

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОУСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

✉ Шаратов И.И., Шаратова Ю.А., Абдряев М.Р.

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова – филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук

Самарская область, г. Кинель, Россия

✉ e-mail: scharapov86@mail.ru

Представлены результаты трехлетних исследований (2020–2022), проводившихся в лесостепной зоне Самарской области в агроценозе озимой пшеницы. Целью работы было изучение влияния природно-климатических условий района исследований на формирование показателей урожайности, содержание белка в зерне озимой пшеницы. Материалом служили десять сортов из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) и пять сортов селекции Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова. Были определены урожайность, содержание белка в зерне и выход белка с гектара. Выявлены сорта, отличающиеся высокой урожайностью и большим количеством белка в зерне, показывающие максимальный выход белка в различные по метеоусловиям годы. Во время исследования самым благоприятным для формирования высокой урожайности оказался 2022 г. (в указанный год было собрано от 6,0 до 8,5 т/га), когда наблюдалось выпадение значительного объема осадков в мае – I декаде июня. Показатель содержания белка в зерне был максимален в 2021 г. (14–19%), когда в период налива зерна наблюдались высокие температуры воздуха на фоне отсутствия осадков. Для каждого сорта установлена корреляционная зависимость суммы активных температур и количества осадков в период весенне-летней вегетации с исследуемыми показателями. Отмечена отрицательная корреляция между суммой активных температур и урожайностью (от –0,553 до –0,981) и положительная зависимость с показателем «содержание белка» (от 0,605 до 0,984) в зависимости от сорта. Количество осадков находилось в положительной корреляционной зависимости с показателем урожайности, зависимость с содержанием белка в зерне была неоднозначна и зависела от сорта. На изучаемые показатели оказывали влияние не только природно-климатические условия, но и генотипические особенности изучаемых сортов, что и объясняет разноплановую корреляционную зависимость.

Ключевые слова: белок, урожайность, озимая пшеница, метеоусловия, вегетация

INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON YIELD AND PROTEIN CONTENT IN WINTER WHEAT GRAIN

✉ Sharapov I.I., Sharapova Yu.A., Abdryaev M.R.

Povolzhsky Scientific Research Institute of Selection and Seed Growing named after P.N. Konstantinov – Branch of Samara Federal Research Scientific Center RAS

Kinzel, Samara region, Russia

✉ e-mail: scharapov86@mail.ru

The results of three-year studies (2020–2022) conducted in the forest-steppe zone of the Samara region in the agroecosystem of winter wheat are presented. The purpose of the work was to study the influence of natural and climatic conditions of the research area on the formation of yield indicators, protein content in winter wheat grain. The material was 10 varieties from the Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR) collection and 5 varieties of selection of the Povolzhsky Scientific Research Institute of Selection and Seed Growing named after P.N. Konstantinov. Yield, grain protein content and protein yield per hectare were determined. Varieties characterized by high yield and high amount of protein in grain, showing maximum protein yield in different weather conditions of the years were identified. Over the years of research, the year 2022 was the most favorable for the formation of high yields (between 6 and 8.5 t/ha were harvested in the indicated year), where a large amount of

precipitation was observed in May – the first ten-day period of June. The protein content in grain was the highest in 2021 (14–19%), when high temperatures were observed during the grain filling period in the absence of precipitation. For each variety, the correlation dependence of the sum of active temperatures and the amount of precipitation during the spring-summer vegetation period with the studied indicators was established. There was a negative correlation between the sum of active temperatures and yield (from –0.553 to –0.981) and a positive correlation with the protein content indicator (from 0.605 to 0.984) depending on the variety. The amount of precipitation was in a positive correlation with the yield index, the dependence on the protein content in the grain was ambiguous and depended on the variety. The studied indicators were influenced not only by natural and climatic conditions, but also by the genotypic features of the studied varieties, which explains the diverse correlation dependence.

