

## ВЛИЯНИЕ ПРЯМОГО ПОСЕВА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА СОДЕРЖАНИЕ В ЧЕРНОЗЕМЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ<sup>1</sup>

© 2019 г. Т. В. Минникова<sup>1,\*</sup>, Н. Е. Кравцова<sup>1</sup>, Г. В. Мокриков<sup>1</sup>,  
К. Ш. Казеев<sup>1</sup>, С. И. Колесников<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Южный федеральный университет  
344006 Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 105/42, Россия

\*E-mail: loko261008@yandex.ru

Поступила в редакцию 14.12.2018 г.

После доработки 18.02.2019 г.

Принята к публикации 10.07.2019 г.

В 2016–2017 гг. на 10 полях с озимой пшеницей была проведена оценка влияния технологии прямого посева и традиционной обработки почвы на содержание элементов питания в черноземах обыкновенных. Исследования проводили в агроценозах озимой пшеницы “ИП Мокриков В.И.”, где в течение 9 лет на площади 5.5 тыс. га применяли технологию прямого посева, и соседних хозяйств с традиционной обработкой почвы. Установлено, что технология прямого посева благоприятно влияла на содержание элементов питания в верхнем слое почвы (0–10 см) в период активной вегетации в апреле–мае. В черноземах при прямом посеве содержалось достаточное количество обменного калия и подвижного фосфора. По сравнению с традиционной обработкой при прямом посеве показано снижение содержания нитратного азота и обменного аммония в сентябре–октябре, обусловленное выносом азота урожаем, сезонным понижением влажности и деятельностью микроорганизмов.

*Ключевые слова:* прямой посев, озимая пшеница, чернозем обыкновенный, элементы питания.

**DOI:** 10.1134/S0002188119100119

### ВВЕДЕНИЕ

За последние годы в различных регионах России (Центральное Нечерноземье, Западная Сибирь) приобретает большую популярность экономически и экологически выгодная технология ресурсосберегающего земледелия – прямого посева [1–4]. Технология прямого посева популярна, и ее активно применяют в странах СНГ: на Украине (от 250 тыс. га до 1 млн га) и Казахстане (≈1.3 млн га) [5, 6]. Однако на юге России в Ростовской и Волгоградской обл. и в Ставропольском, Краснодарском краях ресурсосберегающие приемы обработки почвы пока не применяют в должной степени [7–13]. Технологии обработки почв Ростовской обл. включают отвальную вспашку и технологию прямого посева. Если при традиционной обработке почвы происходит потеря влаги, то при минимальной обработке запас влаги в верхнем слое почвы сохраняется. Подтверждено, что пожнивные остатки на поверхности почвы оказывают благоприятное влияние на содержа-

ние органического вещества в агроценозах зерновых культур [1, 14, 15]. Кроме этого, прямой посев благоприятно влияет на физические свойства почв и стимулирует активность почвенных ферментов [2, 9–11, 17, 18]. При нулевой обработке почвы происходит сохранение влажности почвы мульчирующего слоя пожнивных остатков, увеличение супрессивности и снижение эродированности почв [3, 5, 19].

При традиционной обработке почвы часто при несоблюдении баланса элементов питания возникает нарушение равновесия между количествами внесенных элементов питания с удобрениями, вынесенных урожаем и элементов питания в почве [20]. При отрицательном балансе элементов питания в агроценозах происходит ухудшение физических, агрофизических, физико-химических и биологических свойств почв. При нарушении баланса калия происходит интенсивная мобилизация калия не только из необменных его форм, но и алюмосиликатов, что снижает буферную способность почвы и разрушает почвенный поглощающий комплекс.

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки РФ (грант 5.5735.2017/8.9) и Президента РФ (грант НШ-3464.2018.11).

Технология прямого посева подразумевает минимизацию механической обработки почвы с аналогичной схемой внесения удобрений, как и при традиционной обработке. Однако длительное воздействие прямого посева на содержание элементов питания озимой пшеницы и других зерновых в литературе изучено в недостаточной степени.

Цель работы – сравнительная оценка влияния прямого посева на содержание элементов питания в черноземах Ростовской обл. под озимой пшеницей. В задачи исследования входило: оценка динамики содержания элементов питания при технологии прямого посева, сравнение разных технологий обработки почв, определение влияния прямого посева на распределение элементов питания в слоях почвы.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования были почвы агроценозов Октябрьского р-на Ростовской обл. на территории хозяйства “ИП Мокриков В.И.” (ранее – ООО “Донская Нива”). Территория Октябрьского р-на расположена в жарком семиаридном климате со значительными тепловыми ресурсами. Лето жаркое (температура июля 24.3°C), зима умеренно холодная (температура января 2.5–2.7°C) [21]. По количеству осадков 2016 г. относят к очень влажному теплому сезону. Годовое количество осадков в 2016 г. составило 704 мм, в том числе выпавших за период вегетации (при температуре >10°C) – 399 мм при климатической норме 424 мм [22]. Превышение нормы осадков в 2016 г. составило 66%. Суммарное годовое количество осадков в 2017 г. составило 569 мм, в том числе выпавших за период вегетации – 294 мм.

