоза: положительные коэффициенты корреляции составили  $\approx 0.60$ . Напротив, зависимости между  $D_{кп}$  и  $Y_{факт}$ , содержанием  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  характеризовались отрицательными коэффициентами –  $-0.60\dots-0.76$ . Получены параметры множественной связи между проанализированными факторами и урожайностью яровой пшеницы.

*Ключевые слова:* почвенная кислотность, степень удобрения, урожайность, яровая пшеница, северная полоса лесостепной зоны, Республика Татарстан.

DOI: 10.1134/S0002188119040033

### ВВЕДЕНИЕ

В число ведущих агрохимических показателей, определяющих уровень почвенного плодородия и используемых Агрохимической службой РФ, входит обменная кислотность почв. Для ее качественной оценки величины  $pH_{ксл}$  группируют по 6 градациям [1].

Почвенная кислотность оказывает разнонаправленное влияние на физические (плотность), физико-химические (состав и емкость катионного обмена), биологическую активность почв, доступность и поглощение макроэлементов питания, эффективность минеральных удобрений, что влияет на уровень почвенного плодородия, продуктивность агроценозов и определяет интенсивность и скорость обмена веществ и энергии [1–12].

Почвенная кислотность относится к фундаментальным свойствам, которым характерен низкий уровень варьирования в пределах одной почвенной таксономической единицы – типа, подтипа, рода, вида и разновидности [13]. Цель работы – оценка доли участия кислых почв пахотных угодий на формирование урожайности

( $Y_{факт}$ ) яровой пшеницы, выявление возможности использования параметров ее связи с другими агрохимическими факторами в прогнозировании продуктивности агроценозов на примере пахотных почв северной части лесостепной зоны одного из районов Республики Татарстан, имеющих пестрый почвенный покров.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили для временных рядов данных агрохимических показателей и урожайности яровой пшеницы за период 1970–2016 гг., полученных в Атинском муниципальном р-не РТ (ранее входил в состав Арского р-на). Ряды представлены основными агрохимическими показателями – содержанием подвижных форм фосфора ( $P_2O_5$ ), калия ( $K_2O$ ) и обменной кислотности. Информация получена в ходе агрохимического обследования муниципального района. Средняя урожайность яровой пшеницы по годам представлена для муниципального района в целом. Фактическим материалом служили данные агрохимического обследования пахотных почв Атинского р-на (ранее входил в состав Арского р-на), за

**Таблица 1.** Временной ряд урожайности яровой пшеницы ( $U_{\text{факт}}$ ), обеспеченности элементами питания и почвенной кислотности пахотных почв Атнинского р-на РТ

Год	$U_{\text{факт}}$	Подвижные, мг/кг		Доля кислых почв, % от общей площади пашни	Год	$U_{\text{факт}}$	Подвижные, мг/кг		Доля кислых почв, % от общей площади пашни
		$P_2O_5$	$K_2O$				$P_2O_5$	$K_2O$	
1970	12.0	64.2	99.8	72.8	1994	36.2	160	130	56.1
1971	13.8	70.3	97.4	70.4	1995	29.9	158	130	58.0
1972	10.1	76.4	95.0	68.0	1996	37.3	157	131	56.1
1973	8.7	82.5	92.6	65.7	1997	63.2	156	131	54.3
1974	10.5	84.7	95.9	65.8	1998	26.9	154	132	52.5
1975	8.8	86.8	99.2	65.9	1999	9.9	153	132	50.7
1976	10.6	89.0	103	66.0	2000	27.9	151	130	51.5
1977	14.5	91.2	106	66.1	2001	48.0	150	129	52.3
1978	18.9	93.4	109	66.2	2002	36.6	148	127	53.2
1979	13.1	95.5	112	66.3	2003	42.1	146	126	54.0
1980	15.7	103	114	65.8	2004	30.7	145	126	54.8
1981	6.8	111	116	65.2	2005	39.3	144	125	55.6
1982	17.3	118	117	64.7	2006	35.8	142	123	56.4
1983	13.6	126	119	64.2	2007	27.2	141	122	57.3
1984	16.6	134	120	63.6	2008	48.4	139	121	58.1
1985	24.0	141	122	63.1	2009	46.7	138	120	56.4
1986	24.7	141	122	62.7	2010	9.3	138	119	54.7
1987	10.9	141	119	62.3	2011	23.6	137	119	53.0
1988	10.5	141	117	61.4	2012	27.7	136	118	51.7
1989	15.5	141	115	61.6	2013	21.8	135	118	49.6
1990	20.2	141	115	61.2	2014	36.4	135	117	47.9
1991	17.9	146	118	59.8	2015	39.6	138	116	46.1
1992	22.7	150	122	58.0	2016	27.8	141	116	44.4
1993	23.7	155	126	56.1					

