

УДК 631.512:631.58.03

DOI: 10.52463/22274227\_2021\_38\_3

Код ВАК 06.01.01

А.А. Агеев

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МИНИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА», ЧЕЛЯБИНСК, РОССИЯ

A.A. Ageev

MINIMIZATION IMPROVEMENT OF TILLAGE IN AGRICULTURE OF THE CHELYABINSK REGION  
FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION «CHELYABINSK RESEARCH INSTITUTE  
OF AGRICULTURE», CHELYABINSK, RUSSIA**Анатолий Александрович Агеев**

Anatoly Aleksandrovich Ageev

кандидат сельскохозяйственных наук

AuthorID: 618147

ageev.aa62@mail.ru

**Аннотация.** Цель исследований – определить эффективность применения минимизации обработки почвы в ресурсосберегающих технологиях производства зерна в условиях северного лесостепного агроландшафта Челябинской области. **Методика.** Объектом исследований являлись ресурсосберегающие технологии обработки почвы в различных полевых севооборотах с насыщением зерновыми культурами от 67 до 100%. Исследования проводили в 2013-2019 гг. на опытном поле ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» на базе стационарного полевого опыта, заложенного в 1976 г. Изучали отвальную (контроль), комбинированную с сочетанием безотвальной обработки со вспашкой раз за ротацию севооборота, минимальную (плоскорезную) и нулевую (No-till) системы обработки почвы, которые применяли в зернопаровом севообороте с чередованием пар-пшеница-горох-ячмень, плодосменном - рапс-пшеница-горох-пшеница, зернопаротравяном - пар-озимая рожь-горох-пшеница-однолетние травы-ячмень. Системой удобрений было предусмотрено внесение  $N_{20-30}$  кг д.в. и  $P_{20-35}$  кг д.в. на 1 га пашни в зависимости от предшественника и технологии возделывания. При нулевой системе за 7-8 дней до посева культур деланки опрыскивали глифосатами и дополнительно на 1 га севооборотной площади вносили 15 кг д.в. азота. В фазу кущения зерновых культур на всех вариантах опыта проводили обработку баковой смесью рекомендованных гербицидов. Посев осуществляли стерневой сажалкой СС-6. Общая площадь деланок - 700 м<sup>2</sup>, учетная - 124 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное. **Результаты.** Полученные результаты позволили определить влияние различных систем обработки почвы на показатели почвенного плодородия и эффективность производства зерна в ресурсосберегающих технологиях. Минимизация обработки почвы в зернопаровом севообороте, в частности нулевая система обработки почвы, с сохранением стерни и мульчирующего слоя из соломенной резки способствует накоплению доступной влаги в почве. Наблюдения за плотностью сложения почвы указывают на оптимальный диапазон 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup> в 0-30 см слое для роста и развития зерновых культур. Показатель пористости пахотного слоя чернозема выщелоченного соответствовал удовлетворительной оценке и составлял 54-56%. Однако переход от ежегодной вспашки к прямому посеву уменьшал показатель микробиологической активности пахотного слоя с 43,9% до 38,8%, а по содержанию нитратного азота – с 13,0 мг/кг до 10,2 мг/кг. Это обусловлено снижением темпов минерализации органического вещества почвы и изменением жизнедеятельности почвенной микрофлоры. Регулирующим фактором управления засоренностью агрофитоценозов при минимизации обработки почвы является применение системы высокоэффективных гербицидов, обеспечивающее уровень засоренности посевов ниже порога вредоносности. Выявлено, что наиболее эффективными являются полевые севообороты на фоне применения комбинированной системы обработки почвы с продуктивностью 2,31-2,43 т з.е. с 1 га пашни при максимальной рентабельности - 258% и коэффициенте энергетической эффективности

