

2. Новохатин В.В. Обоснование генетического потенциала у интенсивных сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) /В.В. Новохатин //Сельскохозяйственная биология. -2016. -Т.51.-№5.-С. 627-635. DOI: 10.15389/agrobology. 2016.5.627rus

3. Фомина М.Н. Использование метода электрофореза проламинов в первичном семеноводстве на примере сорта овса Отрада /М.Н. Фомина, Г.В. Тоболева, А.В. Остапенко //Достижения науки и техники АПК. - 2016. - Т.30. - №12. - С. 14-16.

4. Кураченко Н.Л. Морфология структурной организации черноземов и серых лесных почв Красноярской лесостепи /Н.Л. Кураченко //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2009. - №2. - С.28-33.

5. Кураченко Н.Л. Влияние систем удобрения на изменение агрофизических свойств темно-серой лесной почвы /Н.Л. Кураченко, О.А. Ульянова, В.В. Чупрова //Агрохимия. - 2011. - № 4. - С. 22-29.

6. Котченко С.Г. Динамика плодородия пахотных почв Тюменской области /С.Г. Котченко, А.Я. Воронин //Достижения науки и техники АПК. -2016. - №7. - С.41-43.

7. Ерёмин Д. И. Оптимизация азотного питания яровой пшеницы для получения продовольственного зерна/Д. И. Ерёмин, Г. Т. Притчина //Зерновое хозяйство. - 2005. - № 7. - С. 11.

8. Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области /Каретин Л.Н.//Новосибирск: Наука, 1990. -285 с.

9. Ерёмин Д.И. Динамика влажности чернозема выщелоченного при различных системах обработки под яровую пшеницу в условиях Северного Зауралья /Д.И. Ерёмин, О.А. Шахова //Аграрный вестник Урала. - 2010. - №1. - С. 38-40.

10. Шахова О. А. Особенности минерального питания яровой пшеницы в условиях внедрения ресурсосберегающих технологий в лесостепной зоне Северного Зауралья /О. А. Шахова, Д. И. Еремин //Вестник Красноярского ГАУ. - 2007. - № 1. - С. 149-152.

11. Eremin D.I. Changes in the content and quality of humus in leached chernozems of the Trans-Ural forest-steppe zone under the impact of their agricultural use/D.I. Eremin//Eurasian soil science. 2016. T.49. No 5. pp. 538-545 DOI: 10.1134/S1064229316050033

12. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота лугово-черноземных почв Сибири //Почвоведение. - №1. - 2004. - С. 82-91.

## DYNAMICS OF DIFFERENT NITROGEN FORMS IN ARABLE GRAY FOREST SOILS OF NORTHERN TRANSURALS

S.G. Kotchenko<sup>1</sup>, N.A. Gruzdeva<sup>2</sup>, D.I. Eremin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tyumenskaya State Station of Agrochemical Service, Roshchinskoe sh. 2-10, Tyumen, 625041 Russia

<sup>2</sup>State Agrarian University of Northern Transurals, ul. Respubliki 7, Tyumen, 625002 Russia

E-mail: soil-tyumen@yandex.ru

*Results of long-term studies of long arable gray forest soils in the south of Tyumen oblast are presented. The dynamics of different nitrogen forms on three research sites corresponding to each soil subtype was studied. In a 20-year-long study, it was found that the enrichment of humus with nitrogen in light gray and gray forest soils corresponds to the low degree ( $C : N > 12$ ). The short-term lack of organic fertilizers leads to a sharp increase in the  $C : N$  ratio. The contents of organic carbon (2.26–3.09%) and total nitrogen (0.16–0.27%) and their ratio (11.1–14.1 un.) in arable dark gray forest soils are similar to those in chernozems of Transurals, but differ from them by low resistance to unfavourable anthropogenic factors. A close correlation between the contents of hydrolyzable and total nitrogen is revealed. The supply of nitrates is very low in arable light gray and gray forest soils and medium in dark gray forest soils, which allows obtaining high yields at the minimum application of nitrogen fertilizers, when the content of hydrolyzable nitrogen reaches 90 mg/kg of soil.*

**Keywords:** gray forest soils, total and hydrolyzable nitrogen, nitrates, correlation, regression,  $C : N$  ratio, fertility, Transurals, plowland.

