

М.-Р.А. Казиев ✉,
Н.Р. Магомедов,
С.А. Теймуров

Федеральный аграрный научный центр
Республики Дагестан, Махачкала, Россия

✉ samteim@rambler.ru

Поступила в редакцию:
08.03.2023

Одобрена после рецензирования:
11.07.2023

Принята к публикации:
25.07.2023

Magomed-Rasul A. Kaziev ✉,
Nurulislam R. Magomedov,
Samir A. Teymurov

Federal agricultural research center
of the Republic of Dagestan, Makhachkala,
Russia

✉ samteim@rambler.ru

Received by the editorial office:
08.03.2023

Accepted in revised:
11.07.2023

Accepted for publication:
25.07.2023

Совершенствование системы обработки почвы в условиях орошения Терско-Сулакской подпровинции

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Основной причиной снижения урожаев сельскохозяйственных культур при уплотнении почвы является ухудшение условий для формирования мощной корневой системы и активной ее деятельности, поэтому физические свойства почв имеют важное значение в деле повышения эффективного плодородия почв и получения высоких урожаев возделываемых культур. Правильное регулирование агрофизических свойств почвы является главной задачей обработки почвы. Цель исследования — изучение влияния системы обработки почвы по фазам развития озимой пшеницы в орошаемой равнинной зоне на агрофизические показатели лугово-каштановой почвы и продуктивность зерна.

Методы. Полевой опыт осуществляли в орошаемой зоне Терско-Сулакской подпровинции на лугово-каштановой почве. Схема опыта включала систему обработки почв (поливной полупар и полупар) и удобрений (на трех уровнях минерального питания для озимой пшеницы).

Результаты. Применение систем обработки поливного полупара и полупара в орошаемом земледелии Терско-Сулакской подпровинции благоприятно воздействует на агрофизические свойства почвы, которые способны противостоять размыванию пашни от водной эрозии, способствует продуктивности озимой пшеницы. Характеризуя оценку исследования по системам обработки почвы при возделывании озимой пшеницы, преимущественные показатели по полупаровой системе обработки связаны с лучшим содержанием продуктивной влаги, агрофизических свойств почвы и внесением минеральных удобрений, что повлияло на увеличение урожая и структуру зерна. Таким образом, определена адаптивная система обработки лугово-каштановой почвы в условиях орошения.

Ключевые слова: плодородие, лугово-каштановая почва, обработка почвы, агрофизические свойства, минеральные удобрения, фаза развития, озимая пшеница

Для цитирования: Казиев М.-Р.А., Магомедов Н.Р., Теймуров С.А. Совершенствование системы обработки почвы в условиях орошения Терско-Сулакской подпровинции. *Аграрная наука*. 2023; 373(8): 86–92. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-86-92>

© Казиев М.-Р.А., Магомедов Н.Р., Теймуров С.А.

Improvement of the tillage system in the conditions of irrigation of the Tersko-Sulak substructure

ABSTRACT

Relevance. The main reason for the decrease in crop yields during soil compaction is the deterioration of conditions for the formation of a powerful root system and its active activity, therefore, the physical properties of soils are important in increasing the effective fertility of soils and obtaining high yields of cultivated crops. Proper regulation of the agrophysical properties of soils is the main task of tillage. The aim of the study is to study the influence of the tillage system on the phases of development of winter wheat in the irrigated plain zone on the agrophysical indicators of meadow-chestnut soil and grain productivity.

Methods. The field experiment was carried out in the irrigated zone of the Tersko-Sulak substructure on meadow-chestnut soil. The scheme of the experiment includes a system of tillage (irrigation half-steam and half-steam) and fertilizers (at 3 levels of mineral nutrition for winter wheat).

Results. The use of irrigation half-steam and half-steam treatment systems in irrigated agriculture of the Tersko-Sulak substructure has a beneficial effect on the agrophysical properties of the soil, which are able to resist the erosion of arable land from water erosion, contributes to the productivity of winter wheat. Characterizing the evaluation of the study on tillage systems for winter wheat cultivation, the predominant indicators for the semi-steam treatment system are associated with a better content of productive moisture, agrophysical properties of soils and the introduction of mineral fertilizers, which affected the increase in yield and grain structure. Thus, an adaptive system of meadow-chestnut soil treatment under irrigation conditions has been determined.

Key words: fertility, meadow-chestnut soil, tillage, agrophysical properties, mineral fertilizers, development phase, winter wheat

For citation: Kaziev M.-R.A., Magomedov N.R., Teymurov S.A. Improvement of the tillage system in the conditions of irrigation of the Tersko-Sulak substructure. *Agrarian science*. 2023; 373(8): 86–92 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-86-92>

© Kaziev M.-R.A., Magomedov N.R., Teymurov S.A.