Почвозащитную технологию прямого посева применяют в агроценозах “ИП Мокриков В.И.” на протяжении 9-ти последних лет. В хозяйстве возделывали озимую пшеницу как ведущую зерновую культуру в Ростовской обл. Средняя урожайность озимой пшеницы сорта Зустріч в хозяйстве в 2017 г. была равна 57 ц/га. Это значительно больше, чем на соседних полях с отвальной вспашкой и в среднем в Ростовской обл., где урожайность озимой пшеницы составила 40 ц/га [23].

Поля с традиционной обработкой расположены на расстоянии 50–100 м от полей с прямым посевом. При прямом посеве использовали трактор Buhler Versatile 2375 + Great Plains NTA 3510 (10.7 м) и Case Magnum 315 + Great Plains NTA 3510 (10.7 м), все культуры высевали с междурядьем 19.1 см. Расход дизельного топлива на ос-

новную обработку почвы при прямом посеве составлял 26 л/га, что в 3 раза меньше, чем при традиционной обработке (74.1 л/га).

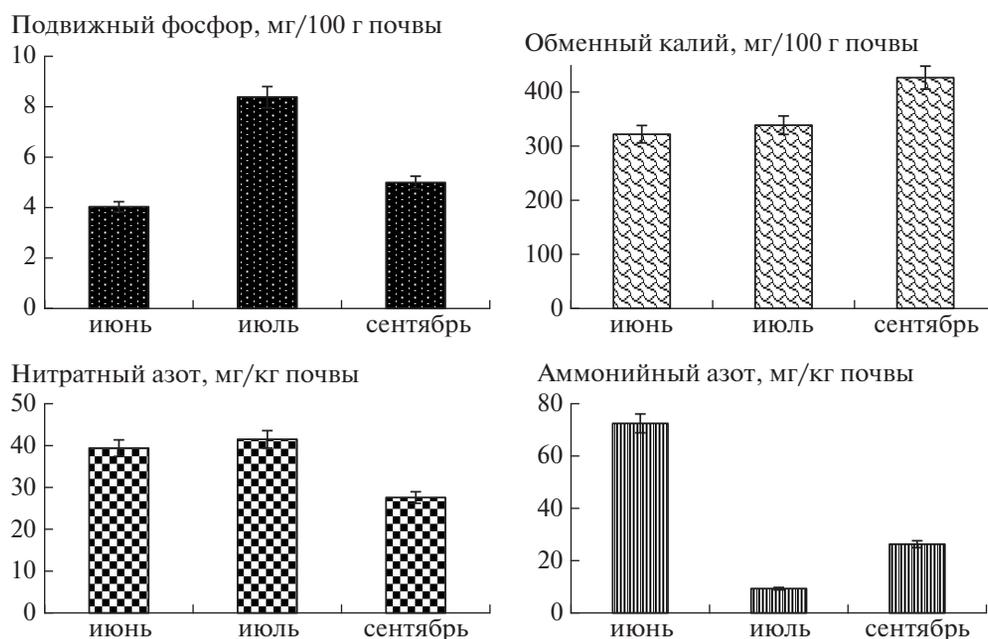
Прямой посев на полях агроценозов представлен в 8-польном севообороте: озимые зерновые (озимая пшеница + озимый ячмень) – 4/5 подсолнечник + многолетние бобовые травы + 1/5 сафлор – озимые зерновые (озимая пшеница + озимый ячмень) – 4/5 кукуруза на зерно + 1/5 крестоцветные (рыжик, рапс, горчица) – озимая пшеница – 2/3 зерновые бобовые (нут, чечевица, горох) + 1/3 крестоцветные (рыжик, рапс, горчица) – озимые зерновые (озимая пшеница + озимый ячмень) – 1/3 лен + 1/2 кориандр + 1/6 гречиха.

Большую часть посевных площадей с прямым посевом занимали зерновые культуры (озимая пшеница и ячмень) – 49%, кукуруза (на зерно) – 10%, подсолнечник и многолетние бобовые травы (донник, люцерна, эспарцет, вика) – 10%, зерновые бобовые (нут, чечевица, горох) – 8%, озимые крестоцветные (рыжик, рапс, горчица) – 6.5%, эфирномасличные (кориандр) – 6%, масличные (лен) – 4%, сафлор – 2.5%, гречиха – 2.0%, многолетние травы – 2.0%.

