

Научная статья

УДК: 633.111.1:551.579:631.559

doi: 10.28983/asj.y2023i1pp28-33

### Зависимость урожайности зерна мягкой пшеницы от неустойчивого увлажнения почвы

**Дмитрий Владимирович Митрофанов**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, Россия

e-mail: dvm.80@mail.ru

**Аннотация.** Установлено влияние предшественников, удобрений и запасов продуктивной влаги в период вегетации на урожайность мягкой пшеницы в засушливых условиях Южного Урала. Полевые опыты (2002–2021 гг.) впервые проведены по девяти вариантам посева (по твердой пшенице, кукурузе, просу, сорго, гороху) мягкой пшеницы в севооборотах и при бессменном возделывании на черноземах южных Оренбургской области. Исследования проводили с помощью полевого, термостатно-весового метода, применяли множественный регрессионный анализ. В пятом (по просу) и седьмом (по гороху) вариантах установлено максимальное количество весенней влаги 44,4; 43,1 и 136,4; 142,7 мм в слоях почвы 0–30 и 0–100 см. Наибольшая урожайность была получена по предшественникам проса и гороха на фоне с нитроаммофоской 0,89 т/га и без удобрений 0,82 т/га. Наилучшая прибавка зерна от минеральных удобрений (на 0,12 т) получена по твердой пшенице (восьмой вариант) в двупольном севообороте. В третьем варианте (по твердой пшенице) определено максимальное влияние влаги на урожай зерна в слоях почвы 0–30, 0–100 см – от 22,60 до 39,83 % при критерии значимости 0,002–0,03 ед. В основном формирование зерна мягкой пшеницы (0,81 и 0,73 т/га) происходило за счет потребляемой влаги 28,8; 87,4 мм. Выявлено наилучшее влияние предшественников, минеральных удобрений и запасов продуктивной влаги на урожайность зерна мягкой пшеницы после возделывания твердой пшеницы, проса и гороха в севооборотах.

**Ключевые слова:** мягкая пшеница; севооборот; бессменный посев; атмосферные осадки; продуктивная влага; урожайность.

**Для цитирования:** Митрофанов Д. В. Зависимость урожайности зерна мягкой пшеницы от неустойчивого увлажнения почвы // Аграрный научный журнал. 2023. № 1. С. 28–33. <http://10.28983/asj.y2023i1pp28-33>.

### AGRONOMY

Original article

### Dependence of soft wheat grain yield on unstable soil moisture

**Dmitry V. Mitrofanov**

Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

e-mail: dvm.80@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the study is to establish the influence of precursors, fertilizers and reserves of productive moisture during the growing season on the yield of spring soft wheat in the arid conditions of the Southern Urals. Field experiments are conducted for the first time from 2002 to 2021 on nine sowing options (for hard, corn, millet, sorghum, peas) of soft wheat in crop rotations and permanent sowing on the chernozems of the southern Orenburg region. The research is conducted using the field, thermostatic-weight method and multiple regression analysis is used. In the fifth (millet) and seventh (pea) variants, the maximum amount of spring moisture is 44,4; 43,1 mm and 136,4; 142,7 mm in soil layers 0–30; 0–100 cm. The same highest yield is observed for millet and pea precursors on the background of 0,89 t with nitroamphos and 0,82 t/ha without fertilizers. The best grain gain from mineral fertilizers was obtained by 0,12 tons for durum wheat (the eighth option) in a double-field crop rotation. In the third variant (for durum wheat), the maximum effect of moisture on grain yield in the soil layer of 0–30, 0–100 cm is determined and ranges from 22,60 to 39,83 % with a significance criterion of 0,002–0,03 units. Basically, the formation of soft wheat grains of 0,81 and 0,73 t / ha occurs due to moisture consumption of 28,8; 87,4 mm. The best influence of precursors, mineral fertilizers and productive moisture reserves on the yield of soft wheat grain after cultivation of durum wheat, millet and peas in crop rotations has been revealed.

