

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ И ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ЗЛАТА

М. В. Рублюк, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела мониторинга состояния и использования осушаемых земель, 2016vniimz-noo@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-5319-2614;

Д. А. Иванов, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, профессор, заведующий отделом мониторинга состояния и использования осушаемых земель, volok123@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2588-272X

ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»,
119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 7, стр. 2

Исследования проводили в 2010–2022 гг. с целью изучения влияния погодных и ландшафтных условий на урожайность яровой пшеницы (*Triticumaestivum*) в стационарном полевом опыте, расположенном на осушаемой дерново-подзолистой почве в пределах конечно-моренного холма в Тверской области (ВНИИМЗ). Объект осушен закрытым гончарным дренажем. Расстояние между дренами в различных агроландшафтах составляет 40, 30 и 20 м. В опыте расположен зернотравяной севооборот (овес + травы – травы 1–2 г. п. – озимая рожь – яровая пшеница). Возделывание культур проводится по экстенсивной технологии. В работе фактором А являются разные по влажности годы, фактором В – тип агромикрорландшафта, фактором С – тип почвы. Изучались влагообеспеченность и температурный режим почвы, урожайность яровой пшеницы в различных агроландшафтах. Установлено, что максимальная урожайность яровой пшеницы сорта Злата была получена в оптимальные для роста и развития растений годы – 2,17 т/га. В сухие годы величина данного показателя снижалась на 49–70 % и на 51–73 % по сравнению с избыточно влажными и оптимальными годами соответственно. Вариабельность урожайности пшеницы повышалась в сухие годы до 26 % и снижалась до 14,5 % в оптимальные и избыточно влажные годы. В среднем за 2010–2022 гг. максимальная урожайность пшеницы (2,25 т/га) была получена в транзитно-аккумулятивном варианте северного склона, ее увеличение составило 0,4 т/га по сравнению со средней по опыту. В разные по влагообеспеченности годы изучалась корреляционная связь урожайности яровой пшеницы с различными почвенными показателями. Прямая корреляционная зависимость урожайности была получена в сухие годы с количеством продуктивной влаги ($r = 0,70$) и с биологической активностью почвы ($r = 0,49$), обратная зависимость получена в избыточно влажные годы с порозностью аэрации ($r = -0,66$) и биологической активностью почвы ($r = -0,55$).

Ключевые слова: яровая пшеница, урожайность, ландшафт, продуктивная влага, погода, порозность аэрации, биологическая активность.

Для цитирования: Рублюк М. В., Иванов Д. А. Влияние погодных и ландшафтных условий на урожайность яровой пшеницы сорта Злата // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 5. С. 70–77. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-88-5-70-77.



THE EFFECT OF WEATHER AND LANDSCAPE CONDITIONS ON PRODUCTIVITY OF THE SPRING WHEAT VARIETY 'ZLATA'

M. V. Rublyuk, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of monitoring the state and use of the drained lands, 2016vniimz-noo@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-5319-2614;

D. A. Ivanov, Doctor of Agricultural Sciences, correspondent member of the RAS, professor, head of the department of monitoring the state and use of the drained lands, volok123@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2588-272X

FRC "V. V. Dokuchaev Soil Science Institute",
119017, Moscow, Pyzhevsky Lane, 7, building 2

The current study was carried out in 2010–2022 to determine the effect of weather and landscape conditions on productivity of spring wheat (*Triticumaestivum*) in a stationary field trial located on a drained soddy-podzolic soil within a terminal moraine hill in the Tver region (ARRIMS). The object was drained by closed pottery drainage. The distance between drains in different agricultural landscapes was 40, 30 and 20 m. In the trial there was a grain-grass crop rotation (oats+grasses – grasses of 1–2 years – winter rye – spring wheat). The crop cultivation was carried out according to extensive technology. The years of different humidity were factor A; factor B was the type of agro-microlandscape, factor C was the type of soil. There has been studied the moisture supply and temperature regime of the soil, spring wheat productivity in various agricultural landscapes. There has been established that the maximum productivity of the spring wheat variety 'Zlata' (2.17 t/ha) was obtained in the optimal years for the growth and plant development. In dry years, the value of this indicator decreased by 49–70 % and 51–73 % compared with excessively wet and optimal years, respectively. The variability of wheat productivity raised in dry years to 26 % and decreased to 14.5 % in optimal and excessively wet years. During the period of 2010–2022 the maximum wheat productivity (2.25 t/ha) was obtained in the transit-accumulation variant of the northern slope, its increase was 0.4 t/ha compared to the average for the trial. In years of different moisture availability, there was studied a correlation between spring wheat productivity and various soil parameters. There was obtained a direct correlation dependence of productivity in dry years with the amount of productive moisture ($r = 0.70$) and with the biological activity of the soil ($r = 0.49$);

an inverse correlation was obtained in excessively wet years with aeration porosity ($r = -0.66$) and biological activity of the soil ($r = -0.55$).

Keywords: spring wheat, productivity, landscape, productive moisture, weather, aeration porosity, biological activity.

