ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М. Г. Евдокимов, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0001-9919-2329;

В. С. Юсов, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-4159-3872;

И. В. Пахотина, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-9709-1951

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,
644012, Омск, пр. Королева, 26; e-mail: misha-emg@rambler.ru

Цель исследований заключалась в выявлении влияния метеорологических факторов на урожайность и показатели качества зерна твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири. Исследования проводились в ФГБНУ «Омский АНЦ» в 1981–2019 гг. Объектом исследований являлся сорт твердой яровой пшеницы Алмаз, который испытывали в питомниках конкурсного сортоиспытания по следующим признакам: урожайность, натура, стекловидность зерна, содержание белка и клейковины, ИДК, цвет макарон. Средняя урожайность в годы исследований составила 2,51 т/га, различия между показателями в неблагоприятные (1,54 т/га) и благоприятные (3,48 т/га) годы достигали 1,94 т/га. Натура зерна в более увлажненные годы была на 22 г/л выше, чем в экстремальные; стекловидность зерна – на 5%. Содержание белка и клейковины, цветовая оценка макарон были выше в неблагоприятные годы (соответственно на 1,60%, 4,3%, 0,2 балла) по сравнению с благоприятными. Установлено, что урожайность положительно связана с осадками мая и 1-й декады июля, относительной влажностью мая, июня; отрицательная связь отмечена с температурой воздуха в июне. Натура зерна имеет отрицательную зависимость от осадков (в 1-й и 2-й декадах) и относительной влажности воздуха в августе по всем декадам. На стекловидность зерна положительное влияние оказывают температура в мае и осадки в июле (1-й декады). Содержание белка в зерне отрицательно связано с осадками и относительной влажностью воздуха в мае, июне и июле (в 1-й и 3-й декадах). Среднесуточная температура мая и июля положительно влияет на содержание белка в зерне. Содержание клейковины имеет положительную связь с температурой в мае и в 3-й декаде июля. Отрицательная зависимость этого показателя наблюдается с осадками мая, июня и 3-й декады июля, с относительной влажностью воздуха в мае, июне, июле (в 1-й и 3-й декадах), августе (3-я декада). Цвет макарон отрицательно связан с осадками и относительной влажностью воздуха июля (3-я декада) и августа (1–2-я декады).

Ключевые слова: твердая яровая пшеница, урожайность, температура, осадки, относительная влажность воздуха, гидротермический коэффициент, корреляция.

Для цитирования: 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.

CORRELATION BETWEEN PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF SPRING DURUM WHEAT AND METEOROLOGICAL FACTORS IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF THE WESTERN SIBERIA

M. G. Evdokimov, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory for durum wheat breeding, ORCID ID: 0000-0001-9919-2329;

V. S. Yusov, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for durum wheat breeding, ORCID ID: 0000-0002-4159-3872;

I. V. Pakhotina, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for grain quality, ORCID ID: 0000-0002-9709-1951

Omsk Agricultural Research Center,
644012, Omsk, Pr. Koroleva, 26; e-mail: misha-emg@rambler.ru

The purpose of the current study was to identify the effect of meteorological factors on productivity and grain quality indicators of spring durum wheat in the conditions of Western Siberia. The research was carried out in the FSBSI "Omsk Agricultural Research Center" in 1981–2019. The object of the study was the durum spring wheat variety 'Almaz', which was tested in the nurseries of the Competitive Variety Testing according to such traits as productivity, nature weight, hardness of grain, protein and gluten percentage, IDK, pasta color. The average productivity through the years of study was 2.51 t/ha, the differences between indicators in the unfavorable (1.54 t/ha) and favorable (3.48 t/ha) years were 1.94 t/ha. The grain nature weight in the years with good humidity was on 22g/l larger than in the arid years, the hardness of grain was on 5% larger. The protein and gluten percentage, the pasta color value was larger in the unfavorable climatic years (on 1.60%, 4.3%, 0.2 points, respectively), compared with favorable ones. There has been found that the productivity was positively associated with the precipitation in May and the 1st decade of July, relative humidity in May and June; there was established a negative correlation with air temperature in June. The nature weight of grain had a negative dependence on precipitation (1st and 2nd decades) and relative humidity in August for all decades. The hardness of grain was positively affected by temperature in May and precipitation in