© Митрофанов Д. В., 2023



**Keywords:** soft wheat; crop rotation; permanent sowing; precipitation; productive moisture; yield.

**For citation:** Mitrofanov D. V. Dependence of soft wheat grain yield on unstable soil moisture. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2023;(1):28–33. (In Russ.). <http://10.28983/asj.y2023i1pp28-33>.

**Введение.** В настоящее время на засушливой территории Оренбургской области происходит значительное уменьшение посевных площадей мягкой пшеницы по сравнению с предыдущими годами. Это связано прежде всего с проявлениями засухи, которая приводит к снижению урожайности мягкой пшеницы и увеличению затрат сельскохозяйственного производства. Повышение урожайности мягкой пшеницы среди полевых культур является важнейшей проблемой в условиях сухого земледелия Оренбуржья. Для ее решения необходимы правильные подходы к изучению водного режима почвы под посевами мягкой пшеницы как в засушливых регионах России, так и в Оренбургской области [9].

В умеренно засушливых условиях за период вегетации мягкой пшеницы происходит уменьшение содержания влаги в метровом слое почвы с 234,5 до 153,3 мм. Расход воды на единицу урожая мягкой пшеницы составляет 38,2–46,6 мм/т [11]. В мае и июне расход влаги на вегетацию мягкой пшеницы из метрового слоя почвы составляет 46,8 мм. Наибольший общий расход влаги за вегетационный период наблюдается по предшествующему пару – 142,6 мм [2]. В засушливых условиях зерновые культуры формируют 48,3 и 30,7 % урожая за счет влаги в слоях почвы 0–30 и 30–60 см. К посеву мягкой пшеницы после черного и занятого паров сохраняется наибольшее количество продуктивной влаги, чем по другим предшественникам [1].

В суровую засуху количество осадков за май – сентябрь опускается до 40,6 и 46,6 % от среднеемноголетнего показателя. В самые засушливые годы происходит снижение показателей влаги в почве под посевом мягкой пшеницы после черного пара в севообороте. Количество продуктивной (усвояемой растениями) влаги в метровом слое почвы уменьшается ниже величины 64,9 мм [6]. В засушливой зоне снижение урожайности мягкой пшеницы в севооборотах связано с дефицитом атмосферных осадков в весенне-летний период от среднего многолетнего показателя. Особенно в начале лета (июнь) наблюдается недобор осадков, достигающий 36 мм по сравнению с многолетней нормой 39 мм, когда практически решается судьба урожая мягкой пшеницы [7]. Весенняя продуктивная влага в пределах 150–160 мм и более в метровом слое почвы гарантирует урожайность полевых культур [10]. В течение вегетации мягкой пшеницы наилучшие запасы продуктивной влаги наблюдаются по такому предшественнику, как горох после посева в слоях почвы 0–30 и 0–100 см по сравнению с другим периодом отбора почвенных образцов (после уборки) и составляют 46,4 и 167,2 мм [3]. В результате эксперимента на склоновых землях впервые построена математическая модель зависимости продуктивности мягкой пшеницы от содержания продуктивной влаги в метровом слое почвы [8].

Приведенные результаты исследований, полученные в засушливых регионах Поволжья, соответствуют и Оренбургской области. Влагообеспеченность посевов в засушливых условиях вегетационного периода и урожайность зерна мягкой пшеницы зависят от таких же предшественников в севооборотах и сроков (после посева и уборки или май и август) определения влажности почвы.

Весенние запасы продуктивной влаги представляют собой исходную основу, на базе которой растет и развивается мягкая пшеница. Поэтому важно выявить, как они связаны с уровнем урожайности мягкой пшеницы. В связи с этим следует отметить, что влияние продуктивной влаги на урожайность мягкой пшеницы в засушливых условиях Оренбургского Предуралья изучено мало. Поэтому проводятся исследования по определению влияния продуктивной влаги с учетом атмосферных осадков на урожайность зерна мягкой пшеницы в севооборотах и при бессменном возделывании в условиях засухи Оренбуржья.