УДК 631.445.4+633.11«324»:631.51:631.8

## ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛОДРОДИЯ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЁМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ В СЕВООБОРОТЕ

З.М. Азизов, д.с.-х.н., НИИСХ Юго-Востока

410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7 E-mail: raiser\_saratov@mail.ru

*В полевом стационарном длительном опыте проанализированы изменения кислотности почвы, содержания фосфатов, обменного калия и нитрификационной способности чернозема южного под воздействием различных приемов основной обработки почвы. Показано, что урожайность озимой пшеницы, высеваемой по черному пару, по приемам обработки колебалась в пределах ошибки опыта в результате отсутствия их негативно-го воздействия на элементы плодородия почвы.*

**Ключевые слова:** чернозем, плодородие, почва,  $pH_{КС}$ , залежь, вспашка, плоскорезная обработка, группа фосфатов, обменный калий, нитрификационная способность, урожайность, озимая пшеница.

Наиболее дешевым и эффективным способом сохранения потенциального и эффективного плодородия почв является использование средообразующей способности культурных растений, возделываемых в севообороте [9], в сочетании с применением механического воздействия на почву. Как показывают исследования [3], при недопущении эрозионных процессов, т. е. правильном ведении агроландшафтного земледелия, можно достичь стабилизации потенциального и эффективного плодородия почвы в агрофитоценозе даже при использовании интенсивных механических обработок.

Учитывая влияние реакции почвенного раствора, содержание фосфатов, обменного калия, влияние нитрификационной способности на плодородие почвы, несомненный интерес представляют знания об их изменении при длительном использовании разных приёмов основной обработки почвы в агрофитоценозе.

Цель исследований - выявить влияние приемов основной обработки, применяемых длительное время в севооборотах, на реакцию почвенного раствора, содержание фосфатов, обменного калия, нитрификационную способность и урожайность озимой пшеницы в засушливой черноземной степи Поволжья.

**Методика.** Исследования проводили в стационарном полевом опыте, заложенном в 1970 г., и расположенном на плакорно-равнинном типе агроландшафта с почво-водоохранной организацией территории в системе ползащитных лесных полос на опытном поле НИИСХ Юго-Востока. Местоположение делянок с вариантами основной обработки почвы в сочетании с применением удобрений в севооборотах не изменялось в течение 46 лет. Для сопряженного анализа использовали данные отдела земледелия НИИСХ Юго-Востока по реакции почвенного раствора, содержанию фосфатов, обменного калия, нитрификационной способности залежи, рас-

положенной вблизи стационарного опыта. Чередование культур с 1970 г. по 1977 г. в 6-польном зернопаропропашном севообороте было следующим: 1- пар чистый; 2 - озимая пшеница; 3 - яровая пшеница; 4 – кукуруза; 5 - яровая пшеница; 6 - яровая пшеница, с 1978 по 1999 г. после замены кукурузы на просо в зернопаровом; с 2000 по 2015 г. в зернопаровом 4-польном: 1 - пар черныи; 2 - озимая пшеница; 3 – просо; 4 - яровая пшеница. В схему опыта входили следующие приёмы основной обработки почвы: ежегодная вспашка на 27-30 см под все культуры севооборота во все годы исследований, ежегодная безотвальная (плоскорезная) обработка на глубину 27-30 см с 1970 по 1999 г., с 2000 г. и по настоящее время на глубину 14-16 см.

Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный среднесиловый тяжелосуглинистый на темно-желтой делювиальной глине, содержание гумуса в слое 0-30 см - 4,5 %. При исследовании реакции почвенного раствора, содержания фосфатов, обменного калия, нитрификационной способности почвы на опытном участке были использованы общепринятые методики [1]. Разделение почвенных фосфатов на группы различной доступности для растений осуществляли по Ф.В. Чирикову [10]. Статистическую обработку урожайных данных и многолетних наблюдений за реакцией почвенного раствора, содержанием фосфатов, обменного калия, нитрификационной способностью почвы проводили методом дисперсионного анализа [4, 6].