Введение. Яровая пшеница требовательна к плодородию почвы и очень отзывчива на органические и минеральные удобрения. На удобренных полях яровая пшеница хорошо развивает корневую систему, экономнее расходует влагу и поэтому лучше противостоит засухе. Учитывая то, что много площадей, занятых сельскохозяйственными культурами, размещены в зоне рискованного земледелия, зависимость растениеводства от агрометеорологических условий остается очень высокой. Поэтому многие исследователи уделяют особое внимание вопросам стабильности урожаев (Сапега и Турсумбекова, 2020). Изменение метеоусловий за вегетационный период влияет на продолжительность вегетации культур, сроков сева, уборки (Siptits et al., 2021; Евдокимов и др., 2020; Pennacchi et al., 2019). Погода существенно влияет на урожай и качество пшеницы, под ее воздействием может быть усилено или ослаблено влияние удобрений (Волинкина, 2021). При применении возрастающих доз удобрений в разных соотношениях увеличивается урожайность зерна и содержание клейковины (Иванчик и Афанасьев, 2020; Теймуров и др., 2023), применение фосфорных удобрений снижает действие погодных условий на урожай (Лыскова и др., 2021). От среднесуточных температур у зерновых культур зависит прохождение фенологических фаз (от колошения до спелости), а также содержание белка и клейковины (Розова и др., 2021). В комфортных для развития растений условиях увеличивается связь урожайности с продуктивностью кустистостью и массой 1000 зерен, повышается адаптивность сортов яровой мягкой пшеницы к условиям вегетации (Бесалиев, 2023). Ведущим природным фактором при оценке урожайности зерновых культур являются микроклимат и рельеф, который определяется освещенностью мезосклонов (Карасева и др., 2018). Влияние почвенных условий на урожайность растений также во многом зависит от метеорологической обстановки, поэтому выявления ее динамики при изменении погодных условий позволит лучше разобраться в характере продукционного процесса культур.

Цель исследований – изучить влияние погодных условий (влагообеспеченности и температурного режима) и ландшафта на свойства осушаемой почвы и урожайность яровой пшеницы.

Материалы и методы исследований. Изучение влияния погодных условий и ландшафта на урожайность яровой пшеницы (*Triticum aestivum*) проводили в 2010–2022 гг. на агрополигоне Губино ВНИИМЗ, заложенном в 1997 году. В опыте расположен зернотравяной севооборот (овес + травы – травы 1–2 г. п – озимая рожь – яровая пшеница). Возделывание культур ведется по экстенсивной технологии.

Минеральные удобрения в дозе N_{30} кг д. в. на 1 га применяются лишь на зерновых культурах в подкормку. Другие удобрения не применялись, использовали потенциал естественного плодородия почвы. Возделывали яровую пшеницу сортов Лада и Злата. Площадь посева культуры составляет 1 га. Посев яровой пшеницы проводили зернотравяной сеялкой СЗТ–3,6, уборку – зерноуборочным комбайном Samro. В пределах вершины холма, пологих склонов (южного и северного) и межхолмных депрессий (нижних частей склонов) расположены агромикрорландшафты, которые являются вариантами опыта: 1) Т-Аю – транзитно-аккумулятивный южного склона; 2) Тю – транзитный южного склона; 3) Э-Тю – элювиально-транзитный южного склона; 4) Э-А – элювиально-аккумулятивный (вершина холма); 5) Э-Тс – элювиально-транзитный северного склона; 6) Тс – транзитный северного склона; 7) Т-Ас – транзитно-аккумулятивный северного склона. Почва опытного участка дерново-сильнопodzольная остаточно-карбонатная глееватая. Гранулометрический состав почвы на южном склоне и на вершине супесчаный, а на склоне северной экспозиции легкосуглинистый. Почвообразующие породы сформированы на основе двучленных отложений. На склоне южной экспозиции морена находится на глубине свыше 1 м, а на северном – 0,5–0,6 м, местами выходит на поверхность. Объект осушен закрытым гончарным дренажем. Расстояние между дренами составляет в элювиальных, транзитных и транзитно-аккумулятивных агроландшафтах 40, 30 и 20 м соответственно.

Изучение плотности почвы проводили буровым, а влажность почвы – термостатно-весовым методом. Биологическую активность почвы определяли методом «аппликаций», срок экспозиции составил 45 суток. Статистическая обработка результатов исследований выполнена корреляционным и дисперсионным методами с использованием компьютерных программ STATGRAPHICS Centurion XVI.II. (2019) и Excel (2019). В трехфакторном дисперсионном анализе фактором А являются годы исследований – (сухие, оптимальные и избыточно влажные), фактором В – агромикрорландшафты: Т-Аю, Тю, Э-Тю, Э-А, Э-Тс, Тс, Т-Ас; фактором С – тип почвы (глееватая, глеевая).