Цель данной работы – установить влияние предшественников, удобрений и запасов продуктивной влаги в период вегетации на урожайность мягкой пшеницы в засушливых условиях Южного Урала.

**Методика исследований.** На стационарном полевом опыте отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий (закладка экспериментального участка в 1990 г.) проведены исследования по влагообеспеченности посевов мягкой пшеницы при возделывании в севооборотах и бессменно. Полевые опыты выращивания мягкой пшеницы проводили с 2002 по 2021 г. на южных черноземах центральной зоны Оренбургской области. Стационарный опытный участок расположен по следующим координатам: 51°46'31.1"N, 55°18'42.6"E.





Климат территории резко континентальный. В среднем за годы проведения исследования в вегетационный период выпало осадков 125,6 мм, что составляет 81,0 % от среднемноголетнего показателя 155,0 мм. Температура воздуха находилась в пределах 20,5 °С, что на 1,4 °С больше нормы 19,1 °С. Было зафиксировано 64 суховейных дня, что на 8 дней превышало норму 56. Гидротермический коэффициент увлажнения Г.Т. Селянинова в среднем показал 0,54 единицы, что характеризует период вегетации мягкой пшеницы как средне засушливый.

Объектами исследований являлись почва и посевы мягкой пшеницы. Почва характеризуется как чернозем южный среднетяжелый малогумусный тяжелосуглинистый на темно-бурых карбонатных делювиальных опесчаненных суглинках. Определяли содержание гумуса (по методу Тюрина) в слое почвы 0–30 см – 3,2–4,0 %, общего азота – 0,20–0,31 %, общего фосфора – 0,14–0,22 %, нитратов (ионометрическим методом) – 8,7–18,1 мг, подвижного фосфора (по Мачигину) – 1,5–2,5 мг и обменного калия (по методу Масловой) – 30–38 мг на 100 г почвы, рН почвенного раствора – 7,0–8,1. В результате углубления в почвенный горизонт отмечали уменьшение увлажнения почвы.

В полевых опытах при выращивании мягкой пшеницы не применяли пестициды. Возделывали мягкую пшеницу третьим и пятым полями в следующих шестипольных и двупольных севооборотах: паровое поле (черный, занятый, сидеральный) – твердая пшеница – мягкая пшеница – собранный посев (кукуруза, просо, сорго, горох) – мягкая пшеница – ячмень; мягкая по твердой пшенице. Рассматривали варианты выращивания мягкой пшеницы в зернопаропропашных, зернопаровых, зерновых севооборотах и бесменном посеве.

Схема опыта: I. Посев мягкой по твердой пшенице в последствии черного пара (контроль). II. Посев мягкой по твердой пшенице в последствии занятого пара (посев суданской травы). III. Посев мягкой по твердой пшенице в последствии сидерального пара (овес с горохом). IV. Посев мягкой пшеницы по кукурузе в последствии черного пара. V. Посев мягкой пшеницы по просу в последствии черного пара. VI. Посев мягкой пшеницы по сорго в последствии черного пара. VII. Посев мягкой пшеницы по гороху в последствии черного пара. VIII. Посев мягкой по твердой пшенице. IX. Бесменный посев мягкой пшеницы.

Исследования проводили по методике полевого опыта Б. А. Доспехова [5]. Повторность эксперимента на территории – четырехкратная. Делянки: первого порядка – 14,4 м ширины на 90 м длины, второго – 7,2 × 90 м. Площадь делянок составляла 1296 м<sup>2</sup> (0,12 га) и 648 м<sup>2</sup> (0,06 га). Делянки располагались на двух уровнях фона выращивания. Первый уровень – фон длиной 30 м с нитроаммофоской. На основании исследования агрохимического отдела по внесению минеральных удобрений было установлено, что на стационарном участке различные дозы макроэлементов питания не приводят к прибавке зерна мягкой пшеницы. В осенний период вносили (СЗ-3,6) в почву удобрения по рекомендуемой дозе 40 кг азота, 80 кг фосфора и 40 кг/га калия действующего вещества. Второй уровень – фон длиной 60 м, без удобрений. Зернотуковой пресовой сеялкой (СЗП-3,6) проводили посев нормой 4,5 млн шт./га следующих сортов мягкой пшеницы: Саратовская 42, Оренбургский 13, Варяг и Учитель. Период посева – первая или вторая декада мая. Учетная площадь делянки мягкой пшеницы составляла 180 м<sup>2</sup>.