этот период проведено 10 туров обследования с интервалом 5–8 лет. Агрохимические данные конкретных годов между турами получены методом интерполяции. Сведения об отчетной урожайности яровой пшеницы получены из Министерства сельского хозяйства и продовольствия, статистического управления Республики Татарстан.

Отбор образцов почв и лабораторные анализы проводили по принятой в агрохимической службе РФ методике, в том числе определение  $pH_{\text{KCl}}$  — по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85). В группу кислых пахотных почв вошли: очень сильнокислые, сильнокислые, среднекислые и слабокислые почвы, как доли (в %) ( $D_{\text{кп}}$ ) от общей площади пашни. Возможно, что такое суммирование является упрощением, т.к. слабая кислотность меньше влияет на урожайность. Содержание подвижных форм фосфора и обменного калия определяли по методам Кирсанова, Чирикова, Мачигина в

модификации ЦИНАО: ГОСТ 26207-91, ГОСТ 26204-91, ГОСТ 26205-91. Наличие разных методов определяет некоторую условность для средневзвешенных по площади величин. Временной ряд урожайности яровой пшеницы, агрохимических свойств почв обработан с помощью программы “MS Excel 2003” и прикладного пакета STATISTICA 5.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованные временные ряды представлены в табл. 1. Урожайность яровой пшеницы и содержание подвижных форм фосфора и калия в основном изменялись поступательно, имели положительную динамику от первого срока наблюдения к последним годам, а имевшиеся ее изменения были связаны в том числе с варьированием метеорологических показателей, особенно атмо-

**Таблица 2.** Динамика изменения кислотности пахотных почв, % от площади обследования

Туры—годы—площадь, тыс. га	Группы кислотности						Средневзвешенная величина $pH_{KCl}$
	I	II	III	IV	V	$D_{кп}$ , %	
I—1967—183	1.6	28.9	49.3	13.5	6.7	79.8	5.2
II—1973—47.6	2.5	19.9	43.3	14.3	20.0	65.7	5.3
III—1979—47.8	1.4	22.0	42.9	21.6	12.1	66.3	5.3
IV—(1985—1986)—48.6	0.8	22.2	40.1	25.3	11.6	63.1	5.9
V—(1989—1990)—48.2	2.9	25.5	32.8	24.7	14.1	61.2	5.4
VI—1994—48.0	5.6	25.9	25.3	19.6	20.6	59.8	5.3
VII—1999—49.1	3.1	19.1	28.5	26.9	22.4	50.7	5.5
VIII—(2006—2010)—47.5	4.6	18.3	35.1	24.7	17.3	58.0	5.4
IX—(2010—2013)—44.8	3.3	19.4	29.0	25.6	22.7	51.7	5.5
X—(2010—2014)—44.3	3.7	15.0	25.8	26.7	28.8	44.4	5.5

Примечание. Группы кислотности почв: I – сильнокислая ( $pH < 4.5$ ), II – среднекислая ( $pH = 4.6–5.0$ ), III – слабокислая ( $pH = 5.1–5.5$ ), IV – близкая к нейтральной ( $pH = 5.6–6.0$ ), V – нейтральная ( $pH > 6.0$ ).