Агрометеорологические условия вегетационных периодов 2010–2022 гг. представлены в таблице 1. Сумма температур выше 10°C за вегетационный период различалась по годам и находилась в пределах от 1884 до 2757°C . Максимальное значение по сумме температур за вегетацию отмечалось в 2010 г. – 2757°C . Сумма осадков за вегетационный период составила 208–475 мм, а максимальное количество осадков выпало в 2020 г. – 475 мм.

Таблица 1. Агрометеорологические условия вегетационных периодов (2010–2022 гг.)
Table 1. Agrometeorological conditions of vegetation periods (2010–2022)

Показатели	Годы												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
$\sum t > 10^{\circ}\text{C}$	2757	2560	2440	2485	2258	2234	2476	1884	2609	2278	2093	2202	1923
$\sum$ осадков, мм	339	420	409	295	222	382	349	360	313	303	475	208	247
ГТК	1,12	1,51	1,47	1,0	0,98	1,67	1,41	1,91	1,14	1,33	2,26	0,96	1,28

За период наблюдений (с 2010 по 2022 г.) значения гидротермического коэффициента (ГТК) изменялись от 0,96 до 2,26. По значениям гидротермического коэффициента определяли сухие, оптимальные и избыточно влажные годы. К сухим годам относятся 2010; 2013; 2014; 2018 и 2021 гг. (ГТК был соответственно 1,12; 1,0; 0,98; 1,14 и 0,96). Оптимальными для роста и развития растений были 2011; 2012; 2016; 2019 и 2022 гг. (ГТК был соответственно 1,51; 1,47; 1,41; 1,33 и 1,28). За период наблюдений

избыточно влажными были 2015; 2017 и 2020 гг. (ГТК был соответственно 1,67; 1,91 и 2,26).

Результаты и их обсуждение. В разные по влагообеспеченности и температурному режиму годы изменяется и водно-воздушный режим почв. Слежение за изменением продуктивной влаги за вегетационный период в слое почвы 0–22 см проводили в сухие, оптимальные и избыточно влажные годы в пределах ландшафта (рис. 1).

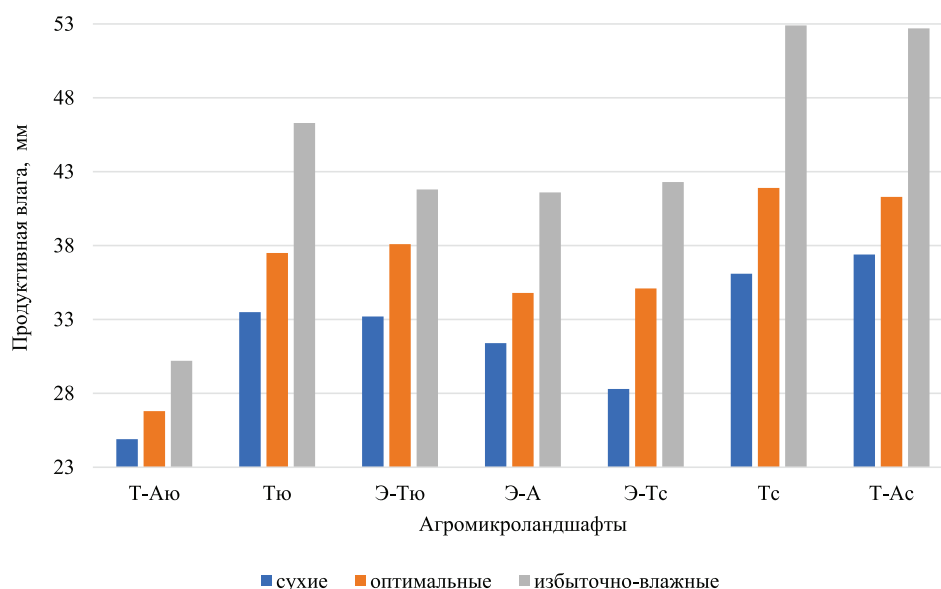


Рис. 1. Изменение продуктивной влаги в слое почвы 0–22 см в зависимости от условий вегетационного периода разных частей агроландшафта за 2010–2022 гг., мм

Fig. 1. Change in productive moisture in the soil layer of 0–22 cm depending on the conditions of the vegetation period in different parts of the agricultural landscape in 2010–2022, mm

В сухие годы при ГТК 0,96–1,1 запасы влаги составили в среднем по агроландшафту 32,1 мм. Наименьшее количество влаги отмечено в нижней части южного склона (в Т-Аю) – 24,9 мм. В транзитных вариантах склона северной экспозиции количество влаги возрастало на 12,4–16,5 % по сравнению со средней по опыту. В оптимальные для роста и развития растений годы при ГТК 1,28–1,51 количество влаги в пахотном слое почвы составило в среднем по агроландшафту 37,8 мм. По сравнению с сухими годами увеличение влаги было на 7,8–24,3 %. Максимальное увеличение влаги отмечено в верхней части северного склона (в Э-Тс) – на 6,9 мм. В избыточно влажные годы при ГТК 1,67–2,26 отмечено количество продуктивной влаги в почве в среднем по агроландшафту 43,9 мм. В пределах