Уборку зерна проводили напрямую специализированными комбайнами (Сампо-500 и Terгion SR2010) с измельчением соломы. Период уборки – вторая или третья декада августа. Способом основной обработки почвы является осенняя вспашка на глубину 20–22 см. Агротехнология возделывания и агротехника рекомендована для данной зоны.

В полевых условиях осуществляли наблюдения за атмосферными осадками в течение вегетации (май – август) с помощью дождемера, уставленного на контрольной делянке. На делянках в пахотном (0–30 см) и метровом (0–100 см) слоях почвы отбирали пробы по трем скважинам в двух повторениях (I и III) опыта. Срок взятия почвы – после посева и уборки мягкой пшеницы. В лабораторных условиях влажность почвы определяли термостатно-весовым методом [4]. Продуктивную влагу рассчитывали с учетом объемной массы и мертвого запаса почвы. Статистический анализ данных проводили с помощью программы Statistica 12.0 (Stat Soft Inc., США). Наблюдения, учеты, расчеты, отборы проб, анализы проводили по общепринятым методикам и рекомендациям.

**Результаты исследований.** За годы наблюдений из вариантов опыта выделили важнейшие показатели продуктивной влаги с учетом атмосферных осадков в почве и урожайности мягкой пшеницы в севооборотах и бесменном посеве. Наименьшее количество влаги наблюдали после посева в VI варианте (по сорго) и в слое почвы 0–30 см – 32,8 мм; 0–100 см – 116,4 мм (табл. 1). Минимум влаги отмечали после уборки в IX варианте, что составило по слоям почвы 10,0 и 34,8 мм.

Запасы продуктивной влаги в почве в зависимости от исследуемых вариантов, мм (2002–2021 гг.)

Период определения влаги	Вариант опыта									
	I*	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
После посева	39,1**	40,3	41,6	40,1	44,4	32,8	43,1	36,4	34,9	
	135,7	129,7	131,1	131,5	136,4	116,4	142,7	127,5	122,2	
После уборки	10,5	12,1	12,8	11,4	10,8	11,0	10,9	11,0	10,0	
	40,4	44,5	43,7	46,1	37,5	36,8	41,1	35,5	34,8	
За вегетацию	28,6	28,2	28,8	28,7	33,6	21,8	32,2	25,4	24,9	
	95,3	85,2	87,4	85,4	98,9	79,6	101,6	92,0	87,4	
НСР <sub>05</sub> фактор	A <sup>1</sup>	7,6								
	B <sup>2</sup>	16,1								

\* контрольный вариант опыта; \*\* над чертой – в слое почвы 0–30 см, под чертой – 0–100 см; A<sup>1</sup> – продуктивная влага; B<sup>2</sup> – предшественник мягкой пшеницы.

Наибольшее количество влаги отмечали после посева в V и VII вариантах (по просу и гороху) – 44,4; 43,1 и 136,4; 142,7 мм в слоях почвы 0–30 и 0–100 см. Максимальное содержание остаточной влаги было зафиксировано после уборки в III и IV вариантах (по твердой пшенице и кукурузе) в пахотном слое почвы – 12,8 мм; в метровом – 46,1 мм.