Почвы Октябрьского р-на – черноземы обыкновенные среднemosные (североприазовские) разной степени выщелоченности от карбонатов, мощности и гумусированности. Гумусовый профиль (А + В) имеет мощность от 50 до 90 см. Содержание гумуса в пахотном слое (0–10 см) составляет 3.5–5.3%, рН<sub>Н<sub>2</sub>О</sub> 7.0–8.2. Черноземы характеризуются достаточной водо- и воздухопроницаемостью. Порозность верхней части профиля составляет 50–54%, нижней – 43–49%. Черноземы характеризуются высокой емкостью поглощения – 40 мг-экв/100 г почвы [24, 25].

В настоящей работе оценивали изменение содержания элементов питания в агроценозах озимой пшеницы. При прямом посеве озимой пшеницы в почву вносили АФ в дозе 100 кг/га, в фазе кушения (апрель–май) вносили N50, в фазе начала выхода в трубку – N40. В течение вегетационного сезона при выращивании озимой пшеницы с апреля вносили гербициды, фунгициды и инсектициды: в 3-ю декаду – паллас 0.4 л/га + дианат 0.2 л/га, золтан 0.5 л/га, фатрин 0.12 л/га, микровит 0.3 л/га; в фазе начала колошения зерна (начало мая) – фалькон 0.5 л/га, росток 1 л/га, фатрин 0.12 л/га; в фазе молочной спелости зерна (начало июня) – димет 1 л/га, росток 1 л/га.

В 2016 г. были проведены предварительные исследования содержания элементов питания озимой пшеницы в июне, июле и сентябре в слое 0–10 см (участки №№ 5, 6, 7 и 8). В 2017 г. отбор проб



**Рис. 1.** Изменение среднего содержания элементов питания в черноземе обыкновенном при прямом посеве озимой пшеницы в течение вегетационного сезона 2016 г. в слое 0–10 см ( $n = 4$ ).

почвы проводили в апреле, мае, июле, сентябре и октябре (участки №№ 1, 2, 4 и 9). На каждом участке образцы почв отбирали в трехкратной повторности из 3-х слоев: 0–10, 25–35, 55–65 см.

Для оценки содержания элементов питания озимой пшеницы определяли содержание подвижного фосфора и обменного калия по Мачигину, нитратного азота – дисульфифеноловым методом по Грандваль–Ляжу (ГОСТ 26951-86) и обменного аммония с использованием реактива Несслера [26]. Для оценки распределения элементов питания определяли частное между содержанием каждого элемента питания в слое 0–10 см к слою 25–35 см [27]. Оценка распределения элементов питания именно на глубине до 35 см обусловлена основным скоплением корневой системы озимой пшеницы.

Статистическая обработка данных выполнена с использованием статистического пакета Statistica 12.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В 2016 г. наблюдали снижение содержания элементов питания (кроме подвижного калия) в сезонной динамике в слое 0–10 см (рис. 1). Содержание минерального азота значительно снижалось в течение вегетационного сезона (на 30–64%). Вероятно, такой процесс был обусловлен мобилизацией азота к концу вегетации озимой пшеницы. Кроме этого, распределение подвиж-

ного фосфора, обменного калия, нитратного и аммонийного азота оценивали за период вегетации (с июня по сентябрь).

По итогам исследования распределения элементов питания в 2016 г., в 2017 г. было оценено изменение содержания элементов питания по-слойно в течение более продолжительного вегетационного периода (с апреля по октябрь) (табл. 1).

В верхнем слое почвы (0–10 см) содержание фосфора незначительно снизилось в течение сезона: от 4.1 до 5.5 мг  $P_2O_5/100$  г почвы в октябре и мае соответственно. Согласно оценочным шкалам, при прямом посеве наблюдали высокий уровень содержания подвижного фосфора ( $>6$  мг  $P_2O_5/100$  г) в течение вегетационного сезона.

Напротив, содержание обменного калия было повышено в октябре по сравнению с началом вегетации (апрель) на 13%. По содержанию форм азота получены неоднозначные результаты. Нитратный азот изменялся в широком диапазоне от 9.2 до 44.2 мг  $N-NO_3/кг$  почвы. Содержание нитратного азота в почвах с прямым посевом оценили в апреле, мае и июле как среднюю (10–20 мг  $N-NO_3/кг$  почвы) и высокую ( $>20$  мг  $N-NO_3/кг$  почвы) обеспеченность. В течение вегетационного сезона высокую обеспеченность озимой пшеницы азотом наблюдали в июле с понижением до низкой и очень низкой обеспеченности в сентябре и октябре.