- 3,7 зернопарового севооборота. Минимальная и нулевая системы обработки почвы обеспечивали сбор зерна 2,09-2,28 т з.е. с 1 га пашни, что оказалось экономически и энергетически выгодно. Яровая пшеница сортов местной селекции, размещаемая по чистому пару, включая химический, и по лучшим непаровым предшественникам (горох, рапс), формирует зерно, по качеству соответствующее 3-му классу ГОСТа, а в отдельные годы – 2-му классу. Для производства классного зерна при минимизации обработки почвы, включая нулевую систему, необходимо сбалансированное питание за счет применения азотно-фосфорных удобрений. **Научная новизна.** Изученные ресурсосберегающие системы обработки почвы в направлении минимизации с применением прямого посева в полевых севооборотах с различным насыщением зерновыми культурами отличаются объективной характеристикой. Совершенствование данных элементов системы земледелия гарантирует урожайность и экономическую эффективность растениеводства, сохранение и повышение почвенного плодородия в условиях северной лесостепи Южного Зауралья.

**Ключевые слова:** зерновые культуры, система обработки почвы, минимизация, полевой севооборот, влажность почвы, плотность почвы, засоренность посевов, урожайность, продуктивность, эффективность.

**Abstract.** The purpose of the research is to determine the effectiveness of minimizing soil cultivation in the resource-saving technologies of grain production in the northern forest-steppe agricultural zone of the Chelyabinsk region. **Methodology.** The object of the research was soil cultivation systems in various field crop rotations with the grain saturation from 67 to 100%. The research was carried out in 2013-2019. on the experimental field of the FGBNU "Chelyabinsk Research Institute of Agriculture" on the basis of the stationary field experiment, laid down in 1976. We studied moldboard (control), combined with a combination of non-moldboard tillage with plowing once per rotation of crop rotation, minimal (flat-cut) and zero (no-till) tillage systems, which were used in crop rotations: grain-steam, with alternating steam-wheat-pea-barley, fruit-changing rapeseed-wheat-peas-wheat, grain-steam-grass steam-winter rye-peas-wheat-annual grasses-barley. The fertilizer system provided for the introduction of  $N_{20-30}$  kg of active ingredient and  $P_{20-35}$  kg of active ingredient per 1 hectare of arable land, depending on the predecessor and cultivation technology. With a zero tillage system, 7-8 days before sowing crops, the plots were sprayed with glyphosates and additionally applied to 1 hectare of the crop rotation area of 15 kg of active ingredient nitrogen. In the tillering phase of grain crops, all variants of the experiment were treated with a tank mixture of the recommended herbicides. Sowing was carried out with an SS-6 stubble seeder. The total area of the plots is 700 m<sup>2</sup>, the registration area is 124 m<sup>2</sup>, the replication is four times, the placement of variants is randomized. **Results.** The results obtained made it possible to determine the influence of various systems of soil cultivation on the indicators of soil fertility and the efficiency of grain production in resource-saving technologies. Minimization of tillage in field crop rotation, in particular zero tillage system with preservation of stubble and mulch layer from straw cutting, contributes to the accumulation of available moisture in the soil. Observations of the soil density of the field crop rotation indicate the optimal range of 1.1-1.2 g/cm<sup>3</sup> in 0-30cm layer for the growth and development of grain crops. The porosity index of the arable layer of leached chernozem corresponded to a satisfacto-

ry assessment and amounted to 54-56%. However, the transition from annual plowing to direct sowing of field crops reduced the indicator of microbiological activity of the arable layer from 43,9% to 38,8%, and in terms of the content of nitrate nitrogen from 13,0 mg/kg to 10,2 mg/kg. This is due to the decrease in the rate of mineralization of soil organic matter and a change in the vital activity of soil microflora. A regulating factor in the management of agrophytocenosis content of impurities while minimizing soil cultivation is the use of a system of highly effective herbicides, which ensures the content of impurities level of crops below the harmfulness threshold. It was revealed that the most effective are field crop rotations against the background of the use of the combined system of tillage with the productivity of 2.31-2.43 metric tons of grain units. That is, from 1 hectare of arable land with a maximum profitability of 258% and an energy efficiency coefficient of 3.7 grain-fallow crop rotation. The minimum and zero processing systems ensured grain collection of 2.09-2.28 metric tons of grain units. That is, from 1 hectare of arable land, which turned out to be economically and energetically