В результате наблюдений установлены наименьшие показатели истраченной (потребляемой) продуктивной влаги в почве с учетом атмосферных осадков за май – август (вегетационный период мягкой пшеницы) в VI варианте – 21,8 и 79,6 мм. Максимальное количество израсходованной влаги с учетом выпавших осадков 29,9 мм (май), 33,3 мм (июнь), 30,2 мм (июль) и 22,9 мм (август) отмечали в V и VII вариантах. За период вегетации в слое почвы 0–30 см количество влаги составило 33,6; 32,2 мм; 0–100 см – 98,9; 101,6 мм. Часть воды усваивается пшеницей, сорняками; другая – испаряется с верхнего слоя почвы, уходит в нижний почвенный горизонт. В остальных вариантах опыта истраченная влага за вегетацию мягкой пшеницы была в пахотном слое почвы на уровне от 24,9 до 28,8 мм и в метровом – 85,2–95,3 мм. В засушливый период большая часть выпавших осадков испарялась со слоя почвы 0–30 см.

На основании данных урожайности было выявлено, что в среднем за годы исследования с 1 га пашни получали наилучшую зерновую продукцию мягкой пшеницы в зернопаровых севооборотах с просом и горохом. Одинаковой наибольшей урожайностью отличались V и VII варианты на фоне с нитроаммофоской (0,89 т/га) и без удобрений (0,82 т/га) по сравнению с контрольным вариантом (0,81 и 0,77 т/га), табл. 2. Максимальная урожайность зерна по этим вариантам связана с наибольшей влагообеспеченностью посевов за вегетационный период как в пахотном, так и метровом слоях почвы.

Наименьшая урожайность была установлена в IX варианте: на первом уровне фона – 0,69 т/га и на втором – 0,61 т/га. Низкую урожайность мягкой пшеницы отмечали в IV, VI и VIII вариантах по сравнению с контролем. Снижение урожайности происходило из-за понижения влагообеспеченности посевов за период вегетации в пахотном слое почвы. В первых трех вариантах была зафиксирована практически одинаковая урожайность и на фоне с удобрениями составила 0,81–0,85 т/га; без их применения – 0,73–0,77 т/га. Наилучшую прибавку зерна от минеральных удобрений получили в VIII варианте (по твердой пшенице) – на 0,12 т в отличие от контроля 0,04 т. Минимальная прибавка была после предшествующей кукурузы в зернопаропропашном севообороте – 0,03 т. По другим предшественникам мягкой пшеницы прибавка находилась на одном уровне – от 0,06 до 0,08 т.

Таблица 2

Урожайность зерна мягкой пшеницы в зависимости от исследуемых вариантов, т/га (2002–2021 гг.)

Уровень фона	Вариант опыта									
	I*	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Первый – удобрённый	0,81	0,85	0,81	0,75	0,89	0,70	0,89	0,74	0,69	
Второй – неудо́ренный	0,77	0,77	0,73	0,72	0,82	0,64	0,82	0,62	0,61	
НСР <sub>05</sub> фактор	A <sup>1</sup>	0,03								
	B <sup>2</sup>	0,07								

\* контрольный вариант опыта; A<sup>1</sup> – удобрение; B<sup>2</sup> – предшественник мягкой пшеницы.







Для определения взаимосвязи между урожайностью зерна мягкой пшеницы и количеством продуктивной влаги в почве по каждому варианту была проведена математическая обработка данных с использованием аппарата множественного регрессионного анализа. Результаты, полученные за годы исследования, по вариантам были статистически проанализированы: выявлено влияние запасов продуктивной влаги с учетом атмосферных осадков на урожайность зерна мягкой пшеницы в III варианте опыта.

Наибольшее влияние продуктивной влаги в третьем варианте наблюдали после посева на удобренном фоне в слое почвы 0–30 см – 29,78 % с уровнем ( $p < 0,05$ ) значимости 0,01. Наилучшие показатели весеннего влияния влаги удобренного фона отмечали в слое почвы 0–100 см – 23,49 % с уровнем 0,03 единиц. Максимальное влияние на урожайность зерна мягкой пшеницы истраченная влага оказывала в метровом слое почвы на двух уровнях фона – 38,82; 39,83 % с критерием значимости 0,003; 0,002. По другим вариантам посева влияние продуктивной влаги не значимо, так как уровень « $p$ » выше 0,05.