Введение/Introduction

Устанавливая систему обработки почвы, нужно в первую очередь учитывать почвенно-климатические условия, характер предшествующего использования поля, засоренность его сорняками, механический состав, засоленность, структурность и плотность почвы, а также биологию культур, под посев которых она отводится.

Основной причиной снижения урожаев сельскохозяйственных культур при уплотнении почвы является ухудшение условий для формирования мощной корневой системы и активной ее деятельности [1], поэтому физические свойства почв имеют важное значение в деле повышения эффективного плодородия почв и получения высоких урожаев возделываемых культур. Правильное регулирование агрофизических свойств почвы является главной задачей ее обработки.

Невозможно повышение плодородия почвы без правильной и рациональной ее обработки, особенно сейчас, когда резко сократилось внесение органических и минеральных удобрений [2, 3]. Необходимо помнить, что, применяя совершенные системы обработки почвы и правильно используя удобрения, можно коренным образом изменить физические и химические свойства почвы и создать благоприятные условия для роста и развития пшеницы [4]. Регионы с аридным климатом и недостаточным увлажнением осадков летом обуславливают применение влагосберегающих технологических приемов для возделывания зерновых культур [5, 6]. Поэтому приемы обработки почвы осуществляются с учетом конкретных особенностей каждого хозяйства и обрабатываемого поля, следует считать важнейшим звеном в комплексе агрономических мероприятий в целях повышения уровня плодородия почв и роста урожайности сельскохозяйственных культур¹.

Цель исследования — изучение влияния системы обработки почвы по фазам развития озимой пшеницы в орошаемой равнинной зоне на агрофизические показатели лугово-каштановой почвы, урожайность и структуру зерна.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Полевой опыт осуществляли в 2015–2019 гг. в орошаемой зоне Терско-Сулакской подпровинции ОС им. С.М. Кирова Хасавюртовского района Республики Дагестан Российской Федерации.

Схема опыта включает систему обработки почв (а) и удобрений (б):

а) система обработки почвы: 1 — поливной полупар (контроль) включает влагозарядковый полив вслед за уборкой озимой пшеницы с использованием оставшейся после предшественника оросительной сети нормой 1200 м³/га, два-три дискования по мере отрастания сорняков (июль — август), отвальную вспашку на 20–22 см в начале II декады сентября, продольно-поперечное дискование с одновременным боронованием во II декаде сентября; 2 — полупаровая система: лущение стерни на глубину 6–8 см, отвальная вспашка на 20–22 см в III декаде июля, выравнивание поверхности почвы мала-

выравнивателем, полив нормой 1200 м³/га в III декаде августа, дискование с одновременным боронованием;

б) система удобрений (на трех уровнях минерального питания) для озимой пшеницы (сорт Крупинка):

1 — контроль (без внесения минеральных удобрений),

2 — N₉₀P₅₀ (N₁₀P₅₀) аммофоса под основную обработку, N₃₀ аммиачной селитры в фазе кущения, N₃₀ в фазе выхода в трубку, N₂₀ карбонида в фазе колошения,

3 — N₁₈₀P₁₀₀ (N₂₀P₁₀₀) под основную обработку, N₆₀ в фазе кущения, N₆₀ в фазе выхода в трубку, N₄₀ в фазе колошения.

Посевная площадь: опытной делянки (S_п) — 112,5 м² (7,5 x 15), учетной (S_у) — 100,8 м² (7,2 x 14), повторность — трехкратная.

Почва лугово-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая с слабощелочным составом (в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26483-85)² pH — 7,0–7,5, содержание гумуса в почве (по Тюрину в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26213-91)³ — 2,94–3,70%, динамика содержания подвижных форм фосфора и калия (по Мачигину в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26205-91)⁴ в пахотных слоях почвы составляла, соответственно, 1,8–2,3 и 40,8–45,3 мг / 100 г почвы. Плотность верхних слоев почвы — 1,25–1,32 г/см³.

Климат исследуемого района Терско-Сулакской подпровинции Дагестана умеренно континентальный с неустойчивым выпадением осадков летом и значительным притоком солнечной радиации при сумме активных температур 3669 °С (выше +10 °С). Годовые атмосферные осадки — 482 мм, в весенне-летний период — 167–203 мм. Испарение с поверхности почвы — 815–917 мм, восполняется орошением.