beneficial. Spring wheat varieties of local selection, placed on a pure fallow, including the chemical and the best non-fallow predecessors (peas, rapeseed), forms grain in quality corresponding to the 3rd class of GOST, and in some years the 2nd class. To produce great grain while minimizing tillage, including zero system, you need a balanced diet through the use of nitrogen-phosphorus fertilizers. **Scientific novelty.** The studied resource-saving systems of soil cultivation in the direction of minimization with the use of direct sowing in field crop rotations with different saturation of grain crops differ in objective characteristics. The improvement of these elements of the farming system guarantees the yield and economic efficiency of crop production, the preservation and increase of soil fertility in the conditions of the northern forest-steppe of the Southern Trans-Urals.

**Keywords:** cereals, soil cultivation system, minimization, field crop rotation, soil moisture, soil density, crop content of impurities, yield, productivity, efficiency.

**Введение.** Челябинская область является важным зерносеющим регионом страны, производящим продовольственное зерно сильных и твердых сортов яровой пшеницы. Основным направлением стабилизации производства зерна является совершенствование общепринятых технологий возделывания зерновых культур на основе ресурсосберегающих и почвозащитных систем обработки почвы в полевых севооборотах. По мнению академика Кирюшина В.И., в современных условиях обработка почвы остаётся важнейшим элементом зональных систем земледелия на агроландшафтной основе [1]. В связи с этим уместно привести высказывание Терентия Семеновича Мальцева, почетного академика ВАСХНИЛ, дважды Героя Социалистического Труда, лауреата Государственной премии СССР, который утверждал: «Надо смело попробовать различные приемы, чтобы отобрать лучшее. Только так можно повсеместно решить нашу общую задачу прогрессивного повышения плодородия почвы...» [2].

Отмечая славный юбилей – 125-летие со дня рождения выдающегося земледельца России Т.С. Мальцева, важно следовать его основным принципам, с которыми до сих пор согласна агрономическая общественность страны: «Мы вправе считать, что в ближайшее время появятся новые, более рациональные способы обработки полей, принципиально новые способы возделывания растений...» [3].

На формирование и развитие систем земледелия на Южном Урале существенное влияние оказали новаторские работы Т.С. Мальцева и академика ВАСХНИЛ А.И. Бараева. Уральские аграрии вносят весомый вклад в обеспечение продовольственной безопасности России. Правительством Челябинской области приня-

та программа развития сельского хозяйства на перспективу, где отражены ключевые экономические показатели [4]. В задачи отрасли растениеводства в Челябинской области входит выращивание не менее 2,0 млн. т зерна, выработка и реализация мер по повышению продуктивности культур на основе применения современной техники, увеличения внесения удобрений и многое другое. Посевная площадь зерновых и зернобобовых культур составляет около 1716 тыс. га с ежегодным увеличением посевов на 20 тыс. га за счет ввода в обрабатываемую пашню залежных земель. Урожайность зерновых культур колеблется по годам на уровне 13-16 ц/га. В то же время анализ биоклиматических ресурсов Челябинской области показывает, что потенциальная продуктивность зерновых культур по лесостепному агроландшафту составляет 33,9 ц/га, по степному – 24,2 ц/га.

Ресурсосберегающие технологии имеют сложность переходного периода, так как необходима их адаптация к различным почвенно-климатическим условиям. Академик Кирюшин В.И. указывает, что в числе узловых проблем экологизации земледелия значительный приоритет имеет развитие минимизации обработки почвы и прямого посева [5].

По обобщенным данным профессора Дригидера В.К. (Северо-Кавказский ФНАЦ), в Российской Федерации представлены 17 регионов освоения технологии выращивания полевых культур в системе прямого посева [6]. Технология без обработки почвы (No-till) начала осваиваться в производстве и распространяться в степных засушливых районах Северного Кавказа, Поволжья, Южного Урала, Зауралья, Западной и Восточной Сибири, Алтайского края. Обусловлено это лучшим сохранением влаги при накоплении на по-

верхности растительных остатков предшествующих культур. При увеличивающейся площади посева по этой технологии в производстве, только отдельные НИУ проводят исследования по изучению технологии в системе прямого посева и получают объективную информацию. Например, Северо-Кавказский ФНАЦ, Сибирский НИИ земледелия и химизации, Ульяновский НИИСХ, Удмуртский НИИСХ, Курганский НИИСХ, Челябинский НИИСХ и другие.