агроландшафта количество влаги варьировало от 30,2 до 52,9 мм. Максимальное количество продуктивной влаги содержалось в почве транзитного варианта северного склона, ее увеличение характеризовалось 25 % по сравнению со средней по опыту. В избыточно влажные годы возрастание продуктивной влаги в пахотном слое почвы составило 12,6–28 % и 21,2–46,5 % по сравнению с оптимальными и сухими годами соответственно. В среднем за 2010–2022 гг. количество продуктивной влаги за период вегетации в агроландшафте находилось в пределах от 27,2 до 43,8 мм. Наиболее низкое ее значение было в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона, а снижение составило 10,3 мм. В транзитных вариантах северного склона отмечено максимальное увеличение продуктивной влаги в пахотном слое

почвы на 6,1–6,3 мм по сравнению со средней по опыту. Дисперсионный анализ полученных данных показал достоверно значимые различия по количеству продуктивной влаги в пахотном слое почвы: для частных различий HCP_{05} составила 8,5, для фактора А – 2,3, для фактора В – 5,5. Различия по фактору С (почвы глееватые и глеевые) недостоверны.

Таким образом, в разные по влагообеспеченности годы – сухие, оптимальные, избыточно влажные количество продуктивной влаги в пахотном слое почвы составило в среднем за вегетационный период 32,1; 37,8 и 43,9 мм соответственно. Наименьшее количество продуктивной влаги сохранялось в нижней части южного склона – в Т-Аю и было 24,9; 26,8 и 30,2 мм

в сухие, оптимальные и избыточно влажные годы соответственно. На варианте северного склона – в Т-Ас запас продуктивной влаги был максимальным – 32,1; 37,8 и 43,9 мм по исследуемым годам соответственно. В оптимальные по влагообеспеченности годы превышение продуктивной влаги в пахотном слое почвы по сравнению с сухими наблюдалось на 7,8–24,3 %. В избыточно влажные годы увеличение продуктивной влаги в пахотном слое почвы по сравнению с оптимальными и сухими было соответственно 12,6–28 % и 21,2–46,5 %. Влияние погодных и ландшафтных условий на порозность аэрации в слое почвы 0–22 см показано на рисунке 2.

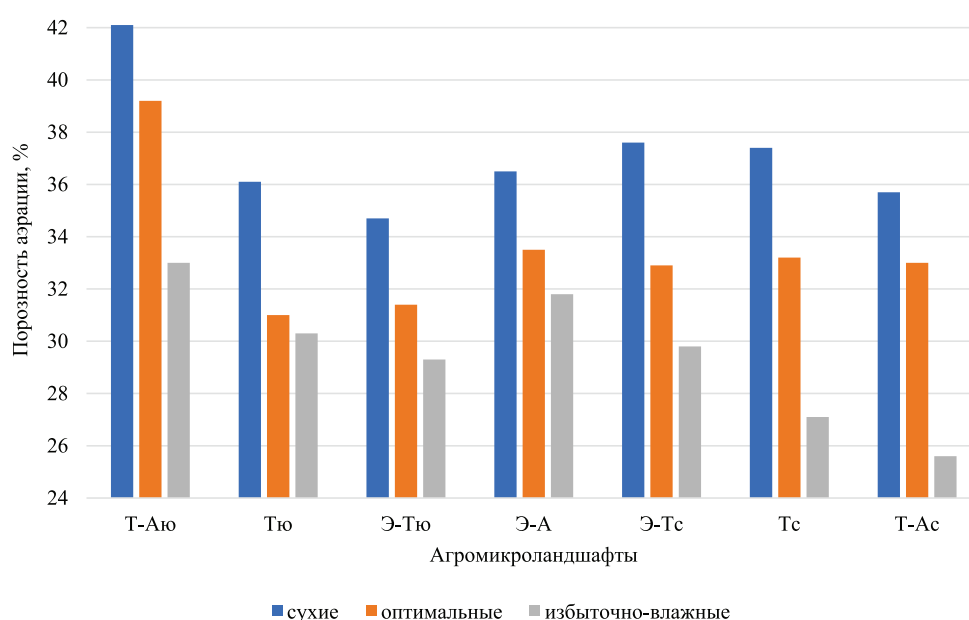


Рис. 2. Изменение порозности аэрации в слое почвы 0–22 см в зависимости от условий вегетационного периода и агроландшафта за 2010–2022 гг., %

Fig. 2. Change in aeration porosity in the soil layer of 0–22 cm depending on the conditions of the vegetation period and agrolandscape in 2010–2022, %

Наши исследования показали, что в сухие годы порозность аэрации пахотного слоя почвы была максимально высокой – 34,7–42,1 %. Максимальное ее увеличение (на 5 %) отмечено на южном склоне (в Т-Аю) по сравнению со средней по опыту. В оптимальные для роста и развития растений годы порозность аэрации снижалась и в среднем по опыту была 33,4 %. Минимальное значение данного показателя отмечено на южном склоне (в Э-Тю и Тю) – 31,1–31,0 %. По сравнению с сухими годами порозность аэрации снижалась на 2,7–5,1 %. Максимальное ее снижение наблюдалось в транзитном варианте южного склона – на 5,1 %. В избыточно влажные годы порозность аэрации была низкой на всех вариантах опыта – 25,6–33,0 %. Она снижалась на северном склоне и увеличивалась в транзитах южного склона. По сравнению со сред-