Гистограмма средней температуры в зимний период составляет 0,25–2,6 °С, в летний — 24,1–26,4 °С. Абсолютный температурный минимум попадает на пик января (–12,2 °С), в свою очередь, абсолютный максимум выходит на июль (+39,2 °С).

Линейная тенденция изменения температуры за 2010–2020 гг. положительная, становится теплее из-за изменения климата, что подтверждается наблюдениями.

Во время проведения опытов в 2015 году вегетационный период (апрель — май) характеризовался как очень засушливый (ГТК = 0,59) при выпадении в средней сумме осадков 96 мм. В 2016 году — слабо засушливый (ГТК = 1,21), 202 мм осадков, в 2017 году — засушливый (ГТК = 0,99), 152 мм осадков, в 2018–2019 гг. период вегетации характеризовался как сухой (ГТК = 0,39–0,34), осадков выпало, соответственно, 68 мм и 61 мм.

Анализ данных метеонаблюдений получен с метеостанции «Хасавюрт» с учетом среднемноголетних (за последние 10 лет). Влагообеспеченность вегетационного периода озимой пшеницы является гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова Г.Т., которое рассчитывали по формуле⁵:

$$ГТК = r/0,1\Sigma > 10^{\circ}$$

Изучение агрофизических и водно-физических свойств почвы осуществляли в соответствии с методами, изданными в специализированной литературе^{6, 7}.

¹ Абдурагимов П.А., Караев А.Г., Нураева Э.А. Обработка почвы Дагестана. Махачкала: Дагкнигоиздат. 1974; 60.

² ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО.

³ ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

⁴ ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.

⁵ Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата: мировой агроклиматический справочник. Л.-М. 1977; 220.

⁶ Мазиров М.А., Шеин Е.В., Корчагин А.А., Шушкевич Н.И., Дембовецкий А.В. Полевые исследования свойств почв: учеб. пособие к полевой практике для студентов, обучающихся по направлению подготовки 021900 «Почвоведение». Владимир: Изд-во ВлГУ. 2012; 72.

⁷ Гилёв В.Ю. Физика почв: учеб.-метод. указания по полевой практике. Пермь. 2012; 37.

Обработка почвы под озимые после стерневых предшественников проводилась по системе, разработанной ФАНЦ РД для равнинной зоны Республики Дагестан⁸. Наблюдение за фенологическими фазами растений (от посева до созревания), оценку биологической урожайности и структуры зерна проводили по общепринятой методике⁹, статистический анализ — по Б.А. Доспехову¹⁰ и программе MS Excel 2019 (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

От складывающихся погодных условий обработка почвы должна быть направлена на сохранение и накопление влаги, от чего напрямую зависит урожайность озимой пшеницы. Из данных таблицы 1 видно, что в первый период развития озимой пшеницы запас продуктивной влаги в пахотном слое почвы был выше на 2,8 мм на варианте с полупаровой обработкой, чем у поливного полупара. Количество продуктивной влаги перед посевом в пахотной почве составлял от 16,8 до 19,6 мм, во время возобновления весенней вегетации часть накопившейся влаги аккумулируется в несколько раз (от 32,2 до 34,7 мм). К фазе полной спелости количество влаги в пахотном слое снижается из-за ее активного потребления растениями. В начале кущения озимая пшеница формирует вторичную корневую систему, элементы которой выходят за пределы пахотного слоя, поэтому определяющим в формировании урожая (вегетативная масса, генеративные органы) является содержание запаса влаги в метровом слое почвы.

В таблице 2 запас продуктивной влаги в метровом слое по обработке почв полупара в период возобнов-

ления весенней вегетации озимой пшеницы был выше, чем у поливного полупара, на 13,7 мм, соответственно, перед уборкой — на 25,8 мм, по суммарному водопотреблению и коэффициенту водопотребления на одно зерно — выше по системе обработки поливного полупара на 12,1 мм и, соответственно, на 69,7 м³/т полупара.

В агрономическом отношении ценными почвенными агрегатами являются комковато-зернистая структура с размером от 0,25 до 10 мм, обладающая пористостью и водопрочностью, которая обуславливает наиболее благоприятный водно-воздушный режим почвы [7, 8].

Применение системы обработки почвы (поливного полупара и полупара) благоприятно воздействует на структуру агрегатного состава пахотного слоя и развитие растений (табл. 3). Наибольшее количество формирования пылевидной фракции в фазе полной спелости способствует устойчивости к действию эрозии и дефляции благодаря созданию среднекомковатой структуры.