July (1st decade). The protein percentage in grain was negatively affected with precipitation and relative air humidity in May, June and July (1st and 3rd decades). Average daily temperatures in May and July had a positive effect on the protein percentage in grain. The gluten percentage had a positive correlation with the temperature in May and in the third decade of July. A negative dependence of this indicator was established with precipitation in May, June and the 3rd decade of July, with the relative humidity in May, June, July (1st and 3rd decades), August (3rd decade). The pasta color was negatively dependent on precipitation and relative humidity in July (3rd decade) and August (1–2nd decades).

Keywords: *spring durum wheat, productivity, temperature, precipitation, relative air humidity, hydrothermal coefficient, correlation.*

Введение. Западная Сибирь по климатическим ресурсам относится к региону рискованного земледелия с резко континентальным климатом, суммой температур более 10 °C 1800–2200 °C и суммой осадков за год 300–450 мм. Продолжительность вегетационного периода составляет 110–130 суток (Агроклиматические ресурсы Омской области, 1971). Уровень урожайности зерновых культур и качество продукции во многом зависят от гидротермических условий в период вегетации. Исследования по сопряженности урожайности твердой яровой пшеницы с осадками и температурой воздуха в отдельные периоды развития показали неоднозначность их роли в условиях Западной Сибири (Евдокимов и Юсов, 2008; Розова и др., 2010), Южного Урала (Сандакова, 2014). В то же время твердая пшеница предъявляет повышенные требования к температурному режиму в период формирования и налива зерна. В условиях Западной Сибири, при ограниченном периоде вегетации, процесс образования зерновки, являющийся одним из основных этапов онтогенеза растений, у твердой пшеницы в отдельные годы происходит при недоборе тепла. Поэтому период налива затягивается, что ведет к снижению качества зерна и посевных свойств. Кроме того, этому способствует и посев в поздние сроки, поскольку ставит растения также в неблагоприятный режим теплообеспеченности и формирование зерна сдвигается на сентябрь месяц.

В связи с этим изучение влияния отдельных метеофакторов на формирование качественного зерна является актуальным, поскольку по твердой пшенице в условиях Западной Сибири подобных работ было проведено очень мало. Цель исследований – выявить влияние метеорологических факторов на урожайность и показатели качества зерна твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири.

Материалы и методы исследований.

Исследования проведены в ФГБНУ «Омский АНЦ» в 1981–2019 гг. Объектом исследований являлся сорт твердой яровой пшеницы Алмаз, который испытывали в питомниках конкурсного сортоиспытания. Опытные делянки площадью 25 м² в 1981–1996 гг., 15 м² в 1997–2004 гг., 10 м² в 2005–2019 гг. размещали в 4 повторениях. Посев проводили сеялкой ССФК-7 с нормой высева 4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Срок посева – 14–16 мая. Предшественник – чистый пар. Почва опытного участка – чернозем слабывщелоченный среднегумусный (6,2%) тяжелосуглинистый.

Проведены лабораторные исследования по определению натуры и стекловидности зерна, содержанию белка, клейковины и ее качества, цветовой оценки макарон (Базавлук, 1968; Синицын и др., 1977). Анализ метеоданных проведен по данным Омского гидрометеорологического центра (Агрометеорологический бюллетень, 1981–2019). При этом использованы следующие метеофакторы:

- температура воздуха по декадам в период вегетации и налива зерна;
- осадки по декадам в период вегетации и налива зерна;
- относительная влажность воздуха в период вегетации и налива зерна.

Показатель ГТК Г. Т. Селянинова (1928) рассчитан по формуле $K = R \cdot 10 / \sum t$, где K – коэффициент; R – сумма осадков за месяц, мм; $\sum t$ – сумма температур за этот же период, °C. Статистическая обработка полученных данных проведена методами дисперсионного, корреляционного анализа по Б. А. Доспехову (1985). Кластерный анализ проведен с помощью пакета STATISTICA 10, интерпретация результатов (Дюран и Оделл, 1977; Юсов и Евдокимов, 2015).

