

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЯЧМЕНЯ-ДВУРУЧКИ СОРТА МАРУСЯ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Попов¹, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом технологии возделывания зерновых и пропашных культур, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

Г.В. Овсянникова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

А.А. Сухарев¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

А.А. Донцова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

Д.П. Донцов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя; ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;

Г.М. Зеленская², доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и садоводства, ORCID ID: 0000-0002-1537-9207;

И.В. Фетюхин², доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и технологии хранения растениеводческой продукции, ORCID ID: 0000-0003-4975-8085;

О.С. Лесных², аспирант кафедры растениеводства и садоводства, ORCID ID: 0000-0003-4879-2644

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347730, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»,

346493, Ростовская обл., Октябрьский р-н, Персиановский п., ул. Кривошлыкова, 24

В условиях неустойчивого увлажнения регионов возделывания наблюдаются колебания урожайности сельскохозяйственных культур, что определяется в основном складывающимися гидротермическими условиями. Цель исследований – определить влияние гидротермических условий на формирование урожайности ячменя при осенних и весенних сроках сева в южной зоне Ростовской области. При проведении исследований растения ячменя испытывали дефицит влажности воздуха и были недостаточно обеспечены осадками, как в осеннем, так и весеннем посевах, а коэффициент влагообеспеченности посевов ячменя составлял 0,53 и 0,45 соответственно. Установлено, что наибольший период вегетации – 235 дней отмечен при посеве 10 сентября, когда сумма положительных температур также была наибольшей – 2010,4 °С. В весеннем посеве эти показатели были наименьшими: вегетационный период – 83 и 92 дня, сумма положительных температур – 1555,2 и 1579,3 °С соответственно. Выявлено, что на формирование урожайности (6,38 т/га) ячменя-двуручки сорта Маруся в осеннем посеве суммарный расход влаги в среднем за 2018–2020 гг. составил 308,5 мм на 1 га, а суммарный расход влаги на 1 тонну зерна – 483,5 м³. В суммарном расходе влаги осадки составили 95%, а доля почвенной влаги – 5%. При посеве весной сорт Маруся формировал урожайность 4,26 т/га и на это расходовалось в сумме 211,4 мм влаги с 1 га, а суммарный расход влаги на 1 тонну зерна составил 496,2 м³. В суммарном расходе влаги осадки составили всего 34%, а доля почвенной влаги – 66%.

Ключевые слова: ячмень-двуручка, посев, потребность в воде, осадки, обеспеченность осадками, ГТК, влагообеспеченность, урожайность.

Для цитирования: Попов А.С., Овсянникова Г.В., Сухарев А.А., Донцова А.А., Донцов Д.П., Зеленская Г.М., Фетюхин И.В., Лесных О.С. Влияние гидротермических условий на формирование урожая ячменя-двуручки сорта Маруся в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2021. № 5(77). С. 63–68. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-63-68.



THE EFFECT OF HYDROTHERMAL CONDITIONS ON THE FORMATION OF PRODUCTIVITY OF THE FACULTATIVE BARLEY VARIETY 'MARUSYA' IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

A.S. Popov¹, Doctor of Agricultural Sciences, head of the department of cultivation technologies of row crops, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

G.V. Ovsyannikova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for cultivation technology of grain crops, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

A.A. Sukharev¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for cultivation technology of grain crops, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

A.A. Dontsova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

D.P. Dontsov¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of barley breeding and seed production; ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;

G.M. Zelenskaya², Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department of plant breeding and horticulture, ORCID ID: 0000-0002-1537-9207;

I.V. Fetyukhin², Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department of agriculture and technology of plant preservation, ORCID ID: 0000-0003-4975-8085;

O.S. Lesnykh², post graduate of the department of plant breeding and horticulture, ORCID ID: 0000-0003-4879-2644

¹Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²Donskoy State Agricultural University, 346493, Rostov region, Oktyabrsky district, v. Persianovsky, Krivoshlykov Str., 24