Данные исследований по структуре почв в сравнении с обработкой поливного полупара и полупара свидетельствуют о незначительных изменениях в пахотном слое почвы (в период вегетации пшеницы). По системе обработки полупара агрономически ценная структура (0,25–10 мм) была выше, чем у поливного полупара, на 5,4%, водопрочным агрегатам — на 6,5%, коэффициенту структурности — на 0,16%.

Определяющим параметрическим фактором в земледелии является физическое состояние почвы [9]. Изучение структурно-агрегатного состава почвы в совокупности связано с плотностью и пористостью, характерного для каждого горизонта почвы.

Таблица 1. Запас продуктивной влаги пахотного и метрового слоя почвы при разных системах обработки почвы под посев озимой пшеницы за 2015–2019 гг., мм

Table 1. The supply of productive moisture of the arable and meter-long soil layer with different tillage systems for sowing winter wheat for 2015–2019, mm

Показатели	Системы обработки почвы					
	поливной полупар			полупар		
	0–20 см	0–100 см	урожайность, т/га	0–20 см	0–100 см	урожайность, т/га
Перед посевом	16,8	108,9	4,08*	19,6	123,6	4,49*
Весеннее кущение	32,2	114,6		34,7	128,3	
Полная спелость	11,5	39,7		15,3	65,5	
НСР ₀₅ для 0–20 см, мм — 1,69 НСР ₀₅ для 0–100 см, мм — 16,68						

Примечание: * Средняя урожайность озимой пшеницы по всем вариантам опыта (НСР₀₅ в 2015 г. — 0,28, в 2017 г. — 0,26, в 2018 г. — 0,27, в 2019 г. — 0,26, в 2019 г. — 0,30), т/га.

Таблица 2. Влияние разных систем обработки почвы на водный баланс под посевами озимой пшеницы (среднее за 2021–2022 гг.)

Table 2. Influence of different tillage systems on the water balance under winter wheat crops (average for 2021–2022)

Показатели	Технология системы обработки почвы	
	поливной полупар	полупар
Запасы продуктивной влаги в начале весенней вегетации в слое 0–100 см, мм	114,6	128,3
Запасы продуктивной влаги перед уборкой в слое 0–100 см, мм	39,7	65,5
Сумма осадков за вегетационный период, мм	115,8	115,8
Суммарное водопотребление, мм	190,7	178,6
Коэффициент водопотребления, м ³ /т	467,4	397,7

⁸ Система ведения сельского хозяйства в Дагестане. Махачкала: Дагкнигоиздат. 1976; 617.

⁹ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос. 2019; 329.

¹⁰ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 6-е изд. Москва: Альянс. 2011; 351.

Таблица 3. Содержание агрегатов в слое 0–20 см в зависимости от способа систем обработки почвы в разные фазы вегетации озимой пшеницы (2015–2019 гг.)

Table 3. The content of aggregates in a layer of 0–20 cm, depending on the method of tillage systems in different phases of winter wheat vegetation (2015–2019)

Период отбора почвенного образца по фазам	Содержание агрегатов, %				Коэффициент структурности ($K_{стр}$)
	> 10 мм	< 0,25 мм	0,25–10 мм	водопрочных	
Поливной полупар					
Всходы	31,9	10,4	64,6	46,7	1,53
Кущение	35,3	11,6	57,9	48,2	1,24
Полная спелость	36,8	12,0	51,7	48,0	1,06
По всем фазам	34,6	11,3	58,1	47,6	1,27
Полупар					
Всходы	28,1	11,5	69,4	52,0	1,75
Кущение	34,0	12,4	62,5	54,4	1,35
Полная спелость	36,3	12,9	58,6	55,7	1,19
По всем фазам	32,8	12,3	63,5	54,1	1,43
НСР ₀₅	4,28	0,38	2,45	3,01	0,15

Таблица 4. Влияние разных систем обработки на плотность и пористость почвы по фазам развития озимой пшеницы (2015–2019 гг.)

Table 4. Influence of different processing systems on soil density and porosity by phases of winter wheat development (2015–2019)