Результаты и их обсуждение. Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными. Данные по ГТК за вегетационный период и урожайность были проанализированы с помощью кластерного анализа. В результате было сформировано 3 кластера. Первый кластер – неблагоприятные годы с урожайностью от 0,4 до 1,7 т/га. Второй кластер – умеренные годы с урожайностью от 1,8 до 2,7 т/га. И третий кластер – благоприятные высокоурожайные годы с урожайностью от 2,8 до 4,4 т/га (рис. 1).

Следует отметить, что показатель ГТК за вегетационный период май – август и в летний период июнь – август не всегда объективно характеризует условия формирования продуктивности. Поэтому в группу неблагоприятных лет отнесены 1991, 1992, 1994 гг., несмотря на то, что ГТК в эти годы составлял 1,20–1,44. Урожайность в эти годы была самой низкой (0,41–1,16 т/га) вследствие сильных кратковременных воздушных засух. Ранее было установлено, что урожайность во многом зависит от количества засушливых дней с относительной влажностью менее 30% (Евдокимов и Юсов, 2005). И наоборот, 2004 и 1999 гг. с ГТК в летний период 0,73–0,74 отнесены к группе благоприятных, поскольку в критические периоды развития твердой пшеницы (последняя декада июня – 1 декада июля) в эти годы выпали хорошие осадки (табл. 1).

Рис. 1. Дендрограмма показателя ГТК и урожайности в годы проведения исследований
Fig. 1. Dendrogram of the hydrothermal coefficient and productivity in the years of study

1. Урожайность и показатели качества зерна твердой яровой пшеницы в различные по условиям годы

1. Productivity and quality indicators of spring durum wheat in the years with different weather conditions

Показатель	Ед. измерения	Среднее за 1981–2019 гг.	Неблагоприятные годы	Умеренные годы	Благоприятные годы	НСР ₀₅
Урожайность	т/га	2,51	1,54	2,49	3,48	0,26
Натура	г/л	746	735	747	757	12,0
Стекловидность	%	77	74	78	79	4,3
Белок	%	17,01	17,91	16,57	16,31	0,93
Клейковина	%	32,5	34,3	33,0	30,0	2,3
ИДК	ед.	80	80	79	81	5,8
Цвет макарон	балл	3,2	3,3	3,3	3,1	0,2

Средняя урожайность в годы исследований составила 2,51 т/га, различия между показателями в неблагоприятные (1,54 т/га) и благоприятные (3,48 т/га) годы достигали 1,94 т/га. Натура зерна в более увлажненные годы была на 22 г/л выше, чем в экстремальные (при среднем значении 746 г/л), стекловидность зерна – на 5% выше. Содержание белка и клейковины было больше в неблагоприятные годы (соответственно на 1,60 и 4,3%) по сравнению с благоприятными. Существенных различий по показателю ИДК не проявилось, а цветовая оценка макарон на 0,2 балла была выше в экстремальные годы, чем в увлажненные.

Коэффициенты корреляции урожайности и качества зерна с метеоусловиями вегетационного периода представлены в таблице 2.

Положительная корреляция с осадками в мае проявляется по урожайности во второй декаде ($r = 0,28$), в целом за май $r = 0,34$, а отри-

цательная – по содержанию белка в 1-й декаде мая ($r = -0,31$) и клейковины в 1-й и 2-й декадах ($r = -0,33$; $-0,43$). При этом коэффициенты корреляции со среднемесечным количеством осадков также были значимы ($r = -0,30$; $-0,42$). На стекловидность и содержание клейковины положительное воздействие оказывает среднесуточная температура в мае ($r = 0,32$ – $0,44$); она проявляется в 1-й декаде ($r = 0,31$ – $0,32$).

По данным Г. Н. Сандаковой (2012), в условиях Оренбургской области в мае увеличение максимальной температуры воздуха приводит к увеличению стекловидности зерна.