In the cultivation regions with unstable moisture there are fluctuations in grain crop productivity, which is mainly determined by the definite hydrothermal conditions. The purpose of the current study was to determine the effect of hydrothermal conditions on the formation of barley productivity during autumn and spring sowing periods in the southern part of the Rostov region. When conducting the trial, barley plants experienced a lack of air humidity and were insufficiently provided with precipitation, both in autumn and spring sowing periods, and the coefficient of moisture supply for barley crops was 0.53 and 0.45, respectively. There was found that the longest vegetation period of 235 days was observed during sowing on September 10, when the sum of positive temperatures was also the highest, 2010.4 °C. In the spring sowing periods, these indicators were the smallest: the vegetation period was 83 and 92 days, the sum of positive temperatures was 1555.2 and 1579.3 °C, respectively. There was established that for productivity formation (6.38 t/ha) in autumn sowing, the total moisture consumption of the facultative barley variety 'Marusya' was 308.5 mm per 1 ha, and the total moisture consumption per 1 ton of grain was 483.5 m³ on average for 2018-2020. In the total consumption of moisture, precipitation was 95%, and the share of soil moisture was 5%. When sowing in the spring, the variety 'Marusya' produced 4.26 t/ha and consumed 211.4 mm of moisture per hectare, and the total moisture consumption per 1 ton of grain was 496.2 m³. In the total consumption of moisture, precipitation was only 34%, and the share of soil moisture was 66%.

Keywords: facultative barley, sowing, water demand, precipitation, precipitation supply, HThC, moisture supply, productivity.

Введение. Ячмень – одна из самых важных зерновых культур во всем мире (Javadi, 2021). Формирование стабильных урожаев и валовых сборов зерна затруднено нерегулируемыми факторами окружающей среды, негативное действие которых предотвратить не удается. Погодные условия определяют продолжительность вегетации растений и урожайность. Высокие среднесуточные температуры воздуха, недостаточная влагообеспеченность ускоряют прохождение фенологических фаз развития растений и способствуют снижению урожайности ячменя (Liu, 2021; Riediger, 2021).

Уровень урожайности ячменя определяется такими показателями погоды, как температурный режим, относительная влажность воздуха и влагообеспеченность растений в период вегетации (Васько и др., 2017; Шикина, автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук, 2007; Ильинская и Рычкова, 2018). В условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения выращивание ячменя зависит также от распределения осадков по фазам роста и развития в течение вегетации (Гольдварг и др., 2019; Филин и Балакшина, 2019). Немаловажным фактором, определяющим урожайность зерна ячменя, является сумма температур в период вегетации (Бишарев и др., 2018; Горянин и др., 2020).

В целом почвенно-климатические ресурсы Ростовской области благоприятны для возделывания ячменя. Однако, в зоне неустойчивого увлажнения наблюдаются колебания урожаев зерновых и других сельскохозяйственных культур, что определяется в основном гидро-термическими условиями. Цель исследований – определить влияние гидро-термических условий на формирование урожая ячменя-дву-

ручки сорта Маруся при осенних и весенних сроках сева в южной зоне Ростовской области.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили на опытном поле лаборатории технологии возделывания зерновых культур Федерального государственного бюджетного учреждения «Аграрный научный центр «Донской» в 2018–2020 гг. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый, обладающий значительной порозностью, аэрацией, газообменом, водопроницаемостью и влагоемкостью. Содержание гумуса в слое почвы 0–20 см – 3,6%; подвижного фосфора и обменного калия – 20,7 и 335 мг/кг почвы соответственно; CaCO₃ – 2,2%; pH_{сол} – 7,0–7,1.

Объектом исследований был сорт ячменя-двуручки Маруся. Предшественники – кукуруза на зерно и подсолнечник. Сроки осеннего посева – 10, 20, 30 сентября, 10 октября и 15 ноября (подзимний). Сроки весеннего посева: 1-й – физическая спелость почвы; 2-й – через 10 дней после 1-го срока посева. Норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га.

В ходе проведения исследований были использованы общепринятые методики (Алпатьев, 1954; Доспехов, 2011; Каюмов, 2019; Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 2019; Селянинов, 1977).

Результаты и их обсуждение. Для влагообеспеченности посевов полевых культур в южной зоне Ростовской области важным фактором выступают осадки. Сумма осадков за сельскохозяйственные годы (метеостанция «Зерноград») в период исследований была в интервале от 453,6 до 527,9 мм, что ниже нормы на 16,9–91,2 мм (табл. 1).