**Таблица 1.** Изменение содержания элементов питания в слоях почвы в течение вегетационного сезона 2017 г. при разных приемах обработки (среднее,  $M \pm m$ )

Месяц	Слой почвы, см					
	0–10		25–35		55–65	
	<i>NT</i>	<i>CT</i>	<i>NT</i>	<i>CT</i>	<i>NT</i>	<i>CT</i>
Содержание подвижного фосфора, мг $P_2O_5/100$ г						
Апрель	5.0 ± 0.1	5.3 ± 1.0	3.5 ± 0.9	4.5 ± 1.1	2.8 ± 0.8	1.8 ± 0.4
Май	5.5 ± 1.6	3.6 ± 1.2	3.6 ± 1.4	2.4 ± 0.3	1.5 ± 0.6	1.5 ± 0.2
Июль	4.8 ± 0.9	3.2 ± 0.4	4.7 ± 0.7	3.5 ± 0.3	2.1 ± 0.3	2.0 ± 0.4
Сентябрь	5.3 ± 0.7	5.0 ± 0.9	4.6 ± 0.3	4.5 ± 0.8	2.2 ± 0.5	2.1 ± 0.3
Октябрь	4.1 ± 0.5	3.2 ± 0.7	3.7 ± 0.8	2.5 ± 0.3	2.3 ± 0.5	1.9 ± 0.3
Содержание обменного калия, мг $K_2O/100$ г						
Апрель	372.5 ± 52.8	357.8 ± 56.9	271.0 ± 73.8	262.5 ± 57.4	223.0 ± 15.3	201.5 ± 88.4
Май	397.5 ± 28.4	410.5 ± 17.3	367.5 ± 11.9	256.0 ± 99.4	359.0 ± 55.5	241.0 ± 102.8
Июль	358.8 ± 49.2	357.8 ± 56.9	337.8 ± 66.6	312.5 ± 35.6	278.8 ± 31.1	247.1 ± 94.1
Сентябрь	404.8 ± 52.2	410.5 ± 17.3	350.5 ± 49.4	327.5 ± 20.4	347.5 ± 40.7	339.5 ± 48.9
Октябрь	423.5 ± 50.7	397.8 ± 10.4	431.5 ± 37.8	364.8 ± 25.5	390.0 ± 27.0	387.8 ± 24.3
Содержание нитратного азота, мг $N-NO_3/кг$						
Апрель	21.5 ± 4.8	17.6 ± 3.4	15.9 ± 2.3	17.5 ± 3.2	8.6 ± 1.8	8.9 ± 2.0
Май	33.8 ± 5.0	32.0 ± 2.3	20.3 ± 7.2	23.3 ± 4.9	12.6 ± 2.6	19.4 ± 9.4
Июль	23.9 ± 0.6	19.9 ± 3.2	20.6 ± 2.8	19.1 ± 3.3	15.0 ± 0.3	9.4 ± 1.3
Сентябрь	15.9 ± 1.6	41.1 ± 1.7	8.4 ± 3.3	32.8 ± 2.0	8.7 ± 1.5	34.0 ± 4.9
Октябрь	16.3 ± 0.9	19.4 ± 3.3	11.1 ± 3.6	15.2 ± 4.0	14.6 ± 4.1	12.5 ± 5.0
Содержание аммонийного азота, мг $N-NH_4/кг$						
Апрель	17.7 ± 5.6	14.8 ± 5.0	19.5 ± 10.0	19.4 ± 6.2	8.3 ± 2.0	7.6 ± 1.2
Май	20.6 ± 4.6	33.0 ± 6.5	22.1 ± 8.7	32.3 ± 5.6	5.7 ± 0.9	15.9 ± 6.4
Июль	16.5 ± 3.9	19.8 ± 2.9	15.4 ± 4.0	17.8 ± 1.3	10.0 ± 2.4	7.2 ± 1.2
Сентябрь	12.6 ± 2.9	33.0 ± 6.5	5.9 ± 1.1	28.0 ± 6.8	6.3 ± 1.8	13.7 ± 5.8
Октябрь	11.2 ± 5.1	15.1 ± 3.5	8.6 ± 2.6	12.2 ± 2.1	7.2 ± 1.9	7.7 ± 0.7

Примечание: *NT* – прямой посев, *CT* – традиционная технология.

Снижение содержания нитратного азота в сентябре и октябре по сравнению с маем составило 52%. Обеспеченность почв аммонийным азотом в полях с прямым посевом была низкой в фазе выхода в трубку (апрель) и очень низкой в фазе колосения в мае и после уборки озимой пшеницы в сентябре и октябре. Максимальное содержание наблюдали в мае – 20.6 мг  $N-NH_4/кг$  почвы, минимальное – в сентябре и октябре, оно было меньше на 12.6 и 11.2 мг  $N-NH_4/кг$  почвы.

В слое 0–65 см отмечено плавное снижение содержания всех элементов питания в течение вегетационного сезона. По сравнению с традиционной обработкой при прямом посеве в течение сезона содержание фосфора в слое 25–35 см было больше в июле и октябре на 32–47%, в слое 55–65 см – в апреле и октябре на 51 и 20%.