Относительная влажность воздуха второй декады мая положительно влияет на урожайность ($r = 0,28$) и отрицательно – на содержание белка во второй и третьей декадах ($r = -0,28$; $-0,37$) и во всех декадах на содержание клейковины ($r = -0,39$ ... $-0,46$).

2. Коэффициенты корреляции (r) урожайности и показателей качества зерна с метеозементами (1981–2019 гг.)
2. Coefficients of correlation (r) between productivity, grain quality and the meteorological elements (1981–2019)

Признак	май			июнь			июль			август						
	1	2	3	месяц	1	2	3	месяц	1	2	3	месяц				
Осадки																
Урожайность	0,26	0,28	0,14	0,34	0,17	0,05	0,08	0,15	0,30	-0,04	0,04	0,10	0,03	-0,17	0,20	0,03
Натура	0,12	-0,06	0,12	0,11	0,27	-0,24	0,07	0,06	-0,01	-0,20	-0,10	-0,19	-0,40	-0,34	-0,09	-0,53
Стекловидность	0,02	0,02	-0,10	-0,03	0,30	0,09	-0,14	0,04	0,20	0,18	0,11	0,29	-0,12	0,08	0,12	-0,02
Белок	-0,31	-0,09	-0,16	-0,30	0,13	-0,10	-0,29	-0,22	-0,19	-0,01	-0,18	-0,19	0,01	0,12	-0,10	0,03
Клейковина	-0,33	-0,43	-0,10	-0,42	0,13	-0,31	-0,28	-0,33	-0,32	-0,08	-0,28	-0,31	-0,09	0,03	-0,05	-0,02
ИДК	-0,07	-0,27	0,06	-0,10	0,11	-0,08	0,26	0,26	0,09	-0,01	-0,27	-0,12	0,07	-0,11	0,04	0,03
Цвет макарон	-0,11	0,05	0,09	0,02	0,29	-0,30	-0,16	-0,13	-0,19	-0,12	-0,27	-0,32	-0,26	-0,38	0,07	-0,36
Среднесуточная температура воздуха																
Урожайность	-0,14	-0,17	0,01	-0,23	-0,21	-0,28	-0,20	-0,33	-0,08	-0,02	-0,07	-0,08	-0,10	-0,04	-0,02	-0,08
Натура	-0,07	-0,01	-0,12	-0,14	-0,23	-0,01	-0,02	-0,14	0,05	0,04	0,00	0,04	0,04	0,25	0,39	0,33
Стекловидность	0,31	0,23	0,06	0,32	-0,20	-0,27	0,16	-0,18	0,09	-0,20	-0,03	-0,07	-0,18	-0,19	-0,21	-0,28
Белок	0,10	0,31	0,04	0,25	-0,10	-0,18	-0,02	-0,15	0,26	0,07	0,43	0,34	-0,06	0,00	-0,17	-0,09
Клейковина	0,32	0,21	0,23	0,44	0,09	-0,03	-0,16	-0,03	0,27	0,04	0,29	0,26	0,10	0,15	-0,07	0,10
ИДК	0,00	0,27	0,25	0,25	0,16	0,00	-0,13	0,04	0,00	0,18	0,18	0,17	-0,15	0,09	0,02	-0,04
Цвет макарон	0,09	-0,08	0,14	0,01	-0,13	0,15	0,07	0,04	0,09	-0,06	0,36	0,17	0,13	0,31	-0,07	0,16
Относительная влажность воздуха																
Урожайность	0,17	0,28	0,19	0,33	0,28	0,25	0,17	0,33	0,17	0,29	0,02	0,08	-0,04	-0,21	0,19	0,00
Натура	0,05	0,00	0,24	0,22	0,30	0,02	0,02	0,22	-0,02	-0,15	-0,17	-0,27	-0,44	-0,41	-0,16	-0,53
Стекловидность	-0,04	-0,01	-0,10	-0,09	0,02	0,09	-0,09	-0,09	-0,08	0,28	0,21	0,19	0,14	0,10	0,04	0,16
Белок	-0,25	-0,37	-0,28	-0,56	-0,07	-0,04	-0,21	-0,56	-0,45	-0,02	-0,29	-0,30	-0,03	-0,05	-0,34	-0,11
Клейковина	-0,43	-0,46	-0,39	-0,62	-0,12	-0,09	-0,20	-0,62	-0,51	-0,26	-0,44	-0,48	-0,25	-0,21	-0,42	-0,34
ИДК	-0,10	-0,13	0,01	-0,13	0,13	0,10	0,17	-0,13	0,05	0,06	-0,15	0,00	0,10	0,03	0,07	0,05
Цвет макарон	-0,13	-0,11	-0,13	-0,18	0,06	-0,14	-0,19	-0,18	-0,29	-0,18	-0,43	-0,42	-0,34	-0,52	-0,33	-0,36