**Результаты и их обсуждение.** Исследуемая почва опытного участка карбонатная и среди поглощенных катионов преобладает кальций, который подщелачивает почву. Насыщенность почвенного поглощающего комплекса обменными катионами отражает состояние почвенного раствора, в частности его реакцию [2]. Реакция почвенного раствора характеризует почвенную систему, прежде всего, по величине и качеству содержащихся в ней химических веществ, а также по уровню влияния на нее антропогенного фактора. Значения pH солевой суспензии ( $pH_{KCl}$ ), не оказывающие отрицательного влияния на большинство культурных растений, лежат в интервале от 5 - 6 до 8 ед. [8]. В наших опытах величина  $pH$  солевой суспензии не выходила за пределы данных значений по всем приемам основной обработки почвы (табл.).

От величины  $pH$  зависят подвижность и доступность элементов питания растений. Усвояемость фосфора максимальна при  $pH$  6,5, снижаясь как в более кислой, так и в щелочной среде [7]. Как видно из таблицы,  $pH_{сол.}$  в варианте вспашки увеличивается в слое 50-60 см, в вариантах плоскорезной обработки и залежи - в слое 40-50 см, что сказывается на увеличении фосфатов III группы и ослаблении нитрификационной способности почвы, уменьшении содержания обменного калия. Нисходящая миграция различных кислот повышает концентрацию Н-ионов, что ведёт к разрушению высокоосновных фосфатов почвы (III группы) в том или ином слое почвы в зависимости от приёма обработки и залежи, к накоплению фосфатов II группы и I с последующим потреблением последних растениями [5]. Увеличение подвижности фосфорсодержащих веществ – это превращение труднорастворимых соединений в более легкодоступные или переход их в почвенный раствор. Главный путь увеличения подвижности связан с превращением трикальцийфосфата в ди- или монокальцийфосфат. Эта реакция идёт в присутствии свободных кислот, образующихся, в частности, путём био-

химической трансформации почвенных углеводов в органические кислоты [7].

**Элементы плодородия по слоям почвы в зависимости от приемов основной обработки**

Вариант опыта	Слой почвы, см	$pH_{KCl}$	Нитрификация, мг/кг	Фосфаты, (группы) мг/кг			Обменный калий, мг/кг
				I	II	III	
Вспашка, 27-30 см	0-10	6,1	25,8	28,5	198,3	278,5	37,2
	10-20	6,1	23,7	26,4	202,7	288,4	37,3
	20-30	6,0	23,0	22,2	205,9	263,9	35,0
	30-40	6,1	18,9	20,3	192,3	255,0	29,8
	40-50	6,2	14,0	13,7	193,6	258,5	27,2
	50-60	7,2	5,2	6,9	193,9	370,5	25,1
	0-60	6,3	18,4	19,7	197,8	285,8	31,9
Плоскорезная, обработка, 14-16 см (27-30 см до 2000 г.)	0-10	6,2	26,8	27,9	183,0	289,3	36,2
	10-20	6,1	24,4	24,9	195,4	274,4	34,7
	20-30	6,1	17,0	16,5	170,8	231,2	31,8
	30-40	6,2	6,1	12,1	174,6	211,1	28,7
	40-50	7,2	2,7	10,0	199,8	308,5	25,9
	50-60	7,4	2,2	5,5	215,0	365,7	22,4
	0-60	6,5	13,2	16,2	189,8	280,0	30,0
Залежь	0-10	6,0	31,7	12,9	173,5	282,3	35,3
	10-20	5,9	21,7	6,6	150,1	252,2	27,5
	20-30	5,9	16,1	5,5	150,9	269,0	25,5
	30-40	6,6	1,6	4,7	174,2	305,0	24,6
	40-50	6,9	0,8	3,7	207,5	349,9	21,7
	50-60	7,3	0,2	3,2	217,5	392,0	19,6
	0-60	6,4	12,0	6,1	179,0	308,4	25,7
Ошибка опыта, %		2,2	8,2	6,0	3,2	5,7	2,1
НСР <sub>05</sub> : частных различий		0,4*	3,6*	2,4*	17,4*	47,4*	1,7*
фактора А		0,1*	1,4*	1,0*	7,1*	19,4*	0,7*
фактора В		0,2*	2,1*	1,4*	10,0*	27,4*	1,0*
фактора АВ		0,4*	3,6*	2,4*	17,4*	47,4*	1,7*

\*Различия существенны на 5%-ном уровне значимости.