Установленная длительными исследованиями ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» взаимосвязь между системами обработки почвы и зональными особенностями природных условий Южного Зауралья находит свое рациональное применение в полевых севооборотах [7].

По данным Министерства сельского хозяйства, в Челябинской области площадь пашни в обработке составляет 2352 тыс. га, с ежегодным введением в оборот 20 тыс. га залежи. По ресурсосберегающим технологиям обработка почвы применяется на площади более 30%. Повышение показателей растениеводства в Челябинской области определено на базе новых агротехнологий возделывания зерновых культур путем освоения ресурсосберегающих систем обработки почвы в основных зерносеющих районах. В связи с этим необходимо научное обоснование дальнейшей минимизации обработки почвы и применения прямого посева в ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур для условий Южного Зауралья.

**Методика.** Для оценки эффективности применения различных ресурсосберегающих систем обработки почвы, включая нулевую технологию (No-till), в полевых севооборотах нами ведется полевой стационар по теме государственного задания № 0771-2019-006: «Разработать ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур для устойчивого производства растениеводческой продукции и сохранения земельных ресурсов».

Цель исследований: изучить системы обработки почвы в ресурсосберегающих технологиях производства зерна с соблюдением почвозащитных требований и рационального использования биоклиматических ресурсов северного лесостепного агроландшафта Южного Зауралья.

Исследования проводятся с 2012 г. на базе стационарного полевого опыта, заложенного в 1976 г. на опытном поле ФГБНУ «Челябинский

НИИСХ». Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный среднесуглинистый с содержанием гумуса 6,9-7,7%.

Изучаются системы обработки почвы по классификации Кирюшина В.И. и Иванова А.Л. [8]: отвальная (контроль) со вспашкой, комбинированная с сочетанием безотвальной обработки со вспашкой раз за ротацию севооборота, минимальная (плоскорезная) и нулевая (No-till). Системы обработки почвы применяли в трех полевых севооборотах: зернопаровом - пар-пшеница-горох-ячмень, плодосменном - рапс-пшеница-горох-пшеница, зернопаротравяном - пар-озимая рожь-горох-пшеница-однолетние травы-ячмень с насыщением зерновыми культурами от 67% до 100%.

Во всех полевых севооборотах по системе удобрений вносится  $N_{20-30}$  кг д.в. и  $P_{20-35}$  кг д.в. на 1 га пашни, которые дифференцировались под культуры в зависимости от технологии их возделывания и размещения в севообороте. При системе No-till дополнительно на 1 га севооборотной площади вносится 15 кг д.в. азота. Общая площадь делянок - 700 м<sup>2</sup>, учетная - 124 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное. Посев культур проводился сеялкой СС-6, оборудованной дисковыми сошниками и специальным приспособлением (турбодиски) для прямого посева. В системе No-till предусматривалось внесение глифосата за 7-8 дней до посева. Система защиты растений предусматривала опрыскивание посевов полевых культур баковой смесью гербицидов, фунгицидов и инсектицидов при превышении порога вредоносности.

Погодные условия в годы проведения исследований были различными. ГТК составил в 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 и 2019 г. соответственно 1,5; 1,4; 1,7; 1,3; 1,1; 1,3 и 1,3. В исследованиях использовались общепринятые методики по определению агрофизических свойств: влажности почвы – термостатно-весовым методом, плотности сложения почвы буром Качинского с использованием цилиндра емкостью 500 см<sup>3</sup>; агрохимических показателей: общего гумуса по Тюрину, азота нитратного и фосфора подвижного по Чирикову и рН потенциметрически в солевой вытяжке; микробиологической активности почвы методом льянных полотен; засоренности посевов по удельной массе в агрофитоценозе по Милащенко; учет

урожайности культур прямым комбайнированием Сампо 500, данные учетов которых подвергались дисперсионному анализу по Доспехову в программе Snedecor [9, 10, 11].