**Таблица 3.** Темпы известкования кислых пахотных почв в районе

Год	$CaCO_3$ , т/га	Год	$CaCO_3$ , т/га	Год	$CaCO_3$ , т/га	Год	$CaCO_3$ , т/га
1977	15.8	1988	31.9	1999	4.8	2010	3.3
1978	16.2	1989	29.0	2000	6.2	2011	3.8
1979	15.2	1990	30.1	2001	4.5	2012	3.5
1980	11.9	1991	6.6	2002	4.4	2013	1.7
1981	13.1	1992	6.5	2003	5.1	2014	2.2
1982	13.0	1993	6.5	2004	2.9	2015	2.4
1983	13.0	1994	7.4	2005	3.5	2016	1.9
1984	15.5	1995	5.5	2006	4.8	Сумма	394
1985	20.0	1996	7.7	2007	3.1	Среднее	9.86
1986	26.0	1997	7.9	2008	4.2	Min–Max	1.7–31.9
1987	26.6	1998	3.6	2009	2.9		

сферных осадков. Обеспеченность пахотных почв подвижным фосфором и обменным калием также улучшалась, максимальные показатели были отмечены в 1990–1999 гг., минимальные – в начале наблюдения.

Доля кислых почв (в %) в составе пашни, наоборот, в основном уменьшалась от первого срока наблюдения к последнему году (от 72.8 до 44.4%). Динамика кислотности пахотных почв муниципального района представлена в табл. 2. В начале наблюдения преобладала группа слабокислых почв, второе место занимала группа среднекислых. В начале наблюдения сумма кислых почв (сильнокислые (I), среднекислые (II) и слабокислые (III)) в составе пашни занимала 79.8% от общей площади пашни. В VII туре суммарная доля кислых почв (I + II + III) занимала 50.7%, доля IV + V групп – 49.3%. К X туру обследования

преобладали почвы IV + V групп. Под влиянием известкования доля кислых почв постепенно снижалась, в почвах пашни уже преобладали нейтральные и близкие к нейтральным почвы за счет трансформации более кислых почв в менее кислые.

Такое изменение кислотно-основных свойств почв было обеспечено за счет известкования пахотных угодий. В Атинском муниципальном р-не его осуществляли с 1977 г. за счет средств государства (табл. 3). С этого времени по 1984 г. площадь ежегодного известкования составляла 11.0–16.2 тыс. га, в период интенсивной химизации (1985–1989 гг.) – 20.0–31.9 тыс. га, в период перестройки она варьировала от 1.7 до 7.9 тыс. га с общей тенденцией к уменьшению к концу наблюдения. За 40 лет средняя площадь ежегодного известкования составила 9.86 тыс. га при общей

**Таблица 4.** Коэффициенты парной корреляции между показателями агрохимических свойств почв и урожайностью яровой пшеницы

Показатель	$Y_{\text{факт}}$	$P_2O_5$	$K_2O$	$D_{\text{кп}}$ , %
Фактическая урожайность ( $Y_{\text{факт}}$ )	1	0.59	0.60	-0.60
Содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ )		1	0.90	-0.76
Содержание обменного калия ( $K_2O$ )			1	-0.62

площади пашни 394.2 тыс. га. Под влиянием известкования увеличились средневзвешенные показатели рН от 5.2 до 5.5 (табл. 2).

Почвенная кислотность, как правило, снижает урожайность сельскохозяйственных культур, что подтверждено результатами многочисленных опытных площадок [1, 4]. Соответственно, многие культуры имеют оптимальный диапазон параметров рН среды от слабокислой до слабощелочной [6]. Для яровой пшеницы этот диапазон составляет 6.6–7.5–8.5 ед. рН.

Показатели урожайности яровой пшеницы, содержания подвижных элементов питания – фосфора и калия и величины доли кислых почв в составе пахотных угодий были связаны между собой. При этом величина урожайности яровой пшеницы имела тенденцию к росту во времени, хотя были изменения из-за чередования типичных, благоприятных по увлажнению и засушливых сельскохозяйственных годов [14]. Средневзвешенное содержание подвижного фосфора и обменного калия в пахотных почвах также имело тенденцию к увеличению во времени за счет применения минеральных и органических удобрений. Таким образом, показатели обеспеченности почв основными макроэлементами питания и урожайности яровой пшеницы временного ряда имели одно векторное направление, и связь между ними характеризовалась положительными ко-

эффициентами корреляции – 0.59–0.60. В отличие от содержания макроэлементов доля кислых почв пашни от первых сроков наблюдения к последнему году уменьшалась, т.е. она изменялась разнонаправленно с урожайностью пшеницы, соответственно связь между ними была отрицательной (табл. 4).