Статистическая обработка данных проведена для слоя 0-60 см по  $pH_{сол.}$  - НСР<sub>05</sub> частных различий средних значений = 0,38\*, ошибка опыта = 2,18 %; нитрификации - НСР<sub>05</sub> частных различий средних значений = 4,8, ошибка опыта = 5,23 %; фосфатам группы I - НСР<sub>05</sub> частных различий средних значений = 1,3\*, ошибка опыта = 2,36 %; фосфатам группы II - НСР<sub>05</sub> частных различий средних значений = 11,3, ошибка опыта = 2,41 %; фосфатам группы III - НСР<sub>05</sub> частных различий средних значений = 25,7, ошибка опыта = 3,85 %; обменному калию - НСР<sub>05</sub> частных различий средних значений = 1,3\*, ошибка опыта = 1,14 %.

Изучение группового состава фосфатов (по Чирикову) чернозёма южного показало, что в слое 0-60 см в варианте вспашки благодаря более углубленному воздействию на почвенный профиль содержание легкодоступных и подвижных фосфатов с глубиной возрастает, а в варианте плоскорезной обработки, особенно залежи, уменьшается. Количество фосфатов полутвердых оксидов и их высокоосновных соединений кальция, наоборот, в первом варианте уменьшается, а во втором и особенно в третьем, увеличивается. Таким образом, доступность фосфатов к границе гумусового слоя резко снижается по вариантам обработки и залежи. Применение глубокой вспашки – эффективный способ вовлечения в активный биохимический круговорот природного потенциала почвы. Именно эта лабилизация относительно устойчивых природных фосфорных соединений почвы под действием систематической глубокой вспашки с формированием синергического эффекта является основной причиной возрастания подвижного фосфора во времени в нижележащих слоях почвы, даже при отрицательном его накоплении в вариантах плоскорезной обработки и залежи. Преимущественное накопление в варианте вспашки подвижного фосфора, обменного калия и нитратного азота в ниже-

лежащих слоях профиля почвы по сравнению с вариантом плоскорезной обработки не сказалось положительно на урожайности озимой пшеницы, высеваемой по чёрному пару. Так, в стационарном полевом опыте в 6-польном зернопаропропашном и зернопаровом севооборотах в среднем за 1972-1983 гг. в вариантах с ежегодной глубокой вспашкой урожайность озимой пшеницы составила 3,21 т/га, с ежегодной глубокой плоскорезной обработкой – 3,23 т/га ( $HCP_{05} = 0,07$  т/га); в 6-польном зернопаровом севообороте в среднем за 1984-1999 гг. в вариантах с вспашкой – 3,18 т/га, с плоскорезной обработкой – 3,08 т/га ( $HCP_{05} = 0,16$  т/га); в 4-польном в среднем за 2000–2015 гг. в варианте с вспашкой – 2,50 т/га, с мелкой плоскорезной обработкой – 2,55 т/га ( $HCP_{05} = 0,11$  т/га). То есть образуемые в нижележащих слоях почвы элементы питания на вспашке характеризуют потенциальную способность почвы к мобилизации подвижного фосфора, обменного калия и нитратного азота на текущую и последующие вегетации.

**Выводы.** В засушливых условиях Поволжья отмечено преимущественное накопление в варианте вспашки подвижного фосфора, обменного калия и нитратного азота в нижележащих слоях профиля почвы по сравнению с вариантом плоскорезной обработки. Однако, при уровне урожайности (3,2 т/га), достигнутом в стационаре, это не сказалось негативно на продуктивности озимой пшеницы, высеваемой по чёрному пару. Её урожайность по приемам обработки колебалась в пределах ошибки опыта.

мой пшеницы, высеваемой по чёрному пару. Её урожайность по приемам обработки колебалась в пределах ошибки опыта.