**Результаты.** Научно обоснованный переход на новые ресурсосберегающие технологии на основе минимизации обработки почвы основывается на установленной закономерности – минимальная обработка почвы в севообороте не ухудшает, по сравнению со вспашкой, основные параметры почвенного плодородия. В результате наших исследований по изучению систем обработки почвы в типичном полевом зернопаровом севообороте с 75%-м насыщением зерновыми культурами получены следующие показатели плодородия почвы (таблица 1).

Таблица 1 - Показатели плодородия чернозема выщелоченного в зависимости от систем обработки почвы, 2013-2019 гг.

Система обработки почвы	Показатель			
	содержание продуктивной влаги в слое 0-100 см, мм	плотность сложения почвы в слое 0-30 см, г/см <sup>3</sup>	содержание нитратного азота в слое 0-40 см, мг/кг	биологическая активность почвы, %
Отвальная	125	1,14	13,0	43,9
Комбинированная	122	1,13	12,3	43,0
Минимальная	121	1,14	10,9	39,2
Нулевая	129	1,15	10,2	38,8
НСР <sub>05</sub>	20,2	0,04	3,86	9,85

За период наблюдений в опыте весенние влагозапасы по содержанию продуктивной влаги в метровом слое почвы под культурами полевого севооборота характеризуются как удовлетворительные. Максимальное ее накопление на варианте нулевой системы обработки почвы, с оставлением мульчи растительных остатков возделываемых культур на поверхности почвы.

Плотность сложения почвы во время приобретения равновесного состояния находилась в оптимальном для роста и развития зерновых культур по всем системам обработки почвы диапазоне 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup>. Это характеризует высокую устойчивость черноземных почв к уплотнению. Пористость пахотного слоя чернозема выщелоченного соответствует удовлетворительной оценке и составляет 54%-56%.

В технологиях с энергосберегающими обработками почвы основная масса пожнивных и растительных остатков, являющихся пищей для почвенной микрофлоры, в том числе патогенной, находится в верхних слоях почвы [12]. Наблюдениями в посевах яровой пшеницы по пару установлено снижение микробиологической активности пахотного слоя от вспашки до нулевой обработки почвы с 43,9% до 38,8%. В результате минимизации обработки почвы снижается интенсивность минерализации органического вещества почвы, при этом образуется дефицит нитратного азота, который приводит к ухудшению азотного режима питания полевых культур [13]. Необходимы компенсирующие дозы азотных удобрений.

В полевых севооборотах с насыщением зерновыми культурами до 75% накопление растительных остатков в виде соломы составило 3,0 т/га, в плодосменном севообороте – 4,2 т/га, что в условиях лесостепных агроландшафтов Южного Зауралья недостаточно для поддержания стабильного состояния плодородия почвы и для его повышения [14].

Корреляционный анализ между продуктивностью культур зернопарового севооборота при различных системах обработки почвы и содержанием нитратного азота, а также подвижного фосфора позволяет моделировать показатели плодородия пахотного горизонта чернозема выщелоченного и корректировать дозы внесения минеральных удобрений в зависимости от предшественников.

Степень влияния содержания подвижного фосфора в 0-40 см слое почвы на продуктивность культур зернопарового севооборота составляет в среднем 68-81% при коэффициенте корреляции  $r = 0,82-0,89$  на вариантах отвальной и минимальной систем обработки почвы. Степень влияния содержания N-NO<sub>3</sub> на продуктивность севооборота на фоне минимальной и нулевой систем обработки почвы в среднем составила 46-48% (рисунок).

Показатели удельной массы сорняков в различных агрофитоценозах были ниже порога вредоносности по всем системам обработки почвы. Контроль засоренности возделываемых культур обусловлен применением баковых смесей высокоэффективных гербицидов в период вегетации и внесением глифосата до посева [15].