На 5%-м уровне значимости $\gamma > 0,28$; на 1%-м – $\gamma > 0,37$.

В июне отмечено отрицательное влияние температуры на урожайность ($r = -0,33$) и положительное – относительной влажности воздуха. С содержанием белка отрицательная связь проявилась с относительной влажностью ($r = 0,56$), а с содержанием клейковины – отрицательная корреляция с осадками ($r = -0,33$) и с относительной влажностью ($r = -0,62$). По декадам месяца картина следующая: проявилась положительная корреляция натуры с осадками 1-й декады ($r = 0,30$) и отрицательная – белка с осадками 3-й декады ($r = -0,29$), а также клейковины с осадками 2-й и 3-й декад ($r = 0,28-0,31$). Влияние температуры воздуха (отрицательное) на урожайность отмечено в 1-й декаде ($r = -0,28$). Относительная влажность 1-й декады положительно воздействует на урожайность и натуру зерна ($r = 0,28-0,30$).

Коэффициенты корреляции месячных осадков июля были достоверными только с клейковиной ($r = -0,31$) и цветом макарон ($r = -0,32$). Расчеты по декадам выявили положительное влияние осадков на урожайность в первой декаде ($r = 0,30$), отрицательное – на содержание клейковины в 1-й и 3-й декадах ($r = -0,32; -0,28$). По цвету макарон по декадам существенных связей не выявлено. Среднесуточная температура за июль оказала положительное воздействие только на содержание белка ($r = 0,34$), но по декадам выявлена положительная связь в третьей декаде с белком ($r = 0,43$), с клейковиной ($r = 0,29$) и цветом макарон ($r = 0,36$). Относительная влажность воздуха отрицательно влияет на содержание белка ($r = -0,30$) и клейковины ($r = -0,48$), а также на цвет макарон ($r = -0,42$). Эти связи ко всем признакам проявляются в 1-й и 3-й декадах. Коэффициенты корреляции – от $-0,29$ до $-0,51$. Кроме того, во второй декаде положительная связь отмечена с урожайностью ($r = 0,29$) и стекловидностью зерна ($r = 0,28$).

В августе проявляется положительная связь натуры зерна с температурой воздуха ($r = 0,33$) и отрицательная – с осадками и относительной влажностью ($r = -0,53$). Отрицательная зависимость от осадков отмечается по цвету макарон ($r = -0,36$), а от относительной влажности – по клейковине и цвету макарон ($r = -0,34-0,36$). По декадам эти связи выглядят следующим образом: в 1–2-й декадах августа отрицательная связь прослеживается с осадками и натурой зерна ($r = -0,40; -0,34$), относительной влажности с натурой ($r = -0,44; -0,41$). Во второй де-

каде с осадками и цветом макарон связь отрицательная ($r = -0,38$), температурой и цветом макарон – положительная ($r = 0,31$). В третьей декаде положительная корреляция получена натуры с температурой воздуха ($r = 0,39$) и отрицательная – белка и клейковины с относительной влажностью ($r = -0,34; -0,42$) и цвета макарон во всех декадах ($r = -0,33...-0,52$) с относительной влажностью воздуха.