Keywords: protein, yield, winter wheat, weather conditions, vegetation

Для цитирования: Шарапов И.И., Шарапова Ю.А., Абдраев М.Р. Влияние метеоусловий на урожайность и содержание белка в зерне озимой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 9. С. 40–48. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-9-5>

For citation: Sharapov I.I., Sharapova Yu.A., Abdryaev M.R. Influence of weather conditions on yield and protein content in winter wheat grain. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 9, pp. 40–48. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-9-5>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Озимая пшеница – основная продовольственная и кормовая культура в Самарской области. Площадь посева озимой пшеницы в регионе составляет в среднем 500 тыс. га ежегодно и постепенно увеличивается. Озимая пшеница является страховой культурой, дающей высокие урожаи даже в засушливые годы, поэтому интерес к ней стабильно высок [1]. Указанное свойство пшеницы особенно важно, так как в Самарской области не редки засухи в период налива зерна [2].

В условиях меняющегося климата определяющим инновационным компонентом интенсивной технологии производства зерна пшеницы выступают адаптированные к местным природно-климатическим условиям сорта [3]. Как отмечают I. Elahi et al. [4], изменение климата сильнее всего сказывается в районах возделывания пшеницы на богаре.

Белок и клейковина считаются основными показателями качества зерна пшеницы [5]. Об уровне развития зернового производства в стране свидетельствует качество произведенного зерна [6]. Известно, что содержание белка находится в отрицательной корреляционной зависимости с урожайностью. При производстве зерна важно получить не толь-

ко высокие урожаи, но и качественную продукцию [7]. К значимым факторам, способным оказать влияние на урожайность и качество зерна, относятся среда обитания, агротехника возделывания, сорт [8]. Условия получения высококачественного зерна зависят от факторов внешней среды (температуры воздуха и осадков). Важным фактором, обеспечивающим высокую урожайность озимой пшеницы, является температура в период цветения – налива зерна (конец мая – июнь) [9]. Уменьшение количества доступной влаги ведет, с одной стороны, к снижению урожайности, с другой – к повышению качества зерна (увеличению содержания белка) [10].

Цель исследования – изучить влияние метеорологических условий на урожайность и содержание белка в зерне пшеницы сортов из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) и селекции Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова (Поволжский НИИСС).

Задачи исследования:

1) определить влияние суммы активных температур и количества осадков на урожайность и содержание белка в зерне озимой пшеницы;

2) выделить адаптивные сорта, показывающие высокую урожайность и высокое содержание белка в зерне в различные по метеоусловиям годы;

3) провести корреляционный анализ влияния суммы активных температур и суммы осадков в весенне-летний период вегетации на разных сортах озимой пшеницы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в 2020–2022 гг. на селекционно-семеноводческих полях Поволжского НИИСС (лаборатория селекции и семеноводства озимой пшеницы) в условиях экологического сортоиспытания. Были использованы три сорта местной селекции (Поволжская нива, Поволжская 30, Поволжское золото), две перспективные линии (Эритроспермум 4287, Лютесценс 3868), а также десять сортов из коллекции ВИР: Скипетр (стандарт), Бирюза, Базис, Бонус, Виктория 95, Капитан, Кипчак, Цефей, Юнона, Shestopalivka. Анализ содержания белка в зерне осуществляли в лаборатории инновационных технологий на инфракрасном анализаторе «ИнфралЮМ ФТ» по методике М 04-37-2009 (2014 г.) согласно ГОСТ Р 8.563–2009.

Площадь опытных делянок 15 м², расположение вариантов опыта рендомизированное, повторность четырехкратная. Предшественник – черный пар. Норма высева 4,5 млн всхожих семян/га. Агротехника общепринятая для озимой пшеницы. Уборку проводили комбайном Сампо-2010.

Метеоусловия весенне-летнего периода вегетации в годы исследований имели существенные различия, что сказалось на реализации сортового потенциала по продуктивности и содержанию белка (см. табл. 1).

В 2020–2022 гг. на территории Самарской области возобновление вегетации озимой пшеницы пришлось на III декаду апреля. Перед посевом в 2019 г. сложились благоприятные погодные условия, когда за летние месяцы выпало 99,7 мм осадков. В результате были получены полноценные всходы. Невысокие температуры сентября (5,8–14,3 °С) и осадки способствовали хорошему развитию и закалке растений. За зиму выпало 54,9 мм осадков на фоне высоких среднемесячных температур января и февраля (–2,8 и –3,8 °С соответственно). Условия перезимовки были мягкими и не оказали существенного влияния на растения. Март оказался прохладным

Табл. 1. Гидротермические показатели за 2020–2022 гг.