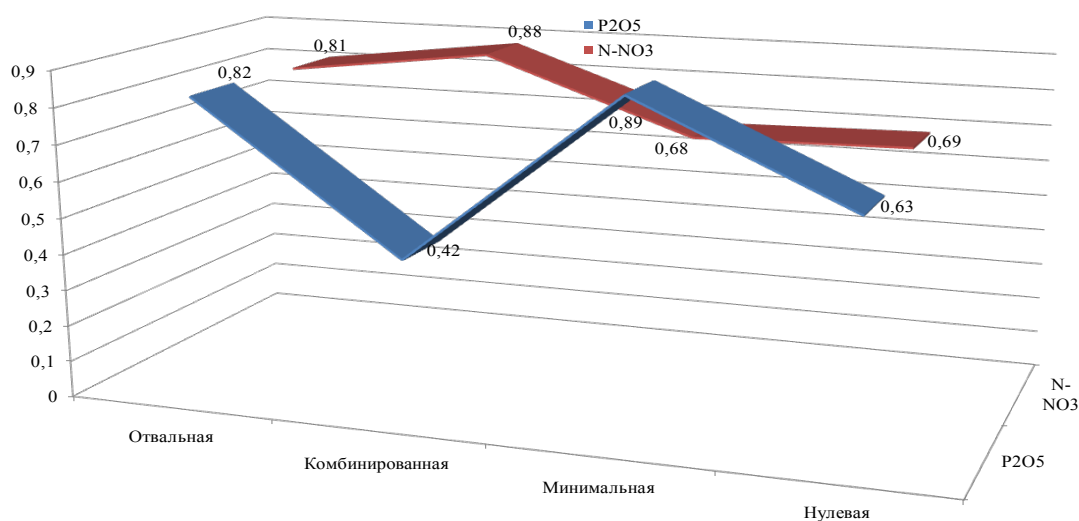


Рисунок - Корреляционная зависимость между содержанием нитратного азота N-NO<sub>3</sub>, подвижного фосфора P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и урожайностью культур зернопарового севооборота в зависимости от систем обработки почвы

Минимизация обработки почвы не ухудшает уровень плодородия пахотного слоя чернозёма выщелоченного и обеспечивает устойчивую продуктивность полевых севооборотов (таблица 2).

Таблица 2 - Эффективность систем обработки почвы в полевых севооборотах Южного Зауралья, 2013-2019 гг.

Севооборот	Система обработки почвы	Урожайность зерновых культур, т/га	Выход зерновых единиц с 1 га пашни, т	Рентабельность, %	КЭЭ*
Зернопаровой	отвальная	3,17	2,35	233	3,6
	комбинированная	3,10	2,31	258	3,7
	минимальная	2,89	2,15	230	3,4
	нулевая	2,71	2,09	147	3,6
НСР <sub>05</sub>		0,36			
Плодосменный	отвальная	2,31	2,48	239	2,8
	комбинированная	2,26	2,41	251	2,8
	минимальная	2,08	2,22	212	2,5
	нулевая	2,06	2,21	131	2,6
НСР <sub>05</sub>		0,23			
Зернопаротравяной	отвальная	3,28	2,52	210	3,5
	комбинированная	3,17	2,43	232	3,4
	минимальная	2,92	2,25	203	3,4
	нулевая	2,93	2,28	145	3,6
НСР <sub>05</sub>		F <sub>ф</sub> < F <sub>т</sub>			

\*Примечание: КЭЭ – коэффициент энергетической эффективности

Исследованиями установлено, что эффективное производство продукции 2,31-2,43 т зерновых единиц с 1 га пашни получено в севооборотах при комбинированной системе обработки почвы. Она оказалась наиболее рентабельной. Минимальная система обработки уступала отвальной системе по уровню продуктивности севооборотов на 0,20-0,27 т зерновых единиц с 1 га пашни, но по уровню рентабельности максимально приблизилась к ней. Технология No-till с прямым посевом в различных севооборотах обеспечивала сбор зерна 2,09-2,28 т зерновых единиц с 1 га севооборотной площади с рентабельностью 145-147%, что является экономически выгодным.

Коэффициент энергетической эффективности составил по зернопаровому и зернопаротравяному севооборотам в среднем 3,5 ед. По плодосменному севообороту этот показатель снизился до 2,7 ед., что обусловлено достаточно высокими энергетическими затратами при производстве рапса и гороха.