ней по опыту, максимальное ее снижение (на 3,9 %) выявлено в нижней части северного склона (в Т-Акс). Порозность аэрации пахотного слоя почвы в избыточно влажные годы была ниже по сравнению с оптимальными и сухими годами на 0,7–7,4 и 4,7–10,3 % соответственно. Максимальное снижение данного показателя было в транзитных вариантах северного склона и составило 6,1–7,4 и 10,1–10,3 % в оптимальные и сухие годы соответственно. По значениям порозности аэрации почвы получены достоверные различия между вариантами – $HCP_{05} = 4,63$; по фактору А – 1,24, по фактору В – 1,89. В среднем за 2010–2022 гг. порозность аэрации в пределах агроландшафта (фактор В) составила 31,4–38,1 %. Максимальное значение данного показателя отмечено на южном склоне (в Т-Аю). Его повышение было 4,8 % по сравнению со средним по агроландшафту.

Наименьший показатель порозности аэрации (31,4 %) зафиксирован в транзитно-аккумулятивном варианте северного склона.

Таким образом, порозность аэрации в слое почвы 0–22 см была максимальной в сухие годы и снижалась в оптимальные и избыточно влажные. В среднем по опыту она характеризовалась 37,1, 33,4 и 29,5 % соответственно. Порозность аэрации пахотного слоя почвы в избыточно влажные годы была ниже по сравнению с опти-

мальными и сухими на 0,7–7,4 и 4,7–10,3 % соответственно. Максимальное снижение данного показателя установлено в транзитных вариантах северного склона – 6,1–7,4 и 10,1–10,3 % в оптимальные и сухие годы соответственно.

Биологическая активность почвы под посевом яровой пшеницы изменялась в зависимости от условий вегетационного периода и агроландшафта (табл. 2).

Таблица 2. Изменение биологической активности почвы под посевом яровой пшеницы в зависимости от условий вегетационного периода и агроландшафта за 2010–2022 гг., %
Table 2. Change in the biological soil activity under spring wheat sowing, depending on the conditions of the vegetation period and agrolandscape in 2010–2022, %

Варианты опыта	Годы			Среднее по фактору В
	сухие	оптимальные	избыточно влажные	
Т-Аю	48,2	74,2	83,3	68,5
Тю	43,1	82,4	76,6	67,3
Э-Тю	42,2	93,3	73,6	69,3
Э-А	36,8	90,5	78,4	68,5
Э-Тс	39,3	85,7	80,0	68,3
Тс	49,9	81,2	83,2	71,4
Т-Ас	55,8	75,6	72,6	68,0
Среднее по фактору А	45,0	83,2	78,2	68,8

$HCP_{05} = 12,5$; для фактора А = 3,3; различия по фактору В недостоверны

В сухие годы биологическая активность почвы находилась в пределах от 39,8 до 55,8 %. Наиболее низкий процент разложения льняного полотна был в элювиальных микроландшафтах и характеризовался 39,3 и 36,3 % в Э-Тс и Э-А соответственно. В оптимальные для роста и развития растений годы наблюдалось максимальное разложение льняного полотна и в среднем по опыту было 83,2 %. В элювиальных ландшафтах (в Э-А и Э-Тю) величина данного показателя максимально повышалась – на 7,3 и 10,1 % соответственно. В нижних частях склонов (в Т-Ас и Т-Аю) биоактивность почвы снижалась на 7,6 и 9,0 % соответственно. По другим вариантам зарегистрированы отклонения в пределах 0,8–2,5 %. В избыточно влажные годы биологическая активность почвы варьировала от 72,6 до 83,3 %. Увеличение ее в оптимальные для роста и развития растений годы по сравнению с избыточно влажными и сухими составило 2,0–16,9 и 19,8–53,7 % соответственно. В избыточно влажные годы биологическая активность почвы под посевом яровой пшеницы была высокой на всех вариантах опыта – 73,6–83,3 %. Максимальный ее рост отмечен в Тс и в Т-А (на 4,8 и 4,9 % соответственно) по сравнению с средней по опыту. В избыточно влажные годы по сравнению с су-

хими отмечалось повышение биологической активности почвы на 16,8–41,6%. В среднем за 2010–2022 гг. биологическая активность почвы под посевом яровой пшеницы находилась в пределах от 67,3 до 71,4 %. Различия между вариантами были недостоверны, отклонения составили 0,3–4,1%.