Период отбора почвенного образца по фазам	Слой почвы, см	Плотность, г/см³		Общая пористость, %
		сложения почвы	твердой фазы почвы	
Поливной полупар				
Всходы	0–10	1,15	2,59	55,6
	10–20	1,24	2,63	52,8
	20–30	1,27	2,63	51,7
	0–30	1,22	2,62	53,4
Кущение	0–10	1,18	2,65	55,5
	10–20	1,26	2,67	52,8
	20–30	1,28	2,68	52,3
	0–30	1,24	2,66	53,4
Полная спелость	0–10	1,28	2,70	52,6
	10–20	1,30	2,72	52,2
	20–30	1,31	2,73	52,1
	0–30	1,29	2,72	52,6
По всем фазам	0–30	1,25	2,66	53,2
Полупар				
Всходы	0–10	1,12	2,60	56,9
	10–20	1,17	2,62	55,4
	20–30	1,23	2,63	53,3
	0–30	1,17	2,62	55,4
Кущение	0–10	1,15	2,64	56,4
	10–20	1,24	2,66	53,4
	20–30	1,26	2,66	52,6
	0–30	1,22	2,65	53,9
Полная спелость	0–10	1,25	2,68	53,4
	10–20	1,28	2,70	52,6
	20–30	1,28	2,71	52,7
	0–30	1,27	2,70	53,3
По всем фазам	0–30	1,22	2,66	54,2
НСР ₀₅ по двум системам обработки почвы (0–30 см)		0,04	0,04	2,02

Исследования почв под посевами озимой пшеницы показали, что на вариантах с разными системами обработки в фазах полной спелости (конец вегетации) по сравнению со всходами (возобновление весенней вегетации) характеризовалась меньшими показателями плотности и пористости по всем слоям почвы, плотность повышается от весны к уборке их урожая. В системах обработки почвы (в слое 0–30 см) в начале весенней вегетации она (?) составляла 1,19 г/см³, перед уборкой увеличилась до 1,28 г/см³. Плотность сложения на варианте поливного полупара в 0–30 см составила 1,22 г/см³ и 1,29 г/см³ и твердой фазы — 2,62 г/см³ и 2,72 г/см³ при общей пористости 53,4% и 52,6%, соответственно, по полупаровой обработке 1,17 г/см³ и 1,22 г/см³, 2,62 г/см³ и 2,70 г/см³, 55,4% и 53,3% (табл. 4).

Несущественную разницу на плотность и пористость почв по фазам вегетации озимой пшеницы в 0–30 см (1,22–1,25 г/см³ и 53,2–54,2%) показало применение обработки почв поливного полупара и полупара, что подтверждается дисперсионным анализом к полученным данным (НСР₀₅ — 0,04 г/см³ и 2,02%).

Таким образом, применение изучаемых технологий обработки почв не выявило существенной разницы на плотность и пористость почвы в период вегетации

озимой пшеницы в 0–30 см (1,22–1,25 г/см³ и 53,2–54,2%), что подкрепляется дисперсионным анализом к полученным данным (НСР₀₅ — 0,04 г/см³ и 2,02%).

Опыты по обеим системам обработки почв под посев озимой пшеницы показывают благоприятные агрофизические свойства и не приводили к значительным переуплотнениям пахотного слоя, что также подтверждается другими исследованиями [10].

На основании исходных данных урожайности зерна озимой пшеницы, которые представлены на рисунке 1, можно сделать вывод, что применение полупаровой обработки с системой удобрений обеспечивает получение более высокого урожая по сравнению с обработкой поливного полупара в варианте «контроль без удобрений» на 0,33 т/га (10,6%), N₉₀P₅₀ — на 0,41 т/га (8,8%), N₁₈₀P₁₀₀ — на 0,49 т/га (8,8%).

Влияние систем обработки почв и удобрений на структуру урожая озимой пшеницы показало (среднее по всем вариантам опыта): по количеству растений — 362–398 шт/м² (НСР₀₅ — 25,13), по общему количеству растений — 397–429 шт/м² (НСР₀₅ — 49,62), по количеству продуктивных стеблей — 382–419 шт/м² (НСР₀₅ — 17,97), по массе зерна с одного колоса — 1,06–1,06 г (НСР₀₅ — 0,04), по массе 1000 зерен — 36,6–36,8 г (НСР₀₅ — 1,38).

Как количество растений, так и продуктивных стеблей на единице площади по полупаровой обработке было больше, чем на поливном полупаре. Лучшие данные были получены в варианте с внесением повышенной дозы минеральных удобрений (N₁₈₀P₁₀₀) на фоне полупаровой системы обработки почвы, где количество растений на 1 м² составило 412 шт. (7,3%), общее количество растений — 480 шт/м² (5,6%), продуктивных стеблей — 457 шт/м² (7,2%), масса зерна с одного колоса — 1,22 г (2,0%), масса 1000 семян — 40,7 г (1,6%).