Выращивание зерновых культур региональной Уральской селекции позволяет минимизировать почвообработку, включая применение нулевой системы обработки почвы. Вместе с тем в условиях Челябинской области, особенно для лесостепных агроландшафтов, необходимы генотипы, выносливые не только к засухе, но и к её избытку.

Яровая пшеница сортов селекции ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», размещаемая по луч-

шим предшественникам (пар чистый и химический, горох, рапс) формирует зерно, по качеству соответствующее 3-му классу ГОСТа, при обеспечении оптимального режима минерального питания. При переходе на нулевую систему обработки почвы получено зерно яровой пшеницы с содержанием клейковины по предшественникам: химическому пару - 26,3%, рапсу - 26,2% и гороху – 26,1%.

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлено:

- минимизация обработки почвы в полевых севооборотах, включая нулевую систему обработки почвы, способствует влагонакоплению, оптимальной плотности сложения 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup> и удовлетворительной пористости 54-56%-го чернозема выщелоченного;
- переход от ежегодной вспашки к прямому посеву полевых культур уменьшает показатель микробиологической активности пахотного слоя с 43,9% до 38,8%, а по содержанию нитратного азота – с 13,0 мг/кг до 10,2 мг/кг. Это обусловлено снижением темпов минерализации органического вещества почвы и изменением жизнедеятельности почвенной микрофлоры;
- регулирующим фактором управления засоренностью посевов зерновых культур при минимизации обработки почвы является применение системы высокоэффективных гербицидов и сороочищающий эффект предшественников (чистый и химический пары, озимая рожь, рапс). Удельная масса сорной растительности в различных агрофитоценозах находилась в пределах порога вредоносности сорняков до 10% по всем системам обработки почвы;
- накопление растительных остатков в виде измельченной соломы в полевых севооборотах с полем чистого пара составило 3,0 т/га, в плодосменном севообороте – 4,2 т/га, что в условиях лесостепных агроландшафтов недостаточно для поддержания стабильного состояния плодородия почвы и для его повышения;
- наиболее эффективными являлись полевые севообороты на фоне применения комбинированной системы обработки почвы с продуктивностью 2,31-2,43 т з. е. с 1 га пашни при максимальной рентабельности – 258% и коэффициенте энергетической эффек-

тивности – 3,7 зернопарового севооборота. Минимальная и нулевая системы обработки обеспечивали сбор зерна 2,09-2,28 т з. е. с 1 га пашни, с рентабельностью 145-147% и КЭЭ =2,5-3,6, что оказалось экономически и энергетически выгодно;

- яровая пшеница, размещаемая по чистому пару, включая химический, и лучшим непаровым предшественникам (горох, рапс), на фоне применения различных систем обработки почвы формирует зерно, по качеству соответствующее 3-му классу ГОСТа. Для производства качественного зерна при минимизации обработки почвы, включая нулевую систему, необходимо сбалансированное питание за счет применения азотно-фосфорных удобрений.

#### Список литературы

- 1 Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия // Пути решения экологических проблем в сельскохозяйственном производстве Урала: материалы научной конференции (21 декабря 2006 г.). Екатеринбург. 2007. С. 19-27.
- 2 Мальцев Т.С. Земля полна загадок. Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1969. 200 с.
- 3 Мальцев Т.С. Система безотвального земледелия. М.: Агропромиздат, 1988. 128 с.
- 4 О государственной программе Челябинской области «Развитие сельского хозяйства в Челябинской области на 2014-2020 годы»: постановление Правительства Челябинской области от 22.10.2013 г. № 352-П [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.chelagro.ru/programs/arkhiv-programm-chelyabinskoy-oblasti/gosprogramma-chel-razvitiya-sh-2014-2020.php> (дата обращения 12.12.2020)
- 5 Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3-8.
- 6 Дридигер В.К. Состояние проведения исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву // Сельскохозяйственный журнал. 2019. № 5 (12). С. 8-16.
- 7 Вражнов А.В. Адаптивная интенсификация систем земледелия на Южном Урале: монография. Челябинск: ЧГАУ, 2002. 272 с.
- 8 Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем

земледелия и агротехнологий: методическое руководство / под ред. академиков РАСХН В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. М.: Росинформагротех, 2005. 784 с.