Таким образом, биологическая активность почвы под посевом яровой пшеницы в сухие, оптимальные и избыточно влажные годы составила в среднем по агроландшафту 45, 85,2 и 78,2 % соответственно. Максимальные ее значения были получены в оптимальные для роста и развития растений годы. Усиление биологической активности почвы в оптимальные для роста и развития растений годы по сравнению с избыточно влажными и сухими являлось соответственно 2,0–16,9 и 19,8–53,7 %. В избыточно влажные годы по сравнению с сухими биологическая активность почвы повышалась на 16,8–41,6 %.

Яровую пшеницу сорта Злата возделывали в зернотравяном экстенсивном севообороте с применением низкой дозы азотных удобрений (N_{30} кг на 1 га д. в. в подкормку). В таблице 3 представлена урожайность яровой пшеницы в зависимости от условий года и агроландшафта.

Таблица 3. Изменение урожайности яровой пшеницы в зависимости от условий вегетационного периода и агроландшафта за 2010–2022 гг., т/га
Table 3. Change in the spring wheat productivity, depending on the conditions of the vegetation period and agrolandscape in 2010–2022, t/ha

Варианты опыта	Годы			Среднее по фактору В
	сухие	оптимальные	избыточно влажные	
Т-Аю	0,89	1,73	1,56	1,39
Тю	1,15	2,23	2,09	1,82

Продолжение табл. 3

Варианты опыта	Годы			Среднее по фактору В
	сухие	оптимальные	избыточно влажные	
Э-Тю	1,07	2,15	2,18	1,80
Э-А	1,26	2,20	2,23	1,80
Э-Тс	1,23	2,11	1,94	1,76
Тс	1,77	2,35	2,27	2,13
Т-Ас	1,67	2,42	2,37	2,25
Среднее по фактору А	1,29	2,17	2,09	1,85
НСР ₀₅ = 0,81; фактора А = 0,21; фактора В = 0,33				

В сухие годы урожайность зерна была низкой и находилась в пределах от 0,89 до 1,77 т/га. На всех вариантах южного склона наблюдалась максимально низкая урожайность (1,15–0,89 т/га). Ее снижение составило 12–44 % по сравнению со средней по опыту. В транзитных вариантах северного склона величина данного показателя повышалась на 29,4–37,2 % по сравнению со средним по опыту. По другим вариантам этот показатель находился в пределах среднего по опыту – 1,23–1,26 т/га. В оптимальные для роста и развития растений годы урожайность яровой пшеницы была максимальной и в среднем по опыту характеризовалась 2,17 т/га. В пределах ландшафта этот показатель варьировал от 1,73 до 2,42 т/га. Величина данного показателя была максимальной в нижней части северного склона (в Т-Ас), ее увеличение по сравнению со средней было 0,25 т/га. В аналогичном варианте южного склона урожайность яровой пшеницы максимально снижалась – на 0,44 т/га по сравнению со средней по опыту. В избыточно влажные годы урожайность пшеницы варьировала от 1,56 до 2,37 т/га. Максимальная урожайность была получена в транзитно-аккумулятивном варианте северного склона, получено ее увеличение 0,28 т/га. В избыточно влажные годы урожайность яровой пшеницы повышалась на 49–70 % по сравнению с сухими и незначительно снижалась (на 1,4–10,8 %) по сравнению с оптимальными годами.

В среднем за 2010–2022 гг. урожайность зерна яровой пшеницы по агроландшафту составила 1,39–2,25 т/га. По урожайности пшеницы отмечена тенденция ее повышения в транзитных вариантах северного склона и снижения в нижней части южного склона. Увеличение урожайности в Тс и Т-Ас было 0,28 и 0,40 т/га соответственно по сравнению со средней по опыту. Установлено снижение урожайности в Т-Аю 0,26 т/га. По другим вариантам значения урожайности пшеницы находились в пределах средней по опыту – 1,76–1,82 т/га. По урожайности яровой пшеницы получены достоверные различия между вариантами – НСР₀₅ = 0,81; для фактора А (годы исследований) – 0,21; для фактора В (агромикрорландшафты) – 0,33; Различия по фактору С (почвы глееватые и глеевые) недостоверны.

Таким образом, урожайность зерна яровой пшеницы сорта Злата в сухие, оптимальные и избыточно влажные годы в среднем

по агроландшафту характеризовалась значениями 1,29; 2,17 и 2,09 т/га соответственно. Максимальная урожайность пшеницы была получена в оптимальные для роста и развития растений годы, ее увеличение составило 1,4–10,8 и 51–73 % по сравнению с избыточно влажными и сухими годами соответственно. В сухие годы урожайность яровой пшеницы снижалась на 49–70 % по сравнению с избыточно влажными. Вариабельность урожайности яровой пшеницы повышалась в сухие годы и снижалась в оптимальные и избыточно влажные и составила соответственно 26 и 14,5 %. Была получена корреляционная связь урожайности пшеницы с количеством продуктивной влаги и биологической активностью почвы – прямая в сухие годы ($r = 0,7$ и $r = 0,49$ соответственно) и обратная с порозностью аэрации ($r = -0,66$) и биологической активностью почвы ($r = -0,55$) – в избыточно влажные годы.

Выводы. Погодные условия и ландшафт оказали влияние на свойства дерново-подзолистой почвы и урожайность яровой пшеницы.