Если для содержания фосфора различия между приемами обработки были незначительными, то для содержания калия и минеральных форм азота показаны существенные отличия. Обеспеченность почвы обменным калием в верхнем слое (0–10 см) слабо зависела от вида обработки и от сезонной динамики в почвах, в слоях 25–35 и 55–65 см показаны различия при разных приемах обработки почвы. В течение вегетационного сезона наблюдали высокий уровень содержания обменного калия (>300 мг  $K_2O/100$  г почвы) в верхнем слое почвы. Только в октябре при прямом посеве показано превышение содержания калия на 145 мг  $K_2O/100$  г почвы, чем при традиционной обработке. При прямом посеве содержание обменного калия в слое 25–35 см было больше на

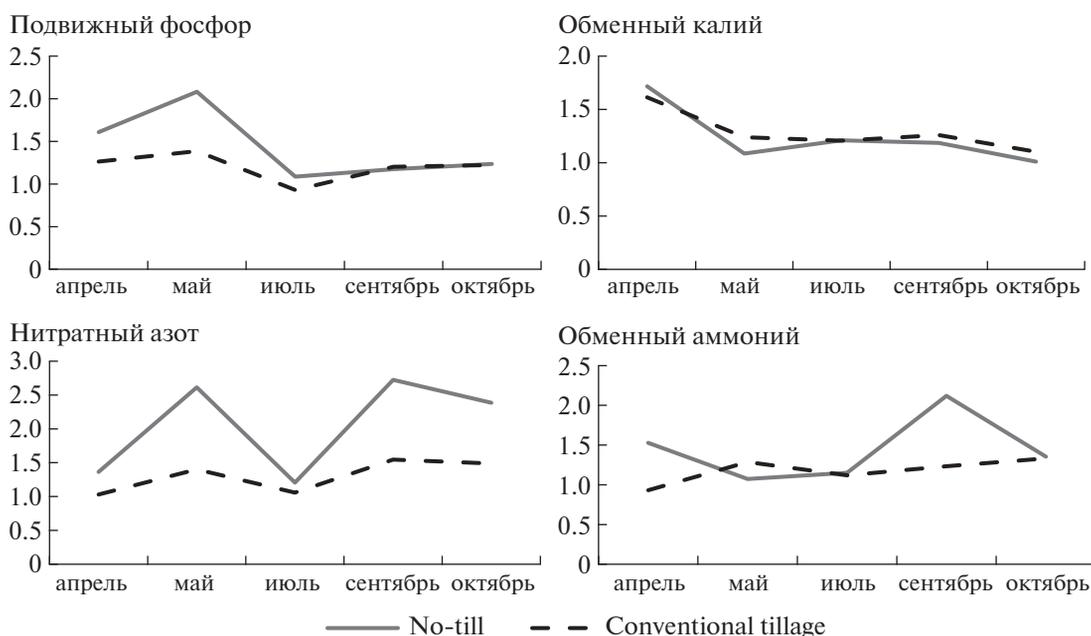


Рис. 2. Распределение элементов питания в черноземе обыкновенном при прямом посеве (NT) и традиционной технологии (CT) в слое 0–35 см в вегетационном сезоне 2017 г.

8.5–112 мг  $K_2O/100$  г, в слое 55–65 см – на 2.3–118 мг  $K_2O/100$  г, чем при традиционной обработке.

В мае распределение обменного аммония в слое 25–35 см было меньше на 10.0–22.1 мг  $N-NH_4/кг$  почвы при прямом посеве, чем при традиционной обработке. Этот период совпадает с фазами активной вегетации и характеризуется наибольшим потреблением азота пшеницей. В сентябре в почвах опытных полей с прямым посевом произошло снижение содержания нитратного азота на 12–36 мг  $N-NO_3/кг$  почвы по сравнению с традиционной обработкой. Стоит отметить, что технология прямого посева вызывала снижение обменного аммония с мая по октябрь на 3.2–12.4 мг  $N-NH_4/кг$  почвы. Вероятно, это обусловлено тем, что микроорганизмы, разлагающие растительные остатки, используют для своей жизнедеятельности азот из почвы [24, 25]. Микроорганизмы в данном случае являются конкурентами культурных растений за минеральный азот.

При прямом посеве в апреле и июле содержание нитратного азота в верхнем слое почвы было больше на 49 и 61%, чем при традиционной обработке, что объясняется лучшими условиями агрофизического состояния, аэрации и биологической активности почвы. При вспашке в почве существенно увеличивается активность минерализационных процессов, которые способствуют высвобождению элементов питания, в том числе и нитратного азота в почвенный раствор. В слоях 25–

35 и 55–65 см на участках с прямым посевом в сентябре наблюдали снижение содержания нитратного азота по сравнению с традиционной обработкой на 74 и 75% соответственно. Разброс величин содержания нитратного и аммонийного азота наиболее тесно связан с периодом отбора проб, атмосферными осадками в регионе.