9 Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследований физических свойств почв и грунтов. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

10 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): изд. 5-е доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

11 Система защиты растений в ресурсосберегающих технологиях / под общей ред. Немченко В.В. Куртамыш: ГУП «Куртамышская типография», 2011. 525 с.

12 Изменение микробиологического состава выщелоченного чернозема Зауралья при применении технологий без обработки почвы / С.Д. Гилев [и др.] // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3 (35). С. 25-29.

13 Ресурсосберегающие способы обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии Зауралья / под общей ред. С.Д. Гилева. Куртамыш: ГУП «Куртамышская типография», 2010. 194 с.

14 На пути к бесплужному земледелию / под общей редакцией С.Д. Гилева. Куртамыш: ГУП «Куртамышская типография», 2015. 312 с.

15 Эффективность допосевного применения гербицидов и их фитотоксичность на выщелоченном черноземе в Курганской области / Н.Ю. Заргарян [и др.] // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 2 (34). С. 16-19.

#### List of references

1 Kiryushin V.I. Minimization of soil tillage: prospects and opposites // Ways to solve environmental problems in the agricultural production of the Urals: materials of the scientific conference (December 21, 2006). Ekaterinburg. 2007. Pp. 19-27.

2 Maltsev T.S. Earth is full of mysteries. Chelyabinsk: South Ural Book Publishing House, 1969. 200 p.

3 Maltsev T.S. System of reckless agriculture. M.: Agropromizdat, 1988. 128 p.

4 On the state program of the Chelyabinsk region «Development of agriculture in the Chelyabinsk region for 2014-2020»: Decree of the Government of the Chelyabinsk region dated 22.10.2013 № 352-P [Electronic resource]. – URL: <http://www.chelagro.ru/programs/arkhiv-programm-chelyabinskoy-oblasti/gosprogramma-chel-razvitiya-sh-2014-2020.php> (case date 12.12.2020)

5 Kiryushin V.I. Tasks of scientific and innovative support of agriculture of Russia // Zemledelie. 2018. № 3. Pp. 3-8.

6 Dridiger V.K. State of Research on Minimization of Soil Work and Direct Sowing // Agricultural Journal. 2019. № 5 (12). Pp. 8-16.

7 Vrazhnov A.V. Adaptive intensification of agricultural systems in the Southern Urals: monograph. Chelyabinsk: ChGAU, 2002. 272 p.

8 Agroecological assessment of lands, design of adaptive-landscape systems of agriculture and agricultural technologies: methodological guidance / ed. Academicians of the Russian Academy of Agricultural Sciences V.I. Kiryushin, A.L. Ivanov. M.: Rosinformagroteh, 2005. 784 p.

9 Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods of studying the physical properties of soils and soils. M.: Agropromizdat, 1986. 416 p.

10 Dospekhov B.A. Field experience methodology (with the basics of statistical work of research results: ed. 5th supplement and processing. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.

11 System of plant protection in resource-saving technologies / ed. V.V. Nemchenko. Kurtamysh: State Unitary Enterprise «Kurtamysh Printing House», 2011. 525 p.

12 Change in the microbiological composition of leached chernozem of the Trans-Urals when using technologies without tillage / S.D. Gilev [et al.] // Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2020. № 3 (35). Pp. 25-29.

13 Resource-saving methods of soil cultivation in adaptive-landscape agriculture of the Trans-Urals / under the general editorship of. S.D. Gilev. Kurtamysh: State Unitary Enterprise «Kurtamysh Printing House», 2010. 194 p.

14 On the way to careless agriculture / under the general editorship of S.D. Gilev. Kurtamysh: State Unitary Enterprise «Kurtamysh Printing House», 2015. 312 p.

15 Effectiveness of pre-sowing use of herbicides and their phytotoxic wear on leached chernozem in the Kurgan region / N.Yu. Zargaryan [et al.] // Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2020. № 2 (34). Pp. 16-19.