Table 1. Hydrothermal indicators for 2020–2022

Месяц	Декада	Сумма активных температур				Количество осадков, мм				ГТК			
		Среднемесячное значение	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднемесячное значение	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднемесячное значение	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Апрель	III	63,0	65,1	12,2	104,2	11,1	13,9	18,2	12,6	1,76	–	–	1,21
Май	I	135,0	170,1	162,9	60,1	8,7	2,8	2,8	22,5	0,64	0,16	0,17	–
	II	189,0	115,3	232,7	72,2	11,6	12,0	0,1	41,4	0,61	1,04	0,01	5,73
	III	176,0	190,8	230,8	103,0	13,5	2,8	17,9	19,6	0,77	0,15	0,78	1,90
	За месяц	500,0	476,2	626,4	235,3	33,8	17,6	20,8	83,5	0,68	0,37	0,33	3,55
Июнь	I	178,0	183,9	190,4	179,3	15,5	45,2	34,5	42,6	0,87	2,45	1,81	2,37
	II	199,0	181,1	218,3	193,5	16,6	0,3	34,1	7,4	0,83	0,02	1,56	0,38
	III	207,0	168,7	278,2	196,6	22,5	2,8	3,7	3,9	1,09	0,17	0,13	0,20
	За месяц	584,0	533,7	686,9	569,4	54,6	48,3	72,3	53,9	0,93	0,91	1,05	0,95
Июль	I	210,0	248,1	213,8	205,8	22,2	0,9	6,4	3,9	1,06	0,04	0,30	0,19
	II	216,0	256,0	247,8	239,7	15,9	4,8	6,3	5,4	0,74	0,19	0,25	0,23
	За месяц	426,0	504,1	461,6	445,5	38,1	5,7	12,7	9,3	0,89	0,11	0,28	0,21
Всего за период весенне-летней вегетации		1573,0	1579,0	1786,5	1354,4	137,6	85,5	124,0	159,3	0,87	0,54	0,69	1,18

(2,2 °C), таяние снега шло постепенно. В апреле I и II декады были теплыми, в отдельные дни температура доходила до 5,5 °C.

В апреле – мае 2020 г. наблюдали незначительное угнетение растений, снижение нормы осадков на 30,0% по сравнению со среднемноголетними показателями. Сумма активных температур находилась на уровне среднемноголетней величины. В I декаде июня выпало большое количество осадков (45,2 мм), что совпало с периодом массового налива зерна. Во II и III декадах июня, I и II декадах июля отмечен дефицит осадков (15,0% от среднемноголетнего значения) на фоне высоких температур. Весенне-летний период вегетации 2020 г. являлся засушливым, гидротермический коэффициент (ГТК) в указанный период составил 0,54 (по Г.Т. Селянинову).

В 2020 г. перед посевом озимой пшеницы сложились благоприятные погодные условия. В июне – августе выпало 112,9 мм осадков, были получены полноценные всходы. Осадки в сентябре и октябре на фоне невысоких температур способствовали хорошему развитию и закалке пшеницы. В ноябре выпало незначительное количество снега. За декабрь, январь и февраль выпало 147,2 мм осадков, высота снежного покрова составила 55 см, что позволило надежно защитить озимую пшеницу от низких температур. Средняя температура в зимние месяцы колебалась от –10,4 до –13,9 °C. Март был прохладным, таяние снега шло постепенно.

Период весенней вегетации 2021 г. характеризовался как острозасушливый. Сумма активных температур мая превышала среднемноголетнее значение на 25,0% при низком количестве осадков (на 38,0% ниже нормы). У растений озимой пшеницы наблюдали угнетение и отставание в росте. В III декаде мая, I и II декадах июня выпало значительное количество осадков, что совпало с периодом активного налива зерна. Сумма активных температур в летние месяцы вегетации превышала среднемноголетнюю величину на 13,7% при дефиците осадков в июле. Условия 2021 г. были сложными для роста и развития озимой пшеницы. ГТК за весенние и летние

месяцы составил 0,69, т.е. данный период можно характеризовать как засушливый.

В 2021 г. перед посевом озимой пшеницы сложились неблагоприятные погодные условия. Незначительные осадки в июле (17,7 мм) и практически полное их отсутствие в августе (0,6 мм) на фоне высоких температур иссушили почву, всходы были изреженными. Ситуацию исправили осадки I декады сентября (31,0 мм). Отмечалось выравнивание посевов. Октябрь и ноябрь оказались теплыми, что позволило растениям дополнительно кустииться. В декабре высота снежного покрова достигала 15 см. Температура января и февраля доходила до –23 °C, высота снежного покрова составляла 58 см. Март был прохладным, таяние снега проходило постепенно.