Для оценки возможной дифференциации бывшего пахотного слоя при прямом посеве было оценено содержание элементов питания озимой пшеницы в слоях 0–10 и 25–35 см (рис. 2). Учитывая, что при прямом посеве отсутствует перемешивание почвы на глубинах >10 см, содержание подвижного фосфора и нитратного азота в поверхностном слое почв было больше на 27 и 17% в апреле и на 32 и 14% в мае, чем при традиционной обработке. В течение остальных месяцев вегетации распределение фосфора было на уровне традиционной обработки.

Послойное распределение подвижного калия, как уже было отмечено выше, слабо зависело от технологии обработки и сезонности. Для минерального азота наблюдали высокую пространственно-временную динамику содержания в верхнем слое почвы. Содержание нитратного азота при прямом посеве показало увеличение расчленения в сентябре по сравнению с традиционной обработкой на 76 и 60% соответственно. Именно в сентябре отмечали наибольшее различие между традиционной обработкой и прямым

посевом при анализе содержания минеральных форм азота во всех анализированных слоях. Ослабление процессов нитрификации и аммонификации в слое 0–35 см в сентябре и октябре в почвах с прямым посевом связано с сезонным снижением влажности почвы и температуры [9, 12, 17, 28].

Период максимального среднесуточного потребления азота, фосфора и калия озимой пшеницей совпадает со сроками максимального формирования вегетативной массы [29]. В зерне пшеницы содержится примерно в 4 раза больше азота и фосфора, чем в соломе, калия в соломе – в 2–3 раза больше, чем в зерне. В фазе выхода в трубку использование азота, фосфора и калия пшеницей составляет 42, 33 и 59% от максимального, в фазе колошения – 78, 72 и 94%. При недостатке влаги и питательных элементов в эти периоды может произойти дифференциация тканей листьев и колоса, что приведет к снижению урожайности. Снижение содержания нитратного и аммонийного азота соотносится с потреблением озимой пшеницей азота в период максимального водопотребления – от выхода в трубку до флагового листа и молочной спелости зерна (с апреля по июль). Именно в этот период происходит рост вегетативных органов и их ассимиляционного аппарата. Усвоение азота озимой пшеницей значительно лучше при высокой обеспеченности почв фосфором и калием [26, 30]. Содержание калия в течение вегетационного сезона обусловлено его валовым содержанием в почве и низким потреблением озимой пшеницей. Максимальное потребление калия озимой пшеницей в наибольшей степени происходит от фазы выхода в трубку (апрель–май) и до цветения и молочной спелости зерна (июнь).

Мульчирующий слой из растительных остатков способствует снижению перепадов внутрипочвенных температур. Почва, покрытая толстым слоем растительных остатков, будет прохладнее весной и летом, но теплее осенью и зимой. Поскольку растительные остатки уменьшают испарение и задерживают больше снега, что обеспечивает не только лучшую инсоляцию в холодное время года, но и сохранение влаги в почве [31]. Минеральный азот в почве образуется при минерализации органического вещества. Азот в почве преобразуется до аммонийной и нитратной форм, характеризующих его восстановленную ( $\text{NH}_4^+$ ) и окисленную ( $\text{NO}_3^-$ ) формы [30]. Эти формы минерального азота играют ключевую роль в азотном питании растений. При прямом посеве отмечено снижение содержания

нитратного азота по сравнению с традиционной обработкой почвы. Этот процесс отражает большую минерализацию и меньшую иммобилизацию азота, вызванную вспашкой почвы. Ранее в почвах, обрабатываемых по технологии прямого посева, была исследована нитрифицирующая активность черноземов под различными культурами [10]. Максимальную нитрифицирующую активность наблюдали во влажном мае–июне 2016 г. (187 мм), в связи с сезонным понижением влажности в июле (63 мм) и сентябре (51 мм) активность снизилась на 91 и 87% соответственно. Нитратный азот менее летуч, но более подвижен в почвенном слое, чем аммиачный [26]. Это свойство нитрат-ионов обуславливает его подвижность в корнеобитаемом слое и большую доступность его сельскохозяйственным культурам, что важно при обеспечении растений элементами питания в начале вегетации.