Данные по структуре урожая зерна озимой пшеницы определили положительную оценку полупаровой обработки, при котором (по сравнению с поливным полупаром) увеличилось: количество растений (по всем вариантам опыта) на 1 м² — на 36 шт., общее — на 32 шт., продуктивных стеблей — на 37 шт., масса зерна

Рис. 1. Влияние разных систем обработки почвы и систем удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы за 2015–2019 гг., т/га

Fig. 1. Influence of different tillage systems and fertilizer systems on winter wheat grain yield for 2015–2019, t/ha

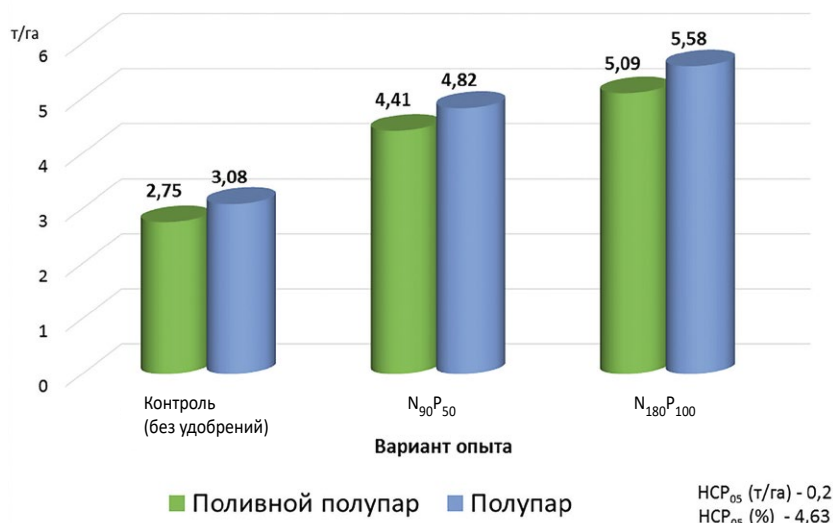
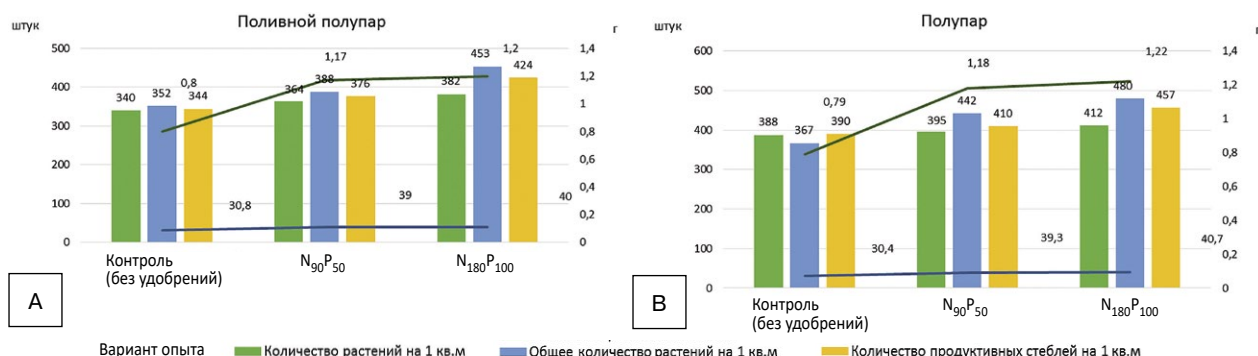


Рис. 2. Влияние разных систем обработки почв (поливной полупар (А) и полупар (В)) и систем удобрений на структуру зерна озимой пшеницы за 2015–2019 гг., т/га

Fig. 2. Influence of different tillage systems (irrigated semi-fallow (A) and semi-fallow (B)) and fertilizer systems on the grain structure of winter wheat for 2015–2019, t/ha



с одного колоса — на 0,07 г, масса с 1000 зерен — на 0,2 г. Этому способствовало более высокое содержание запасов продуктивной влаги метрового слоя почвы и позволило увеличить производство зерна на 9,2% (рис. 2).

Таким образом, в условиях орошения показатели структуры зерна озимой пшеницы в среднем за 2015–2019 гг. достигнуты в варианте с внесением повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$) при обработке почвы по системе полупара, что на 5,6–7,3% больше, чем при системе поливного полупара.

Выводы/Conclusion

Данные за 2015–2019 гг. в условиях орошения Терско-Сулакской подпровинции Республики Дагестан при возделывании озимой пшеницы по фазам ее развития на лугово-каштановой тяжелосуглинистой почве показали, что содержание продуктивной влаги в период возобновления весенней вегетации и перед началом уборки в метровом слое при применении систем обработки поливного полупара составляло 114,6 мм и 39,7 мм, соответственно, у по-

лупара — 128,3 мм и 65,5 мм, при этом коэффициент водопотребления у поливного полупара был выше на 69,7 м³/т, чем у полупаровой обработки.