Основное влияние на урожайность зерна мягкой пшеницы оказывали предшественники (особенно просо и горох), так как из-за устойчивой засухи в вегетационном периоде растения испытывали стресс, приводящий к низкому усвоению запасов продуктивной влаги и минеральных удобрений. Несмотря на наибольшие весенние запасы продуктивной влаги, в V и VII вариантах опыта повышение урожайности зерна на фоне с минеральными удобрениями и без их применения зависело от предшественников. В основном формирование урожая происходило за счет наилучшей минерализации растительных остатков предшествующего проса и гороха в течение вегетационного периода, что приводило к накоплению питательных веществ в почве. Снижение урожайности зерна мягкой пшеницы наблюдалось в бессменном посеве (IX вариант), что зависело от невысоких запасов влаги, приводящих к ослаблению питательного режима растения. Минеральные удобрения незначительно влияли на урожайность зерна из-за потерь продуктивной влаги и ухудшения фотосинтеза мягкой пшеницы (интенсивная транспирация растения) в засушливых условиях вегетационного периода. Наблюдали наилучшее влияние продуктивной влаги на урожайность зерна мягкой пшеницы в зернопаровом севообороте с сидеральным паром независимо от наибольшей влагообеспеченности других вариантов посева. Сидеральный пар в севообороте приводил к накоплению зеленого удобрения. Таким образом, в результате последствия сидерального пара мягкая пшеница хорошо усваивала зеленые удобрения (овес с горохом) с помощью продуктивной влаги. Некорректное влияние продуктивной влаги на другие посева мягкой пшеницы происходило из-за повторяющейся засухи в вегетационном периоде.

В засушливых условиях сельского хозяйства Оренбуржья рекомендуем для получения 0,82 т/га и более урожайности зерна мягкой пшеницы размещать посева в севооборотах с просом и горохом.

**Заключение.** В результате исследования было выявлено, что основное влияние на урожайность зерна мягкой пшеницы оказывают только предшествующие культуры, особенно просо и горох. Повышение урожайности отмечали в V и VII вариантах опыта на фоне с минеральными удобрениями до 0,89 т/га и без них – 0,82 т/га. Минеральные удобрения незначительно влияли на урожайность мягкой пшеницы из-за засушливых условий вегетационного периода. Наилучшую прибавку зерна от минеральных удобрений наблюдали после такого предшественника, как твердая пшеница в VIII варианте – 0,12 т/га. Такая прибавка зерна объясняется правильным чередованием культуры в двупольном севообороте.

В исследуемых вариантах опыта определяли содержание продуктивной влаги с учетом атмосферных осадков в пахотном и метровом слоях почвы – от 10,0 до 142,7 мм. Была выявлена зависимость урожайности зерна мягкой пшеницы от неустойчивого увлажнения почвы в сидеральном севообороте. Весенняя и израсходованная продуктивная влага в почве оказывали наилучшее влияние на урожайность зерна мягкой пшеницы в последствии сидерального пара.

Анализ полученных данных показал, что в III варианте опыта максимальное влияние влаги на урожайность зерна удобренного (0,81 т/га) и удобренного (0,73 т/га) фонов и в пахотном слое почвы составляло 29,78 %, в метровом – 39,83 %. В других вариантах из-за засухи в период вегетации урожайность зерна мягкой пшеницы в севооборотах и бессменном посеве не зависела от содержания продуктивной влаги в почве.

*Исследования выполнены в соответствии с планом научно-исследовательской работы на 2022–2024 гг. Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (№ 0526-2022-0014).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов Н. В. Формирование водного режима в севооборотах интенсивного типа // Агропродовольственная политика России. 2020. № 1-2. С. 2–8.