1. В разные по влагообеспеченности годы: сухие, оптимальные, избыточно влажные количество продуктивной влаги в пахотном слое почвы составило в среднем за вегетационный период 32,1; 37,8 и 43,9 мм соответственно. В сухие годы отмечалось снижение продуктивной влаги по сравнению с оптимальными и избыточно влажными на 7,8–24,3 и 21,2–46,5 % соответственно. Максимальное снижение величины данного показателя получено в нижней части южного склона (в Т-Аю) – на 7,2; 11,0; 13,7 % – в сухие, оптимальные и избыточно влажные годы соответственно.

2. Порозность аэрации в слое почвы 0–22 см была максимальной в сухие годы (37,1 %) и снижалась в оптимальные и избыточно влажные до 33,4 и 29,5 соответственно. В избыточно влажные годы величина данного показателя была ниже по сравнению с оптимальными и сухими на 0,7–7,4 и 4,7–10,3 % соответственно. Максимальное снижение порозности аэрации было в транзитных вариантах северного склона и составило 6,1–7,4 и 10,1–10,3 % в оптимальные и сухие годы соответственно.

3. Биологическая активность почвы под посевом яровой пшеницы в сухие, оптимальные и избыточно влажные годы характеризовалась в среднем по агроландшафту 45; 85,2 и 78,2 % соответственно. Максимальные ее значения были получены в оптимальные

для роста и развития растений годы. Рост величины данного показателя по сравнению с избыточно влажными и сухими составил соответственно 2,0–16,9 и 19,8–53,7 %. В сухие годы отмечено снижение биологической активности на 16,8–41,6 % по сравнению с избыточно влажными.

4. Урожайность зерна яровой пшеницы сорта Злата в сухие, оптимальные и избыточно влажные годы составила в среднем по агроландшафту 1,29; 2,17 и 2,09 т/га соответственно. Максимальная урожайность пшеницы была получена в оптимальные для роста и развития растений годы, ее увеличение составило 1,4–10,8 и 51–73 % по сравнению с избыточно влажными и сухими годами соответственно. В сухие годы величина данного показателя снижалась на 49–70 % по сравнению с избыточно влажными. В среднем за 2010–2022 гг. макси-

мальная урожайность пшеницы (2,25 т/га) была получена в транзитно-аккумулятивном варианте северного склона, ее увеличение было 0,4 т/га по сравнению со средней по опыту. В сухие годы возрастала вариабельность урожайности пшеницы до 26 % и снижалась до 14,5 % в оптимальные и избыточно влажные годы.

5. В разные по влагообеспеченности годы установлена корреляционная связь урожайности яровой пшеницы с различными почвенными показателями. Прямая корреляционная зависимость урожайности была получена в сухие годы с количеством продуктивной влаги ($r = 0,70$) и с биологической активностью почвы ($r = 0,49$), обратная зависимость получена в избыточно влажные годы с порозностью аэрации ($r = -0,66$) и биологической активностью почвы ($r = -0,55$).

Библиографические ссылки

1. Бесалиев И. Н. Оценка адаптивности яровой мягкой пшеницы в условиях Оренбургской области // Земледелие. 2023. № 1. С. 32–36. DOI: 10.24412/0044.3913.2023.1.32-36
2. Волынкина О. В. Система удобрений и качество зерна яровой пшеницы при бессменном возделывании на стерневом фоне // Плодородие. 2021. № 1(118). С. 3–7. DOI: 10.25680/S19948603.2021.118.01
3. Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Пахотина И. В. Зависимость урожайности и качества зерна твердой яровой пшеницы от метеорологических факторов в южной лесостепи Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 26–31. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-26-31
4. Иванчик В. А., Афанасьев Р. А. Продуктивность яровой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья под влиянием минеральных удобрений // Плодородие. 2020. № 2. С. 20–23. DOI: 10.26680/S19948603.2020.113.06
5. Карасева О. В., Иванов Д. А., Рублюк М. В., Анциферова О. Н. Мониторинг продуктивности культур зерноотрава севооборота на осушаемых землях // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 7(73). С. 64–68. DOI: 10.23670/IRI.2018.73.78.012
6. Лыскова И. В., Суховеева О. З., Лыскова Т. В. Влияние локального изменения климата на продуктивность яровых зерновых культур в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. Т. 22, № 2. С. 244–253. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.244-253
7. Розова М. А., Зиборов А. И., Етиязарян Е. Е. Связь температурных показателей периода вегетации с основными агрономическими значимыми характеристиками сортов яровой твердой пшеницы на Алтае // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 5. С. 9–15. DOI: 10.31857/S2500262721050021
8. Теймуров С. А., Казиев М.-Р. А., Багомаев А. А. Влияние азотных подкормок на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на лугово-каштановой почве // Юг России: экология, развитие. 2023. Т. 18, № 2 (67). С. 152–160. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-2-152-160
9. Сапега В. А., Турсумбекова Г. Ш. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в южной лесостепи Тюменской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21, № 2. С. 114–123. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123
10. Pennacchi J., Carmo-Silva E., Andralojc P., Lawson T., Allen A., Raines C., Parry M. Stability of wheat grain yields over three field seasons in the UK // Food Energy Secur. 2019. Vol. 8(2), Article number: e00147. DOI: 10.1002/fes3.147
11. Siptits S. O., Romanenko I. A., Evdokimova N. E. Model estimates of climate impact on grain and leguminous crops yield in the regions of Russia // Studies on Russian Economic Development. 2021. Vol. 32, № 2. С. 169–176. DOI: 10.1134/S1075700721020040