Установлены связи между действующими факторами и величиной урожайности: коэффициенты парной корреляции изменялись от -0.76 до 0.90 и были статистически достоверными при уровнях значимости  $\alpha = 0.05$  и 0.01, где критическими коэффициентами являлись величины  $r = 0.29$  и 0.45. Содержания подвижного фосфора и обменного калия имели парный коэффициент корреляции между собой, равный 0.90, что указывало на однотипные источники пополнения фонда этих макроэлементов. Можно предположить, что меньший коэффициент корреляции между  $Y_{\text{факт}}$  и содержанием  $P_2O_5$ , равный 0.59, указывал на достаточную обеспеченность этим элементом культуры для данного уровня урожайности пшеницы, а более высокие показатели коэффициента корреляции для содержания  $K_2O$  – об его недостатке.

Множественная корреляция между исследованными показателями представлена в табл. 5. Для 3-х факторов (содержание  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  и  $D_{\text{кп}}$ ) и урожайности пшеницы множественная связь имела коэффициент корреляции, равный 0.67, что лишь несколько больше, чем отдельные парные показатели. При этом  $t$ -коэффициент Стьюдента для содержания  $P_2O_5$  был равен 0.599, для содержания  $K_2O$  и  $D_{\text{кп}}$  – соответственно 2.086 и 2.154. Это позволило исключить  $P_2O_5$  из расчетов. Рассчитанный коэффициент множественной корреляции не уменьшился ( $r = 0.67$ ).

Для 3-х факторов множественной корреляции рассчитано уравнение регрессии, что позволило получить расчетный ретропрогноз урожайности на основе конкретных показателей изученных

**Таблица 5.** Показатели множественной корреляции между параметрами факторов, влияющих на продуктивность и величиной урожайности ( $Y_{\text{факт}}$ ) яровой пшеницы

$Y_{\text{факт}}$	Факторы	Коэффициент		$t$ -критерий Стьюдента	Разница $Y_{\text{факт}} - Y_{\text{расч}}$ , %
		$r$	$r^2$		
	$P_2O_5, K_2O, D_{\text{кп}}$	0.673	0.453	5.90	37.6
	$K_2O, D_{\text{кп}}$	0.668	0.447	5.89	38.2

Уравнения регрессии

$$Y_{\text{факт}} = 10.85 - 11.06 \times P_2O_5 + 0.671 \times K_2O - 0.865 \times D_{\text{кп}}$$

$$Y_{\text{факт}} = 11.39 + 0.471 \times K_2O - 0.721 \times D_{\text{кп}}$$

**Таблица 6.** Прогнозирование фактической урожайности яровой пшеницы ( $U_{\text{факт}}$ ) на основе изменения содержания подвижного  $P_2O_5$ , обменного  $K_2O$  и почвенной кислотности (%), ц/га