Весенне-летний период вегетации озимой пшеницы 2022 г. отличался от предыдущих годов исследования большим количеством осадков на фоне снижения суммы активных температур в апреле – июне. В мае и I декаде июня зафиксировано выпадение значительного объема осадков – выше среднемноголетних показателей на 147,0 и 175,0% соответственно. Сложились оптимальные условия для роста и развития озимой пшеницы, что дало возможность исследуемым сортам максимально реализовать свой генетический потенциал по урожайности. В I и II декадах июля наблюдали повышение температур на фоне низкого количества осадков. Величина ГТК за 2022 г. составила 1,18 (слабозасушливые условия).

В осенний период 2020–2022 гг. условия для роста и развития растений складывались по-разному, были получены полноценные всходы, перезимовка которых проходила в мягких зимних условиях, не оказавших существенного влияния на растения.

Годы исследований характеризовались контрастными условиями произрастания по сумме активных температур и сумме осадков в весенне-летний период вегетации озимой пшеницы. Острозасушливые периоды наблюдались в 2020 и 2021 гг., слабозасушливые – в 2022 г. ГТК колебался от 0,54 (2020 г.) до 1,18 (2022 г.). Выпадение основного объема осадков зафиксировано в начале июня,

что совпадало с периодом налива зерна и позволило получить высокую урожайность.

Изучали взаимосвязь гидротермических показателей с урожайностью, содержанием белка и выходом белка на единицу площади. Математическую обработку проводили по Б.А. Доспехову* методами корреляционного и дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Озимая пшеница является урожайной культурой, способной формировать высококачественное зерно даже в засушливых условиях. В наших исследованиях урожайность и содержание белка существенно варьировали по годам (см. табл. 2).

В 2020 г. у изучаемых сортообразцов урожайность составляла от 3,2 (Бирюза) до 5,7 т/га (Бонус), содержание белка – от 9,1 (Скипетр) до 13,8% (Shestopalivka), выход белка – от 0,36 (Скипетр) до 0,69 т/га (Бонус).

В 2021 г. минимальная урожайность отмечена у сортов Базис и Кипчак (4,3 т/га), максимальная – у линии Эритроспермум 4287 (6,2 т/га). Содержание белка в зерне пшеницы варьировало: минимальный показатель составил 14,2% (Скипетр), максимальный – 18,9% (Юнона). Минимальный выход белка зафиксирован у сорта Скипетр (0,69 т/га), максимальный – у линии Эритроспермум 4287 (1,0 т/га).

В 2022 г. наблюдали самую высокую урожайность озимой пшеницы за исследуемый период. Минимальная урожайность отмечена у сорта Поволжская нива, относимого к степному экотипу (6,1 т/га), максимальная – у сорта Кипчак и линии Эритроспермум 4287 (8,5 т/га). При этом зафиксировано низкое содержание белка в зерне – от 11,0 (Цефей) до 14,8% (Поволжская нива). По выходу белка выделилась линия Эритроспермум 4287 (1,1 т/га), минимум отмечен у сортов Юнона, Цефей и Поволжская 30 (0,81 т/га).

В среднем за три года исследований по урожайности выделились сорт Бонус и линия Эритроспермум 4287 (6,3 т/га), минималь-

ный показатель – у сорта Поволжская нива (4,9 т/га). Максимальным содержанием белка характеризовался сорт Виктория 95 (15,0%), минимальным – сорт Скипетр (11,9%). По выходу белка выделилась линия Эритроспермум 4287 (0,86 т/га), минимальный выход зафиксирован у сорта Скипетр (0,64 т/га). Стоит отметить, что сорта, отличающиеся высокой урожайностью, имели низкое содержание белка, и наоборот, чем ниже урожайность, тем выше было содержание белка [11].

Тесную корреляционную зависимость наблюдали между метеоусловиями и урожайностью, содержанием и выходом белка (см. табл. 3). Отрицательная корреляция отмечена между суммой активных температур и урожайностью, она колебалась от средней (–0,553) до высокой (–0,981). Зависимость содержания белка в зерне от суммы активных температур носила положительный характер и колебалась от слабой (0,065) до сильной (0,984).