#### Литература

1. *Агрохимические методы исследования почв* / Под ред. А.В. Соколова, Д.И. Аскинава, И.П. Сердобольского. – М.: Изд-во АН СССР, 1975. – 656 с.
2. *Азизов, З.М.* Изменение физико-химических свойств чернозема южного от приемов основной обработки почвы и удобрений / З.М. Азизов // *Плодородие*. – 2016. – № 6. – С. 37-38.
3. *Азизов З.М.* Физико-химические свойства и групповой состав гумуса чернозема в системе основной обработки почвы в севообороте / З.М. Азизов // *Плодородие*. – 2011. – № 6. – С. 23-25.
4. *Афанасьев Р.А.* К методике дисперсионного анализа результатов многолетних полевых опытов // *Агрохимия*. – 2004. – № 5. – С. 85-91.
5. *Бокарев, В.Г.* Воспроизводство плодородия орошаемых темно-каштановых почв Поволжья и управление минеральным питанием сельскохозяйственных культур / В.Г. Бокарев. – Автореф. дисс. д.с.-х.н. – Саратов, 2000. – 46 с.
6. *Достехов Б.А.* Методика полевого опыта. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. *Орлов, Д.С.* Химия почв / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 399 с.
8. *Почвоведение* / Под ред. профессора И.С. Кауричева. 4-е изд., перераб. и дополн. – М.: Агропромиздат, 1989. – 720 с.
9. *Хасанова, Р.Ф.* Фитомелиоративная эффективность многолетних трав на черноземе обыкновенном / Р.Ф. Хасанова, М.Б. Суюндукова, Ф.Р. Ахметов, Э.Ф. Сальманова // *Аграрная наука*. – 2008. – № 2. – С. 33-36.
10. *Чириков, Ф.В.* К методике учета форм фосфора в почве / Ф.В. Чириков // *Химизация социалистического земледелия* – 1939. – № 10-11. – С. 59-63.

## ELEMENTS OF SOIL FERTILITY DEPENDING ON TILLAGE PRACTICE IN CROP ROTATION

Z.M. Azizov

Research Institute of Agriculture in the Southeast,  
ul. Tulaikova 7, Saratov, 410010 Russia  
E-mail: raiser\_saratov@mail.ru

*Changes in soil acidity, content of phosphates and exchangeable potassium, and nitrification ability of southern chernozem under the impact of different tillage practices were studied in a field stationary long-term experiment. The yield of winter wheat sown on black fallow varied among tillage practices within the experimental error because of the absence of their negative impact on the elements of soil fertility.*

**Keywords:** chernozem, fertility, soil, reaction  $pH_{КС}$ , fallow, plowing, subsurface cultivation, group of phosphates, exchangeable potassium, nitrification ability, yield, winter wheat.

УДК 631.81. (470.44): 633.85 (045)

## ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ ДЛЯ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ ЧЕРНОЗЕМОВ ЮЖНЫХ СТЕПЕННОГО ПОВОЛЖЬЯ

В.Б. Нарушев, А.Г. Субботин, Р.Ш. Каукенов, М.А. Талдыкина,  
Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова

Показано, что использование пашни без системного применения органических удобрений приводит к ухудшению агрофизического и биологического состояния почвы, уменьшению содержания гумуса и как следствие к снижению продуктивности сельскохозяйственных культур. В современных условиях необходимость улучшения плодородия и фитосанитарного состояния почвы обрабатываемых земель делает актуальным вопрос значительного расширения применения культур-фитомелиорантов.

Исследования, проведенные в условиях Саратовского Правобережья, выявили, что наиболее эффективной культурой для фитомелиорации черноземов южных степного Поволжья является редька масличная. При ее

выращивании в почву поступает максимальное количество пожнивно-корневых остатков – 10,0 т/га. За период вегетации редьки масличной это составляет 175 кг/га биологического азота, 65 фосфора и 60 кг/га калия, что также превосходит показатели всех других фитомелиоративных культур.

Выявлено высокое фитомелиоративное влияние редьки масличной на состояние агроценозов топиамбура в Саратовском Правобережье: наименьшая плотность пахотного горизонта почвы составила – 1,07 т/м<sup>3</sup>; наибольшее содержание в нем агрономически ценных агрегатов – 72,6% и доступного фосфора – 12,2 мг/100 г; наивысшая интенсивность разложения целлюлозы – 59,8%. Все это способствовало получению