Год	$U_{\text{факт}}$ , ц/га		Разница $U_{\text{факт}} - U_{\text{расч}}$		Год	$U_{\text{факт}}$ , ц/га		Разница $U_{\text{факт}} - U_{\text{расч}}$	
	эмпири- ческая	расчетная	ц/га, ±	%		эмпири- ческая	расчетная	ц/га, ±	%
1970	12.0	7.7	4.3	35.7	1994	36.2	28.4	7.8	21.6
1971	13.8	7.5	6.3	45.6	1995	29.9	30.5	-0.6	2.0
1972	10.1	7.3	2.8	27.7	1996	37.3	32.7	4.6	12.4
1973	8.7	7.0	1.9	19.4	1997	63.2	34.7	28.5	45.1
1974	10.5	8.6	1.7	17.9	1998	26.9	36.8	-9.9	36.8
1975	8.8	10.8	-2.0	22.5	1999	9.9	38.9	-29.0	293.0
1976	10.6	12.7	-2.1	19.6	2000	27.9	37.5	-9.6	34.4
1977	14.5	14.4	0.1	0.5	2001	48.0	36.1	11.9	24.9
1978	18.9	16.4	2.4	13.0	2002	36.6	34.6	2.0	5.5
1979	13.1	18.3	-5.2	40.0	2003	42.1	33.2	8.9	21.2
1980	15.7	19.0	-3.3	21.1	2004	30.7	31.8	-1.1	3.6
1981	6.8	19.7	-12.9	189.6	2005	39.3	30.4	8.9	22.7
1982	17.3	20.3	-3.0	17.2	2006	35.8	28.8	6.9	19.4
1983	13.6	20.9	-7.3	54.0	2007	27.2	27.4	-0.2	0.8
1984	16.6	21.7	-5.1	30.7	2008	48.4	26.1	22.3	46.1
1985	24.0	22.3	1.7	7.1	2009	46.7	26.6	20.1	43.0
1986	24.7	21.7	3.0	12.1	2010	9.3	27.2	-17.9	192.0
1987	10.9	21.0	-10.1	92.9	2011	23.6	27.7	-4.1	17.3
1988	10.5	20.9	-10.4	98.7	2012	27.7	28.2	-0.5	1.9
1989	15.5	19.7	-4.2	27.0	2013	21.8	29.7	-7.9	36.3
1990	20.2	19.1	1.1	5.5	2014	36.4	31.2	5.2	14.3
1991	17.9	21.4	-3.5	19.7	2015	39.6	32.7	6.9	17.3
1992	22.7	23.7	-1.0	4.6	2016	27.8	34.0	-6.2	22.4
1993	23.7	25.9	-2.2	9.4	Среднее отклонение = 37.6%				

факторов (табл. 6). Так как уравнение линейное, то этот прогноз отражает только тренд урожайности.

Фактическая урожайность в 22-х случаях превышала расчетные величины, в 25-ти случаях, наоборот, расчетная урожайность была больше фактической. Абсолютная разница в 23-х случаях была больше 5.0 ц/га, в 24-х случаях – меньше на указанную величину. Серии лет с положительными и отрицательными отклонениями от тренда можно связать с погодным фактором – относительно высоким количеством атмосферных осадков и их распределением в период вегетации культуры. Превышение расчетной урожайности над фактической имело место в 25-ти случаях, что приходилось на засушливые сельскохозяйственные годы.

Различие между  $U_{\text{факт}}$  и  $U_{\text{расч}}$  больше 10 ц/га повторялось 9 раз, а именно в 1981, 1987, 1988, 1997, 1999, 2001, 2008, 2009, 2010 гг. Среди них в 4-х слу-

чаях –  $U_{\text{факт}} > U_{\text{расч}}$ , что означало благоприятные по условиям увлажнения годы, в 5-ти случаях, наоборот,  $U_{\text{ф}} < U_{\text{расч}}$ , что подтвердили экстремальные условия увлажнения, особенно в период вегетации культуры.

Относительная разница (в %) между фактической и расчетной урожайностью варьировала от 0.8 (2007 г.) до 293% (1999 г.). На этом фоне в 16-ти случаях разница была  $>30\%$ , в 31-м случае –  $<30\%$ . Разница между  $U_{\text{факт}}$  и  $U_{\text{расч}} >50\%$  встречалась 6 раз, в том числе  $>100\%$  – 3 раза, а именно: в 1981 г. (190%), 1999 г. (293%) и 2010 г. (192%).

Расчеты, выполненные по уравнению регрессии для 2-х факторов (содержание  $K_2O$  и  $D_{\text{кп}}$ ), дали аналогичный результат со средней разницей между фактической и расчетной урожайностью, равной 42.3%.