References

1. Besaliev I. N. Otsenka adaptivnosti yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh Orenburgskoi oblasti [Estimation of the adaptability of spring common wheat in the conditions of the Orenburg region] // Zemledelie. 2023. № 1. S. 32–36. DOI: 10.24412/0044.3913.2023.1.32-36
2. Volynkina O. V. Sistema udobrenii i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy pri bessmennom vozdelevanii na sternevom fone [Fertilizer system and grain quality of spring wheat during permanent cultivation on a stubble background] // Plodородие. 2021. № 1(118). S. 3–7. DOI: 10.25680/S19948603.2021.118.01
3. Evdokimov M. G., Yusov V. S., Pakhotina I. V. Zavisimost' urozhainosti i kachestva zerna tverdoi yarovoi pshenitsy ot meteorologicheskikh faktorov v yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri [Dependence of productivity and grain quality of spring durum wheat on meteorological factors in the southern forest-steppe of Western Siberia] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2020. № 5(71). S. 26–31. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-26-31
4. Ivanchik V. A., Afanas'ev R. A. Produktivnost' yarovoi pshenitsy v usloviyakh tsentral'nogo Nечernozem'ya pod vliyaniem mineral'nykh udobrenii [Productivity of spring wheat in the conditions

- of the Central Non-Blackearth region under the influence of mineral fertilizers] // *Plodorodie*. 2020. № 2. S. 20–23. DOI: 10.26680/S19948603.2020.113.06
5. Karaseva O.V., Ivanov D.A., Rublyuk M.V., Antsiferova O.N. Monitoring produktivnosti kul'tur zernotravyanogo sevooborota na osushaemykh zemlyakh [Monitoring the productivity of crops of grain-grass crop rotation on drained lands] // *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*. 2018. № 7(73). S. 64–68. DOI: 10/23670/IRI.2018.73.78.012
6. Lyskova I.V., Sukhoveeva O.Z., Lyskova T.V. Vliyanie lokal'nogo izmeneniya klimata na produktivnost' yarovykh zernovykh kul'tur v usloviyakh Kirovskoi oblasti [The effect of local climate change on productivity of spring grain crops in the conditions of the Kirov region] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2021. T. 22, № 2. S. 244–253. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.244-253
7. Rozova M.A., Ziborov A.I., Etiyazaryan E.E. Svyaz' temperaturnykh pokazatelei perioda vegetatsii s osnovnymi agronomicheskimi znachimymi kharakteristikami sortov yarovoi tverdoi pshenitsy na Altae [Correlation of temperature indicators of vegetation period with the main agronomically significant characteristics of spring durum wheat varieties in Altai] // *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2021. № 5. S. 9–15. DOI: 10.31857/S2500262721050021
8. Teimurov S.A., Kaziev M.-R. A., Bagomaev A.A. Vliyanie azotnykh podkormok na urozhainost' i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy na lugovo-kashtanovoi pochve [The effect of nitrogen fertilization on productivity and grain quality of winter wheat on meadow-chestnut soil] // *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*. 2023. T. 18, № 2 (67). S. 152–160. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-2-152-160
9. Sapega V.A., Turumbekova G. Sh. Urozhainost', ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' sortov yarovoi myagkoi i tverdoi pshenitsy v yuzhnoi lesostepi Tyumenskoii oblasti [Productivity, ecological adaptability, and stability of spring common and durum wheat varieties in the southern forest-steppe of the Tyumen region] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2020. T. 21, № 2. S. 114–123. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123
10. Pennacchi J., Carmo-Silva E., Andralojc P., Lawson T., Allen A., Raines C., Parry M. Stability of wheat grain yields over three field seasons in the UK // *Food Energy Secur.* 2019. Vol. 8(2), Article number: e00147. DOI: 10.1002/fes3.147
11. Siptits S.O., Romanenko I.A., Evdokimova N.E. Model estimates of climate impact on grain and leguminous crops yield in the regions of Russia // *Studies on Russian Economic Development*. 2021. Vol. 32, № 2. S. 169–176. DOI: 10.1134/S1075700721020040

Поступила: 01.06.23; доработана после рецензирования: 04.08.23; принята к публикации: 10.08.23.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Рублюк М. В. – концептуализация исследования, выполнение полевых опытов, сбор, анализ и интерпретация данных, подготовка рукописи; Иванов Д. А. – концептуализация исследования, руководство выполнением полевых опытов, анализ данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.