Содержание питательных элементов в почве непосредственно связано с потреблением питательных элементов самим растением, микробиотой почвы, физико-химическими свойствами почв, применяемой агротехникой. Система мелкой обработки и рыхление верхнего слоя, вероятно, способствуют созданию благоприятных условий для развития микроорганизмов на поверхности почвы, т.к. в нижних слоях эти процессы проходят менее интенсивно [2, 18, 24]. Урожайность озимой пшеницы теснее связана не с численностью микроорганизмов, а с интенсивностью и направленностью круговорота питательных элементов, осуществляемого микроорганизмами. В работе [32] отмечено, что показатели общей численности бактерий, аммонифицирующих бактерий, водорослей в почвах полей с прямым посевом зачастую превышают эти показатели в почвах полей с традиционной обработкой. Микробная биомасса почв полей с прямым посевом превышает аналогичную в полях с традиционной обработкой в 1.5–2.0 раза, это свидетельствует о более высокой биологической активности этих почв.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка влияния технологии прямого посева на содержание элементов питания в черноземе обыкновенном показала, что технология прямого посева благоприятно влияла на содержание элементов питания в течение вегетационного сезона. Отмечено высокое содержание подвижного фосфора и калия в почве в течение вегетации озимой пшеницы. В течение вегетационного периода высокую обеспеченность почв минеральным азотом

наблюдали в июле с понижением до низкой и очень низкой обеспеченности почв в сентябре и октябре. При прямом посеве и традиционной технологии максимальное различие содержания минеральных форм азота в слое 0–35 см наблюдали в сентябре. Технология прямого посева способствовала повышению содержания элементов питания в почве по сравнению с традиционной технологией в апреле (фаза выхода в трубку) и июле (после уборки).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Власенко А.Н., Власенко Н.Г.* Влияние технологии No-till на содержание питательных элементов в черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири // *Земледелие*. 2016. № 3. С. 17–19.
2. *Гребенников А.М., Белобров В.П., Кутовая О.В., Исаев В.А., Гармашов В.М., Чевердин Ю.И., Беспалов В.А.* Микробиологическая активность миграционно-мицелярных агрочерноземов при применении разных способов их основной обработки // *Агрохимия*. 2018. № 3. С. 19–25.
3. *Железова С.В., Акимов Т.А., Белошапкина О.О., Березовский Е.В.* Влияние разных технологий возделывания озимой пшеницы на урожайность и фитосанитарное состояние посевов (на примере полевого опыта центра точного земледелия РГАУ–СХА им. К.А. Тимирязева) // *Агрохимия*. 2017. № 4. С. 65–75.
4. *Никитин В.В., Соловиченко В.Д., Навальнев В.В., Карабутов А.П.* Влияние севооборотов, способов обработки почвы и удобрений на изменение органического вещества в черноземе типичном // *Агрохимия*. 2017. № 2. С. 3–10.
5. *Кроветто К.* Прямой посев (No-Till). Взаимосвязь между No-Till, растительными остатками, растениями и насыщением почвы питательными веществами. Самара: Изд-во Элайт, 2010. 206 с.
6. *Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Hongwen L.* Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits // *Inter. J. Agricult. Biol. Engin.* 2010. V. 3. № 1. P. 1–26.
7. *Дедов А.А., Несмеянова М.А., Дедов А.В.* Влияние приемов биологизации земледелия и способов обработки почвы на содержание органического вещества в черноземе типичном и продуктивность севооборотов // *Агрохимия*. 2017. № 9. С. 25–32.
8. *Зеленский Н.А., Зеленская Г.М., Мокриков Г.В., Шуркин А.Ю.* Плодородие почвы: настоящее и будущее нашего земледелия // *Земледелие*. 2018. № 5. С. 4–7.
9. *Минникова Т.В., Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Акименко Ю.В., Колесников С.И.* Оценка ферментативной активности черноземов Ростовской области под бинарными посевами подсолнечника // *Изв. ТСХА*. 2017. № 6. С. 141–155.
10. *Минникова Т.В., Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Акименко Ю.В., Колесников С.И.* Влияние технологии No-Till на нитрифицирующую активность черноземов Ростовской области // *Агрохимия*. 2017. № 9. С. 33–38.
11. *Минникова Т.В., Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Акименко Ю.В., Колесников С.И.* Оценка зависимостей между гидротермическими показателями и ферментативной активностью черноземов Ростовской области при использовании различных агротехнологий // *Агрофизика*. 2018. № 1. С. 9–17.
12. *Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Акименко Ю.В., Колесников С.И.* Влияние технологии прямого посева на эколого-биологические свойства черноземов // *Изв. вуз. Северо-Кавказ. регион. Сер. Естеств. науки*, 2017. № 2. С. 68–74.
13. *Фаизова В.И., Цховребов В.С., Никифорова А.М.* Изменение содержания микроорганизмов в черноземах Ставрополя при их сельскохозяйственном использовании // *Вестн. АПК Ставрополя*. 2011. № 2. С. 16–18.
14. *Волынкин В.И., Волынкина О.В.* Взаимодействие азота и фосфора в удобрении мягкой яровой пшеницы при технологии бессменного возделывания и оставления соломы на поле // *Агрохимия*. 2018. № 3. С. 34–42.
15. *Цилорик А.И., Шапка В.П.* Влияние мульчирующей обработки почвы на питательный режим чернозема в посевах ячменя ярового // *Вестн. Прикаспия*. 2017. № 2. С. 31–42.
16. *Кирюшин В.И.* Проблема минимизации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследований // *Земледелие*. 2013. № 7. С. 3–6.
17. *Feiziene D., Feizab V., Karklins A., Versulienė A., Janusauskaite D., Sarunas Antanaitis S.A.* After-effects of long-term tillage and residue management on topsoil state in boreal conditions // *Europ. J. Agron.* 2018. V. 94. P. 12–24.
18. *Vazquez E., Teutscherova N., Almorox J., Navas M., Espejo R., Benito M.* Seasonal variation of microbial activity as affected by tillage practice and sugar beet foam amendment under Mediterranean climate // *Appl. Soil Ecol.* 2017. V. 117–118. P. 70–80.
19. *Kumar M., Kundu D.K., Ghorai A.K., Mitra S., Singh S.R.* Carbon and nitrogen mineralization kinetics as influenced by diversified cropping systems and residue incorporation in Inceptisols of eastern Indo-Gangetic Plain // *Soil Till. Res.* 2018. V. 178. P. 108–117.
20. *Минеев В.Г.* Актуальные задачи агрохимии в условиях современного земледелия // *Пробл. агрохим. и экол.* 2011. № 1. С. 3–9.
21. *Панов В.Д., Лурье П.М., Ларионов Ю.А.* Климат Ростовской области: вчера, сегодня, завтра. Ростов н/Д, 2006. 294 с.
22. *Хрусталева Ю.П., Василенко В.Н., Свислюк И.В., Панов В.Д., Ларионов Ю.А.* Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области. Ростов н/Д, 2002. 183 с.
23. <http://www.donland.ru>
24. *Вальков В.Ф., Денисова Т.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Кузнецов Р.В.* Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. 416 с.

25. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы Юга России. Ростов н/Д: Изд-во “Эверест”, 2008. 276 с.
26. Практикум по агрохимии / Под ред. Минеева В.Г. М.: Из-во МГУ, 1989. 304 с.
27. Franzluebbers A.J. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality // Soil Till. Res. 2002. V. 66. P. 95–106.
28. Mokrikov G.V., Kazeev K.Sh., Akimenko Yu.V., Myasnikova M.A., Kolesnikov S.I. Influence of the No-Till technology on the enzymatic activity of different chernozems of Southern Russia // 18<sup>th</sup> Inter. Multidisciplin. Sci. GeoConf. SGEM 2018. Conf. Proceed. 2–5 July, 2018. V. 18. Bulgaria. Albena. P. 257–264.
29. Шейджен А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Пшеница. Майкоп: Изд-во ООО “Аякс”, 2010. 64 с.
30. Минеев В.Г., Гомонова Н.Ф., Овчинникова М.Ф. Плодородие и биологическая активность дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений и их последствии // Агрохимия. 2004. № 7. С. 5–10.
31. Carefoot J.M., Lindwall M., Nyborg J.M. Tillage-induced soil changes and related grain yield in a semi-arid region // Canad. J. Soil Sci. 1990. V. 70. P. 203–214.
32. Акименко Ю.В., Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние технологии прямого посева на микробиологические свойства черноземов. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 96 с.

## Impact of Direct Seeding of Winter Wheat on Nutrition Elements in Black Soil

T. V. Minnikova<sup>a,#</sup>, N. E. Kravtsova<sup>a</sup>, G. V. Mokrikov<sup>a</sup>, K. Sh. Kazeev<sup>a</sup>, and S. I. Kolesnikov<sup>a</sup>

<sup>a</sup> South Federal University

ul. B. Sadovaya 105/42, Rostov-on-Don 344006, Russia

<sup>#</sup>E-mail: loko261008@yandex.ru

In 2016–2017 the 10 fields with winter wheat were carried out assessment of the impact of technologies of direct sowing and conventional tillage on the content of nutrients in the black earth. Studies were carried out in the agrocenosis of winter wheat “IP Mokrikov V.I.”, where for 9 years on an area of 5.5 thousand hectares used direct seeding technology, and neighboring farms with traditional tillage. It was found that the technology of direct sowing had a positive effect on the content of nutrients in the upper soil layer (0–10 cm) during the active vegetation in April–May. In black soil under direct sowing contained a sufficient number of exchange potassium and phosphorus. In comparison with the traditional treatment with direct sowing, a decrease in the content of nitrate nitrogen and ammonium exchange in September–October was shown, due to the removal of nitrogen by the crop, seasonal decrease in humidity and the activity of microorganisms.

*Key words:* direct sowing, winter wheat, nutrition elements, black soil.