В условиях, оптимальных для роста и развития озимой пшеницы, питательные вещества преобразуются в крахмал в зерновке, что приводит к снижению количества белка [12]. При высоких температурах происходит снижение биосинтеза крахмала в зерновке [13, 14]. Усиление процесса дыхания и увеличение расхода углеводов приводят к повышению количества белка в зерне [12].

Зависимость показателя «выход белка» от суммы активных температур была разносторонней, зависела от сорта и колебалась от слабо положительной (0,151 у сорта Цефей) до сильно отрицательной (–0,725 у сорта Бонус).

Урожайность изучаемых сортов находилась в тесной положительной корреляционной зависимости от количества осадков. Аналогичный результат получен в исследованиях A. Wegrzyn et al. [15] в Польше на посевах озимой пшеницы. Корреляционная зависимость колебалась от 0,656 (средняя) до 0,997 (сильная). Количество осадков оказывало разностороннее влияние на содержание белка: у изучаемых сортов отмечалась как слабо отрицательная (–0,338 у сорта

*Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Табл. 2. Генотипические особенности формирования урожайности и качества зерна озимой пшеницы
Table 2. Genotypic features of the formation of yield and quality of winter wheat grain

Сорт, патентообладатель	2020 г.			2021 г.			2022 г.			Среднее по годам		
	Урожай- ность, т/га	Содержа- ние бел- ка, %	Выход белка, т/га	Урожай- ность, т/га	Содержа- ние бел- ка, %	Выход белка, т/га	Урожай- ность, т/га	Содержа- ние бел- ка, %	Выход белка, т/га	Урожай- ность, т/га	Содержа- ние бел- ка, %	Выход белка, т/га
Скипер (стандарт) , А.Г. Поletaев, Г.М. Поletaев	3,97	9,1	0,36	4,89	14,2	0,69	7,23	11,4	0,82	5,36	11,9	0,64
Бирюза, Самарский НИИССХ	3,19	11,6	0,37	4,67	16,8	0,78	7,31	12,6	0,92	5,06	13,7	0,69
Базис, Самарский НИИССХ	4,44	13,1	0,58	4,22	18,1	0,76	8,01	11,9	0,95	5,55	14,1	0,78
Юнона, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	5,33	12,1	0,64	4,45	18,9	0,84	7,31	11,1	0,81	5,70	14,0	0,80
Капитан, АНЦ «Донской»	4,44	12,9	0,57	4,67	17,1	0,80	8,11	11,7	0,95	5,74	13,9	0,80
Бонус, АНЦ «Донской»	5,71	12,1	0,69	4,89	16,0	0,78	8,33	12,4	1,03	6,31	13,5	0,85
Виктория 95, НИИССХ Юго-Востока	4,89	13,7	0,67	5,11	17,7	0,90	6,70	13,5	0,90	5,57	15,0	0,84
Цефей, ЭкоНива – Семена	4,67	12,6	0,59	4,67	18,4	0,86	7,39	11,0	0,81	5,58	14,0	0,78
Shestopalivka, Украина	4,00	13,8	0,55	4,67	16,4	0,77	8,31	12,3	1,02	5,66	14,2	0,80
Кипчак, АНЦ «Донской»	4,89	12,0	0,59	4,22	17,0	0,72	8,52	11,2	0,96	5,88	13,4	0,79
Поволжская нива, Поволжский НИИСС	4,12	12,0	0,49	4,42	15,8	0,70	6,11	14,8	0,91	4,88	14,2	0,69
Поволжская 30, Поволжский НИИСС	4,51	11,4	0,51	4,30	16,6	0,71	6,29	12,9	0,81	5,03	13,6	0,68
Поволжское золото, Поволжский НИИСС	4,42	10,5	0,46	4,60	15,3	0,70	8,11	12,2	0,99	5,71	12,7	0,73
Эритроспермум 4287, Поволжский НИИСС	4,23	11,8	0,50	6,22	16,2	1,01	8,51	13,2	1,12	6,32	13,7	0,86
Лютесценс 3868, Поволжский НИИСС	4,04	10,2	0,41	4,31	16,0	0,69	7,19	12,0	0,86	5,18	12,7	0,66
НСР _{0,05}	0,21	0,6	0,11	0,23	0,7	0,1	0,31	0,16	0,37	0,24	0,43	0,14

Табл. 3. Корреляционная зависимость метеоусловий и показателей «урожайность», «содержание белка», «выход белка» (2020–2022 гг.)