Доминирующий вклад в формирование урожайности твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири вносят осадки и относительная влажность воздуха. В этом заключается существенное отличие от озимой твердой пшеницы, возделываемой на юге европейской части России. Н. Е. Самофаловой с коллегами (2019) выявлено, что основную роль в формировании урожайности озимой твердой пшеницы играет температурный режим, а влияние осадков проявляется через характер их распределения.

Выводы. Установлено, что урожайность твердой яровой пшеницы положительно связана с осадками мая и 1-й декады июля, относительной влажностью мая, июня; отрицательная связь отмечена с температурой воздуха в июне. Натура зерна имеет положительную зависимость от относительной влажности воздуха 1-й декады июня, отрицательную – от осадков и относительной влажности 1-й и 2-й декад августа. На стекловидность зерна положительное влияние оказывают температура в мае и осадки в июне (1-е декады), а также относительная влажность 2-й декады июля. Содержание белка в зерне отрицательно связано с осадками мая и июня (в 1-й и 3-й декадах), относительной влажностью воздуха в мае (во 2-й и 3-й декадах), июне и июле (в 1-й и 3-й декадах), третьей декаде августа. Среднесуточная температура мая и июля положительно влияет на содержание белка в зерне. Содержание клейковины имеет положительную связь с температурой в мае и в 3-й декаде июля. Отрицательная зависимость этого показателя наблюдается с осадками мая (в 1-й и 2-й декадах), июня (во 2-й и 3-й декадах), июля (в 1-й и 3-й декадах), с относительной влажностью воздуха в мае (во всех декадах), июне, июле (в 1-й и 3-й декадах), августе (3-я декада). Цвет макарон отрицательно связан с осадками июля и августа (2-я декада), относительной влажностью воздуха июля (в 1-й и 3-й декадах) и всех декад августа.

Библиографические ссылки

1. Агроклиматические ресурсы Омской области. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 188 с.
2. Агрометеорологический бюллетень. Омск: Омский ЦГМС, 1981–2019.
3. Базавлук И. М. Ускоренный метод полумикро Къельдаля для определения азота в растительном материале при генетических и селекционных исследованиях // Цитология и генетика. 1968. Т. 2, № 3. 249 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Дюран Б., Оделл П. М. Кластерный анализ. М.: Статистика, 1977. 128 с.
6. Евдокимов М. Г., Юсов В. С. Зависимость урожайности яровой пшеницы и ее компонентов от метеофакторов в условиях лесостепной зоны Западной Сибири // Доклады РАХН. 2005. № 1. С. 10–13.
7. Евдокимов М. Г., Юсов В. С. Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье. Омск: Сфера, 2008. 160 с.

8. Розова М. А., Янченко В. И., Мельник В. М. Экологическая пластичность яровой твердой пшеницы в условиях Алтая. Барнаул: Азбука, 2010. 149 с.
9. Самофалова Н. Е., Дубинина О. А., Самофалов А. П., Иличкина Н. П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 18–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23.
10. Сандакова Г. Н. Модели погодных условий и агротехнических приемов возделывания для формирования высококачественного зерна яровой твердой пшеницы в центральной зоне Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного университета. 2014. № 5. С. 21–24.
11. Сандакова Г. Н. Научно обоснованные параметры модели погодных условий для формирования высококачественного зерна твердой пшеницы в центральной зоне Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного университета. 2012. № 5. С. 33–37.
12. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата: труды по сельхоз. метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 169–178.
13. Синицын С. С., Колмаков Ю. В., Юферова А. И. Новая методика массового определения макаронных свойств пшеницы // Селекция и семеноводство. 1977. № 2. С. 30–34.
14. Юсов В. С., Евдокимов М. Г. Использование кластерного анализа для группировки образцов твердой пшеницы по сходным признакам на примере питомников КАСИБ // Материалы совещания Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ) в СибНИИРС. Новосибирск, 2015. С. 115–120.