Применение обработки почв поливного полупара и полупара в условиях орошения не имело существенного различия по плотности почвы, что дает основание для дальнейшего исследования сопутствующих его факторов.

Данные по урожайности и структуре зерна озимой пшеницы с использованием системы обработки почвы и удобрений показали: урожай зерна у поливного полупара составил 4,49 т/га (на 9,1%) и был выше, чем у поливного полупара на вариантах: контроль (без удобрений) — на 0,33 т/га (10,6%), $N_{90}P_{50}$ — на 0,41 т/га (8,8%), $N_{180}P_{100}$ — на 0,49 т/га (8,8%); по структуре зерна с обработкой полупара также было выше по сравнению с поливным полупаром по всем вариантам опыта (среднее) по количеству растений на 1 м² — на 36 шт. (9,1%), общее — на 32 шт. (7,5%), продуктивных стеблей — на 37 шт. (8,8%), масса зерна с одного колоса — на 0,07 г, с 1000 зерен — на 0,2 г.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Материалы подготовлены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «ФАНЦ РД» (тема № 1220211800247-5 FNMN-2022-0010) «Совершенствование адаптивно-ландшафтной системы земледелия на основе разработки новых ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур и агроэкологической оценки земель, разработать теоретические и методологические основы решения проблемы устойчивого развития АПК в обеспечении продовольственной безопасности региона».

FUNDING

The materials were prepared with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Task of the FSBSI «Federal agricultural research center of the Republic of Dagestan» (topic No. 1220211800247-5 FNMN-2022-0010) «Improving the adaptive landscape system of agriculture based on the development of new resource-saving technologies for cultivating crops and agroecological assessment of land, to develop theoretical and methodological foundations for solving the problem of sustainable development of agriculture in ensuring the food security of the region».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Теймуров С.А., Ярмагомедов А.Н., Рамазанов А.В., Бабаев Т.Т. Влияние видов удобрений на динамику питательных веществ в пахотном слое лугово-каштановой почвы в условиях орошения. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2021; (2): 51–55. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/2/51-55>
2. Лошаков В.Г. Севооборот и другие биологические факторы воспроизводства плодородия почвы. *Системы использования органических удобрений и возобновляемых ресурсов в ландшафтном земледелии. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию Судогорского опытного поля*. Владимир: ВНИИОУ Россельхозакадемии. 2013; 1: 148–159. <https://elibrary.ru/wmvcyux>
3. Шрамко Н.В., Вихорева Г.В. Влияние систем удобрения на плодородие дерново-подзолистых почв и продуктивность севооборотов в условиях Верхневолжья. *Инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Нечерноземье. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию образования Владимирского НИИСХ Россельхозакадемии*. Суздаль. 2013; 1: 58–62. <https://elibrary.ru/viwnncn>
4. Абдурагимов П.А., Керимханов С.У., Увайсов М.Д., Бекбулатов С.К. Обработка почв и урожай: научные основы и зональные особенности обработки почвы в Дагестане. Махачкала: Дагкнигоиздат. 1983; 132.
5. Гаева Э.А., Мищенко А.Е. Урожайность озимой пшеницы и запас продуктивной влаги. *Зерновое хозяйство России*. 2015; (4): 13–16. <https://elibrary.ru/uhlcoz>
6. Цветков М.Л., Манылова О.В. Режим влажности парового поля в зернопаровых севооборотах в условиях Алтайского Приобья. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014; (3): 14–19. <https://elibrary.ru/rzarev>
7. Солодовников А.П., Летучий А.В., Степанов Д.С., Шагиев Б.З., Линьков А.С. Динамика плотности почвы чернозема южного при минимализации основной обработки. *Земледелие*. 2015; (1): 5–7. <https://elibrary.ru/tilihl>