Table 3. Correlation of weather conditions with yield, protein content and protein yield (2020–2022)

Сорт	Сумма активных температур			Количество осадков		
	Урожайность	Содержание белка	Выход белка	Урожайность	Содержание белка	Выход белка
Скипетр (стандарт)	–0,710	0,605	–0,185	0,964	0,389	0,944
Бирюза	–0,649	0,746	–0,267	0,982	0,205	0,968
Базис	–0,900	0,933	–0,533	0,825	–0,154	0,999
Юнона	–0,981	0,909	0,116	0,656	–0,092	0,803
Капитан	–0,849	0,944	–0,412	0,881	–0,187	0,995
Бонус	–0,963	0,816	–0,725	0,712	0,094	0,958
Виктория 95	–0,818	0,876	–0,022	0,906	–0,017	0,878
Цефей	–0,877	0,943	0,151	0,853	–0,181	0,781
Shestopalivka	–0,798	0,984	–0,551	0,919	–0,338	0,998
Кипчак	–0,937	0,913	–0,657	0,770	–0,102	0,981
Поволжская нива	–0,802	0,065	–0,601	0,917	0,833	0,992
Поволжская 30	–0,917	0,675	–0,349	0,802	0,304	0,986
Поволжское золото	–0,823	0,532	–0,634	0,877	0,468	0,986
Эритроспермум 4287	–0,553	0,532	–0,634	0,997	0,335	0,950
Лютесценс 3868	–0,864	0,656	–0,464	0,867	0,327	0,999

Shestopalivka), так и сильно положительная корреляционная зависимость (0,833 у сорта Поволжская нива). Высокую положительную корреляционную зависимость наблюдали у показателей «выход белка» и «количество осадков» – 0,781 и 0,999 соответственно.

Прослеживается четкая корреляционная зависимость по большинству исследуемых показателей и метеоусловиям. Стоит отметить, что на коэффициент корреляции оказывают влияние сортовые особенности озимой пшеницы. Температура воздуха и выпадающие осадки имеют сильную разнонаправленную корреляционную зависимость с показателями урожайности и количеством белка. При этом данная зависимость может существенно различаться по сортам [16].

Таким образом, метеоусловия годов исследования оказали влияние на показатели урожайности, количество белка в зерне и выход белка с гектара. Следует также отметить, что значительную роль здесь играют генетические особенности сорта. Изучаемые сорта по-разному реагировали на показатели суммы активных температур и суммы осадков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сумма активных температур и сумма осадков за изучаемый период оказали существенное влияние на урожайность и содержание белка в зерне озимой пшеницы. Наиболее благоприятным по урожайности был 2022 г., по содержанию белка – 2021 г.

В ходе исследования по урожайности выделились сорт Бонус (АНЦ «Донской») и линия Эритроспермум 4287 (Поволжский НИИСС), сформировавшие по 6,3 т/га. Наибольшее содержание белка отмечено у сорта Виктория 95 (Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока) – 15,0%.

Урожайность и содержание белка в зерне озимой пшеницы находились в тесной корреляционной зависимости от суммы активных температур и суммы осадков. Величина коэффициента корреляции варьировала по сортам.