References

1. Agroklimaticheskie resursy Omskoj oblasti [Agroclimatic resources of the Omsk region]. L.: Gidrometeoizdat, 1971. 188 s.
2. Agrometeorologicheskij byulleten' [Agrometeorological bulletin]. Omsk: Omskij CGMS, 1981–2019.
3. Bazavluk I. M. Uskorennyj metod polumikro K¹⁵N dlya opredeleniya azota v rastitel'nom materiale pri geneticheskikh i selekcionnykh issledovaniyakh [Accelerated semi-micro Kjeldahl method for the identification of nitrogen in plant material in genetic and breeding study] // Citologiya i genetika. 1968. T. 2, № 3. 249 s.
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
5. Dyuran B., Odell P. M. Klasternyj analiz [Cluster analysis]. M.: Statistika, 1977. 128 s.
6. Evdokimov M. G., Yusov V. S. Zavisimost' urozhajnosti yarovoj tvrdoj pshenicy i ee komponentov ot meteofaktorov v usloviyakh lesostepnoj zony Zapadnoj Sibiri [Dependence of spring durum wheat productivity and its elements on meteorological factors in the forest-steppe zone of Western Siberia] // Doklady RASKHN. 2005. № 1. S. 10–13.
7. Evdokimov M. G., Yusov V. S. Yarovaya tverdaya pshenica v Sibirskom Priirtysh'e [Spring durum wheat in the Siberian Irtysh region]. Omsk: Sfera, 2008. 160 s.
8. Rozova M. A., Yanchenko V. I., Mel'nik V. M. Ekologicheskaya plastichnost' yarovoj tvrdoj pshenicy v usloviyakh Altaya [Ecological adaptability of spring durum wheat in the Altay]. Barnaul: Azbuka, 2010. 149 s.
9. Samofalova N. E., Dubinina O. A., Samofalov A. P., Ilichkina N. P. Rol' meteofaktorov v formirovanii produktivnosti ozimoy tvrdoj pshenicy [The role of meteorological factors in the formation of winter durum wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5(65). С. 18–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23.
10. Sandakova G. N. Modeli pogodnyh uslovij i agrotekhnicheskikh priemov vozdeleyvaniya dlya formirovaniya vysokonaturного зерна yarovoj tvrdoj pshenicy v central'noj zone Orenburgskoj oblasti [Models of weather conditions and agrotechnical methods of cultivation for the formation of high-quality grain of spring durum wheat in the central zone of the Orenburg region] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. № 5. S. 21–24.
11. Sandakova G. N. Nauchno obosnovannye parametry modeli pogodnyh uslovij dlya formirovaniya vysokosteklovидного зерна tvrdoj pshenicy v central'noj zone Orenburgskoj oblasti [Scientifically substantiated parameters of the weather model to grow hard grain of durum wheat in the central zone of the Orenburg region] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2012. № 5. S. 33–37.
12. Selyaninov G. T. O sel'skohozyajstvennoj ocenke klimata: trudy po sel'hoz-meteorologii [About agricultural climate assessment: works on agricultural meteorology]. 1928. Vyp. 20. S. 169–178.
13. Sinicyn S. S., Kolmakov Yu. V., Yuferova A. I. Novaya metodika massovogo opredeleniya makaronnyh svojstv pshenicy [New methodology of mass determination of wheat pasta properties] // Selekcija i semenovodstvo. 1977. № 2. S. 30–34.
14. Yusov V. S., Evdokimov M. G. Ispol'zovanie klasternogo analiza dlya gruppirovki obrazcov tvrdoj pshenicy po skhodnym priznakam na primere pitomnikov KASIB [The use of cluster analysis for grouping durum wheat samples according to similar characteristics on the example of KASIB plots] // Materialy soveshchaniya Kazahstansko-Sibirskoj seti po uluchsheniyu yarovoj pshenicy (KASIB) v SibNIIRS. Novosibirsk, 2015. С. 115–120.

Поступила: 04.02.20; принята к публикации: 14.09.20.

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. Евдокимов М. Г. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Юсов В. С. – выполнение полевых опытов, статистическая обработка данных; Пахотина И. В. – анализ качества зерна в лабораторных условиях.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.