2. Беляев В. И., Решотко Н. Г. Влияние предшественников яровой пшеницы на водный режим почвы, структуру урожая и качество зерна // Вестник Алтайской науки. 2014. № 4(22). С. 221–225.
3. Власов В. Г., Захарова Л. Г., Никифорова С. А. Влияние элементов технологии на водопотребление и эффективность возделывания яровой мягкой пшеницы // Аграрный научный журнал. 2021. № 9. С. 13–18.
4. Воробьев С. А., Буров Д. И., Туликов А. М. Земледелие; под ред. С. А. Воробьева. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1977. 480 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований); под ред. В. Е. Егорова. М.: Колос, 1965. 423 с.
6. Емельянов А. М., Емельянова Л. К. Динамика продуктивной влаги в зернопаровом севообороте сухой степи Бурятии // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2019. № 1(54). С. 25–35.
7. Максюттов Н. А., Зоров А. А., Скороходов В. Ю., Митрофанов Д. В. Влияние погодных условий на урожайность полевых культур в степной зоне Оренбуржья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. Т. 5. № 4. С. 8–17.
8. Митрофанов Д. В. Влияние температуры воздуха и влажности почвы на продуктивность зерновых культур в четырёхпольных севооборотах на почвозащитном стационаре Оренбургского Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5(79). С. 36–40.
9. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы / В. Ф. Федоренко [и др.]. М.: Росинформагротех, 2018. 396 с.
10. Неверов А. А. Прогнозирование почвенных влагозапасов на основе статистического моделирования природных процессов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 2(82). С. 14–18.
11. Соколова Л. В., Беляев В. И. Водный режим почвы и урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от предшественников в умеренно засушливой колючей степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 11(157). С. 56–63.

## REFERENCES

1. Abramov N. V. Formation of the water regime in intensive crop rotations. *Agro-food policy of Russia*. 2020;1-2:2–8. (In Russ.).
2. Belyaev V. I., Reshotko N. G. Influence of spring wheat precursors on soil water regime, crop structure and grain quality. *Bulletin of Altai Science*. 2014;4(22): 221–225. (In Russ.).
3. Vlasov V. G., Zakharova L. G., Nikiforova S. A. Influence of technology elements on water consumption and efficiency of cultivation of spring wheat. *Agrarian Scientific Journal*. 2021; 9:13–18. (In Russ.).
4. Vorobyov S. A., Burov D. I., Tulikov A. M. Agriculture. Edited by prof. S.A. Vorobyov. 3rd ed., reprint. and additional. Moscow: Kolos; 1977. 480 p. (In Russ.).
5. Dospikhov B. A. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results); ed. V. E. Egorova. Moscow: Kolos; 1965. 423 p. (In Russ.).
6. Emelyanov A. M., Emelyanova L. K. Dynamics of productive moisture in the grain-steam crop rotation of the dry steppe of Buryatia. *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov*. 2019;1(54): 25–35. (In Russ.).
7. Maksyutov N. A., Zorov A. A., Skorokhodov V. Yu., Mitrofanov D. V. Influence of weather conditions on the yield of field crops in the steppe zone of Orenburg region. *Izvestia of the Samara State Agricultural Academy*. 2020; 5(4):8–17. (In Russ.).
8. Mitrofanov D. V. Influence of air temperature and soil moisture on the productivity of grain crops in four-field crop rotations at the soil protection hospital of the Orenburg Trans-Urals. *Izvestia of the Orenburg State Agrarian University*. 2019;5(79):36–40. (In Russ.).
9. Scientific foundations of the production of high-quality wheat grain: scientific edition / V. F. Fedorenko et al. M.: Rosinformagrotech; 2018. 396 p. (In Russ.).
10. Neverov A. A. Forecasting of soil moisture reserves on the basis of statistical modeling of natural processes. *Izvestia of the Orenburg State Agrarian University*. 2020;2(82):14–18. (In Russ.).
11. Sokolova L. V., Belyaev V. I. Water regime of soil and yield of spring soft wheat depending on precursors in the moderately dry kolochnaya steppe of the Altai Territory. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2017;11(157):56–63. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 27.03.2022; одобрена после рецензирования 18.04.2022; принята к публикации 29.04.2022.

The article was submitted 27.03.2022; approved after reviewing 18.04.2022; accepted for publication 29.04.2022.