REFERENCES

1. Teymurov S.A., Yarmagomedov A.N., Ramazanov A.V., Babaev T.T. Influence of fertilizers types on the nutrients dynamics in the arable layer of a meadow chestnut soil. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2021; (2): 51–55 (In Russian). <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/2/51-55>
2. Loshakov V.G. Crop rotation and other biological factors of reproduction of soil fertility. *Systems for the use of organic fertilizers and renewable resources in landscape agriculture. Collection of reports of the All-Russian scientific and practical conference with international participation dedicated to the 100th anniversary of the Sudogorsky Experimental field*. Vladimir: All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat of the Russian Agricultural Academy. 2013; 1: 148–159 (In Russian). <https://elibrary.ru/wmvcyux>
3. Shramko N.V., Vikhoreva G.V. The influence of fertilizer systems on the fertility of sod-podzolic soils and crop rotation productivity in the conditions of the Upper Volga region. *Innovative technologies of cultivation of agricultural crops in the Non-Chernozem region. All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of the formation of the Vladimir Research Institute of the Russian Agricultural Academy*. Suzdal. 2013; 1: 58–62 (In Russian). <https://elibrary.ru/viwnncn>
4. Abduragimov P.A., Kerimkhanov S.U., Uvaysov M.D., Bekbulatov S.K. Soil treatment and harvest: scientific foundations and zonal features of soil cultivation in Dagestan. *Makhachkala: Dagestan Book Publishing House*. 1983; 132 (In Russian).
5. Gaeva E.A., Mishchenko A.E. Winter wheat productivity and moisture reserves. *Grain Economy of Russia*. 2015; (4): 13–16 (In Russian). <https://elibrary.ru/uhlcoz>
6. Tsvetkov M.L., Manylova O.V. Moisture regime of fallow field in cereal-fallow rotations in the priobye (the Ob river area) of the Altai Region. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2014; (3): 14–19 (In Russian). <https://elibrary.ru/rzarev>
7. Solodovnikov A.P., Letuchiy A.V., Stepanov D.S., Shagiev B.Z., Linkov A.S. The dynamics of the Southern Chernozem density while minimizing the primary tillage. *Zemledelie*. 2015; (1): 5–7 (In Russian). <https://elibrary.ru/tilihl>

8. Небытов В.Г. Изменения свойств чернозема выщелоченного под влиянием сельскохозяйственного использования и защитного лесоразведения. *Почвоведение*. 2005; (6): 741–749. <https://elibrary.ru/hsgawl>
9. Теймуров С.А., Абдулгалимов М.М. Изучение водно-физических свойств орошаемых каштановых типов почв в условиях Терско-Сулакской подпровинции. *Горное сельское хозяйство*. 2022; (1): 20–25. <https://doi.org/10.25691/GSH.2022.1.004>
10. Магомедов Н.Р., Сулейманов Д.Ю., Абдуллаев А.А., Абдуллаев Ж.Н., Гаджиев М.М. Адаптивная технология возделывания озимой твердой пшеницы в Терско-Сулакской подпровинции Дагестана в условиях орошения. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2020; (6): 68–71. <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2020-16117>

ОБ АВТОРАХ

Магомед-Расул Абдусаламович Казиев,
доктор сельскохозяйственных наук,
главный научный сотрудник, заведующий отделом
агроландшафтного земледелия,
Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан,
ул. А. Шахбанова, д. 30, Махачкала, 367014, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-6929-9034>

Нурулислан Раджабович Магомедов,
доктор сельскохозяйственных наук, главный научный
сотрудник,
Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан,
ул. А. Шахбанова, д. 30, Махачкала, 367014, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-4393-3321>

Самир Агаларович Теймуров,
кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник,
Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан,
ул. А. Шахбанова, д. 30, Махачкала, 367014, Россия
samteim@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0336-7380>

8. Nebytov V.G. Changes in the properties of leached Chernozem upon its agricultural use and field-protective afforestation. *Eurasian Soil Science*. 2005; 38(6): 656–663. <https://elibrary.ru/lixxr>

9. Teymurov S.A., Abdulgaliyev M.M. Study of water-physical properties of irrigated chestnut soil types in the conditions of the Tersko-Sulak subprovincion. *Gornoe sel'skoe khozyaystvo*. 2022; (1): 20–25 (In Russian). <https://doi.org/10.25691/GSH.2022.1.004>

10. Magomedov N.R., Suleymanov D.Y., Abdullaev A.A., Abdullaev Zh.N., Hajiyev M.M. Adaptive technology of winter solid wheat cultivation in Tersco-Sulak subprovincion of Dagestan under irrigation conditions. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*. 2020; (6): 68–71 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2020-16117>

ABOUT THE AUTHORS

Magomed-Rasul Abdusalomovich Kaziyeu,
Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher,
Head of the Department of Agricultural Landscape Agriculture,
Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan,
30 A.Shahbanov Str., Makhachkala, 367014, Russia
<https://orcid.org/0000-0002-6929-9034>

Nurulislam Rajabovich Magomedov,
Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher,
Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan,
30 A.Shahbanov Str., Makhachkala, 367014, Russia
<https://orcid.org/0000-0003-4393-3321>

Samir Agalarovich Teymurov,
Candidate of Agricultural Sciences,
Leading Researcher,
Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan,
30 A.Shahbanov Str., Makhachkala, 367014, Russia
samteim@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0336-7380>