Исключение из матрицы экстремальных сельскохозяйственных годов уже апробировано в одном из муниципальных районов РТ [15], оно показало существенное укрепление статистических связей между факторами, влияющими на продуктивность культуры, и величиной урожайности яровой пшеницы, следовательно между величинами фактической и расчетной урожайности яровой пшеницы.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетние ряды урожайности яровой пшеницы в одном из муниципальных районов Республики Татарстан, средневзвешенных содержаний в пахотных почвах подвижных фосфора и калия, доли кислых почв в пашне проанализированы в виде парных корреляций между указанными показателями и в виде линейной (трендовой) зависимости урожайности от этих показателей. Отклонения от тренда можно интерпретировать в том числе как отклонения погодных условий в благоприятную и в неблагоприятную сторону.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сычев В.Г. Тенденции изменения агрохимических показателей плодородия почв европейской части России / Под ред. Минеева В.Г. М.: ЦИНАО, 2000. 187 с.
2. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Теоретические основы известкования почв. СПб., 2005. 252 с.
3. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Источники почвенной кислотности // Мат-лы Всерос. конф., посвящ. 100-летию кафедры почвоведения им. Л.Н. Александровой. СПб., 2006. С. 60–63.
4. Шильников И.А., Сычев В.Г., Зеленов Н.А., Аканова Н.И., Федотова Л.С. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия. М.: ВНИИА, 2008. 340 с.
5. Белицина Г.Д., Васильева В.Д., Гришина Л.А. Почвоведение / Под ред. Ковды В.А., Розанова Б.Г. Ч. 1. Почва и почвообразование М.: Высш. шк., 1988. 400 с.
6. Ковда В.А. Основы учения о почвах. Кн. 1. М.: Наука, 1973. 448 с.
7. Ильин В.Б. Элементный состав растений. Новосибирск: Наука, СО, 1985. 120 с.
8. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. М.: Колос, 1996. 376 с.
9. Шильников И.А., Лебедева Л.А. Известкование почв. М.: Агропромиздат, 1987. 171 с.
10. Ивойлов А.В. Влияние известкования и минеральных удобрений на продуктивность зернопропашного севооборота и плодородие выщелоченного чернозема: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1988. 20 с.
11. Ивойлов А.В. Эффективность удобрения и известкования выщелоченных черноземов. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2015. 264 с.
12. Шильников И.А. Агрохимелиорация — основа применения удобрений // Плодородие. 2006. № 5. С. 24–26.
13. Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Карманов И.И., Ефремов В.В. Теоретические основы и пути повышения плодородия почв. М.: Агропромиздат, 1991. 304 с.
14. Переведенцев Ю.П., Шерстюков Б.Г., Наумов Э.П., Верецагин М.А., Шанталинский К.М. Климатические условия и ресурсы Республики Татарстан / Под ред. Переведенцева Ю.П., Наумова Э.П. Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2008. 288 с.
15. Давлятшин И.Д., Лукманов А.А. Агрохимические факторы, атмосферные осадки и урожайность яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья (на примере Пестречинского муниципального района Республики Татарстан) / Под ред. Ивойлова А.В. Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2016. 200 с.

## Soil Acidity, Degree of Fertilizer and Yield of Spring Wheat in North Forest-Steppe Zone of Republic of Tatarstan

D. I. Davlyatshin<sup>a,\*</sup>, A. A. Lukmanov<sup>a</sup>, and R. R. Khairov<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Agrochemical service center "Tatarsky", Orenburgskiy trakt 120, Kazan 420059, Russia

\*E-mail: davlyatshin39@gmail.com

For example, one of municipal districts of the Republic of Tatarstan, located expressed in the subzone of light grey forest soils, analyzed a steam room, and multilingual staff. The divine correlation between the weighted average content of mobile forms of phosphorus ( $P_2O_5$ ) and potassium ( $K_2O$ ), the proportion of acidic soils ( $P_{acid}$ ) as part of the soil of foundation of arable land (%) and yield of spring wheat ( $Y_{wheat}$ ) for the period 1970–2016 was analyzed. The dependence between the level of nutrients in the soil and the productivity of agrocenosis was revealed: positive correlation coefficients were  $\approx 0.60$ . On the contrary, the dependence between  $P_{acid}$  and  $Y_{wheat}$ ,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  was characterized by negative coefficients —  $-0.60 \dots -0.76$ . The parameters of the multiple relationship between the analyzed factors and the yield of spring wheat was obtained.

*Key words:* soil acidity, yield, spring wheat, northern strip of forest-steppe zone.