На изучаемые показатели влияют не только метеорологические условия года, но и генотипические особенности изучаемых сортов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарапов И.И., Шарапова Ю.А. Влияние конопля сорной на элементы продуктивности и поврежденность зерна пшеничным трипсом и хлебными клопами в агроценозе озимой мягкой пшеницы // Аграрный научный журнал. 2021. № 9. С. 50–54. DOI: 10.28983/asj.y2021i9pp50-54.
2. Маслова Г.Я., Шарапов И.И., Шарапова Ю.А. Урожайность и элементы структуры урожая сортов озимой пшеницы конкурсного сортоиспытания в различные по метеоусловиям годы в условиях Самарской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2021. № 2 (62). С. 240–246. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-25.
3. Sukhareva E.P., Belikina A.V. Yield and quality of winter wheat (*Triticum aestivum*) varieties under dry conditions of Volgograd region of Russia // Research on Crops. 2022. N 2 (23). P. 282–287. DOI: 10.31830/2348-7542.2022.039.
4. Elahi I., Saeed U., Wadood A., Abbas A., Nawaz H., Jabbar S. Effect of climate change on wheat Productivity // IntechOpen. 2022. April. P. 1–14. DOI: 10.5772/intechopen.103780.
5. Kulikova A., Yashin E., Karpov A., Volkova E. The comparative efficiency of organic, mine-ral and organo-mineral fertilizers for the winter wheat grain yield in the forest steppe of the Volga region // BIO Web of Conferences. 2021. January. P. 1–5. DOI: 10.1051/bioconf/20213700094.
6. Vershinina T.S., Larkova N.N., Eliseev S.L. Technological qualities of gran of winter crops depending on the sowing time and weather conditions // Bioscience Biotechnology Research Communications. 2020. N 13 (4). P. 2262–2265. DOI: 10.21786/bbrc/13.4/95.
7. Gawęda D., Haliniarz M. Grain yield and quality of winter wheat depending on previous crop and tillage system // Agriculture. 2021. N 11 (2). P. 1–16. DOI: 10.3390/agriculture11.020133.
8. Woźniak A. Effect of Crop Rotation and Cereal Monoculture on the Yield and Quality of Winter Wheat Grain and on Crop Infestation with Weeds and Soil Properties // International Journal of Plant Production. 2019. N 13. P. 177–182. DOI: 10.1007/s42106-019-00044-w.
9. Czibolya L., Makra L., Pinke Z., Horváth J., Csépe Z. Dependence of the crop yields of maize, wheat, barley and rye on temperature and precipitation in Hungary // Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences. 2020. N 15 (3). P. 359–368. DOI: 10.26471/cjees/2020/015/136.
10. Wan C., Dang P., Wang J., Tao J., Qin X., Feng B., Gao J. How does the environment affect wheat yield and protein content response to drought? A Meta-analysis // Frontiers in plant science. 2022. Vol. 13. P. 1–10. DOI: 10.3389/fpls.2022.896985.
11. Амелин А.В., Мазалов В.И., Заикин В.В., Чекалин Е.И., Икусов Р.А. Потенциальные возможности новых сортов озимого тритикале в формировании высокого и качественного урожая зерна // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (59). С. 37–45. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.4.37.
12. Дёмина И.Ф. Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. № 4 (23). С. 433–440. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440.
13. Poudel P., Poudel M. Heat stress effects and tolerance in wheat // Journal of Biology and Today's World. 2020. N 3 (9). P. 1–6. DOI: 10.35248/2322-3308.20.09.217.
14. Куменбекова А.К., Мухомедьярова А.С. Продуктивность сортов яровой пшеницы в зависимости от климатических условий сухостепной зоны Западного Казахстана // Наука и образование. 2022. № 1–2 (66). С. 33–40. DOI: 10.52578/2305-93-97-2022-1-2-33-40.
15. Węgrzyn A., Klimek-Kopyra A., Dacewicz E., Skowera B., Grygierzec W., Kulig B., Flis-Olszewska E. Effect of selected meteorological factor on the growth rate and seed yield of winter – a case study // Agronomy. 2022. N 12 (12). P. 1–16. DOI: 10.3390/agronomy12122924.
16. Дорохов Б.А., Брашлова И.С., Беляева Е.П. Особенности формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. № 3 (52). С. 24–34. DOI: 10.26898/0370-8799-2022-3-3.

REFERENCES

1. Sharapov I.I., Sharapova Yu.A. Influence of weed hemp on the elements of productivity and grain damage by wheat thrips and bread bugs in the agrocenosis of winter soft wheat. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal = Agrarian Scientific Journal*, 2021, no. 9, pp. 50–54. (In Russian). DOI: 10.28983/asj.y2021i9pp50-54.
2. Maslova G.Ya., Sharapov I.I., Sharapova Yu.A. Yield and yield structure elements of winter wheat varieties of competitive variety testing in different weather conditions in the Samara region. *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa = Izvestia of the Lower Volga Agro-Uni-*

- versity Complex, 2021, no. 2 (62), pp. 240–246. (In Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-25.
3. Sukhareva E.P., Belikina A.V. Yield and quality of winter wheat (*Triticum aestivum*) varieties under dry conditions of Volgograd region of Russia. *Research on Crops*, 2022, no. 2 (23), pp. 282–287. DOI: 10.31830/2348-7542.2022.039.
 4. Elahi I., Saeed U., Wadood A., Abbas A., Nawaz H., Jabbar S. Effect of climate change on wheat Productivity. *IntechOpen*, 2022, April, pp. 1–14. DOI: 10.5772/intechopen.103780.
 5. Kulikova A., Yashin E., Karpov A., Volkova E. The comparative efficiency of organic, mineral and organo-mineral fertilizers for the winter wheat grain yield in the forest steppe of the Volga region. *BIO Web of Conferences*, 2021, January, pp. 1–5. DOI: 10.1051/bioconf/20213700094.
 6. Vershinina T.S., Larkova N.N., Eliseev S.L. Technological qualities of grain of winter crops depending on the sowing time and weather conditions. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 2020, no. 13 (4), pp. 2262–2265. DOI: 10.21786/bbrc/13.4/95.
 7. Gawęda D., Haliniarz M. Grain yield and quality of winter wheat depending on previous crop and tillage system. *Agriculture*, 2021, no. 11 (2), pp. 1–16. DOI: 10.3390/agriculture11.020133.
 8. Woźniak A. Effect of Crop Rotation and Cereal Monoculture on the Yield and Quality of Winter Wheat Grain and on Crop Infestation with Weeds and Soil Properties. *International Journal of Plant Production*, 2019, no. 13, pp. 177–182. DOI: 10.1007/s42106-019-00044-w.
 9. Czibolya L., Makra L., Pinke Z., Horváth J., Csépe Z. Dependence of the crop yields of maize, wheat, barley and rye on temperature and precipitation in Hungary. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 2020, no. 15 (3), pp. 359–368. DOI: 10.26471/cjees/2020/015/136.
 10. Wan C., Dang P., Wang J., Tao J., Qin X., Feng B., Gao J. How does the environment affect wheat yield and protein content response to drought? A Meta-analysis. *Frontiers in plant science*, 2022, vol. 13, pp. 1–10. DOI: 10.3389/fpls.2022.896985.
 11. Amelin A.V., Mazalov V.I., Zaikin V.V., Chekalin E.I., Ikusov R.A. New varieties of winter triticale and their potential in the formation of high yields and quality grain production. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*, 2018, no. 4 (59), pp. 37–45. (In Russian). DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.4.37.
 12. Demina I.F. Influence of weather conditions on the yield and quality of spring wheat grain in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2022, no. 4 (23), pp. 433–440. (In Russian). DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440.
 13. Poudel P., Poudel M. Heat stress effects and tolerance in wheat. *Journal of Biology and Today's World*, 2020, no. 3 (9), pp. 1–6. DOI: 10.35248/2322-3308.20.09.217.
 14. Kumenbekova A.K., Mukhomedyarova A.S. Productivity of spring wheat varieties depending on climatic conditions of the dry steppe zone of Western Kazakhstan. *Nauka i obrazovanie = Science and education*, 2022, no. 1–2 (66), pp. 33–40. (In Russian). DOI: 10.52578/2305-93-97-2022-1-2-33-40.
 15. Węgrzyn A., Klimek-Kopyra A., Dacewicz E., Skowera B., Grygierzec W., Kulig B., Flis-Olszewska E. Effect of selected meteorological factor on the growth rate and seed yield of winter – a case study. *Agronomy*, 2022, no. 12 (12), pp. 1–16. DOI: 10.3390/agronomy12122924.
 16. Dorokhov B.A., Brailova I.S., Belyaeva E.P. Specifics of yield formation and grain quality of winter wheat in the Central Chernozem Region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, no. 3 (52), pp. 24–34. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2022-3-3.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Шарапов И.И.**, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 446442, Самарская область, г. Кинель, ул. Шоссейная, 76; e-mail: scharapov86@mail.ru

Шарапова Ю.А., кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник

Абдраев М.Р., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Ivan I. Sharapov**, Candidate of Science in Agriculture, Junior Researcher; **address:** 76, Shosseynaya St., Kinel, Samara Region, 446442, Russia; e-mail: scharapov86@mail.ru

Yulia A. Sharapova, Candidate of Science in Agriculture, Junior Researcher

Myansur R. Abdryaev, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 23.03.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 27.06.2023
Дата публикации / Published 20.10.2023