1. Сумма осадков за 2018–2020 сельскохозяйственные годы, мм 1. Amount of precipitation in the agricultural years of 2018–2020, mm

Сельскохозяйственный год	Количество осадков, мм	+,- к норме за год	Период вегетации			
			сентябрь-октябрь	ноябрь-март	апрель-июнь	сентябрь-июнь
2017–2018	453,6	-91,2	73,8	277,4	25,9	377,1
2018–2019	527,9	-16,9	58,2	282,8	101,9	442,9
2019–2020	463,7	-81,1	67,4	154,0	136,9	358,3
Среднее	481,7	-63,1	66,5	238,1	88,2	392,7
Среднемноголетнее	544,8	–	77,3	212,5	154,7	444,5

Средняя сумма осадков за сентябрь-октябрь составила 66,5 мм (при норме – 77,3 мм), а наименьшее их количество выпало в 2018–2019 сельскохозяйственном году – 58,2 мм. За вегетацию ячменя-двурочки сорта Маруся в осеннем посеве (2018–2020 гг.) осадков с сентября по июнь выпало 392,7 мм (норма – 444,5), а в период весенне-летней вегетации (апрель-июнь) – 88,2 мм (норма – 154,7 мм). Весомый недобор осадков в сравнении со среднемноголетней нормой в этот период наблюдался в 2017–2018 сельскохозяйственном году, когда их выпало всего 25,9 мм, или 17% от нормы.

Для характеристики влагообеспеченности посевов полевых культур и определения по-

требности растений в воде в засушливых условиях наряду с количеством осадков важное место занимает сумма дефицитов влажности воздуха и за вегетацию ячменя-двурочки в весеннем посеве она составила 812,5 мм, а потребность в воде – 528,1 мм. (табл. 2). Осадков в среднем за три года выпало 88,2 мм, что почти вдвое меньше нормы (165,3 мм). Обеспеченность осадками вегетационного периода была очень низкая – 17%. Благодаря осенне-зимним осадкам содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см перед посевом ячменя-двурочки весной составило 141,1 мм (на уровне хороших запасов) и коэффициент влагообеспеченности – 0,45.

2. Влагообеспеченность растений за вегетацию ячменя-двурочки при разных сроках посева 2. Moisture supply during the vegetation period of the facultative barley at different sowing dates

Год опыта	Запас влаги в слое почвы 0–100 см к севу, мм	Сумма дефицитов влажности воздуха, мм	Потребность в воде, мм	Осадки, мм	Коэффициент обеспеченности осадками (K _о), ед.	Коэффициент влагообеспеченности (K), ед.
Весенний посев						
2018	148,3	933,7	606,9	25,9	0,04	0,29
2019	135,3	833,1	541,5	101,9	0,19	0,44
2020	139,7	670,6	435,9	136,9	0,31	0,63
Среднее	141,1	812,5	528,1	88,2	0,17	0,45
Осенний посев						
2018	31,9	1307,7	850,0	377,1	0,44	0,48
2019	32,8	1278,2	830,8	442,9	0,53	0,57
2020	0	1034,1	672,2	358,3	0,53	0,53
Среднее	21,6	1206,7	784,3	392,7	0,50	0,53

Для ячменя-двурочки в осеннем посеве сумма дефицитов влажности воздуха увеличилась на 33% по сравнению с весенним посевом и составила 1206,7 мм. В таких условиях потребность растений озимого ячменя в воде увеличилась до 784,3 мм, а обеспеченность осадками повысилась до 50%.

В 2018 году осадков выпало всего 377,1 мм, что способствовало формированию наибольшего дефицита влажности воздуха (1307,7 мм) и потребности растений в воде (850,0 мм). Обеспеченность осадками ячменя-двурочки в осеннем посеве в данных условиях составила 44%, а коэффициент влагообеспеченности – 0,48. В этом же году для ячменя-двурочки в весеннем посеве при сумме дефицитов влажности воздуха в 933,7 мм потребность в воде составила 606,9 мм. В весеннем посеве за вегетацию выпало только 25,9 мм осадков и обеспеченность ими посевов составила всего 4%, коэффициент влагообеспеченности – 0,29. Рост,

развитие растений и формирование зерна ячменя-двурочки в этот период проходили в основном за счет влаги почвы.

В годы исследований перед посевом озимого ячменя (в августе-сентябре) при отсутствии или недостаточном количестве осадков наблюдалось сильное иссушение почвы, особенно по непаровым предшественникам. Запасы влаги в метровом слое почвы по непаровым предшественникам перед посевом озимого ячменя составили в среднем 21,6 мм. В осенних посевах сложились неблагоприятные условия для получения всходов и развития растений ячменя. Всходы получали после выпавших осадков в ноябре. Обеспеченность ячменя-двурочки осадками в осеннем посеве составила 325,4–343,0 мм, а значение гидро-термического коэффициента (ГТК) – 0,78–0,85 (табл. 3). При вегетации ячменя-двурочки в подзимнем посеве ГТК был 0,67, а в весеннем посеве – 0,61 и 0,60.

3. Погодные условия в период вегетации ячменя-двуручки при осеннем, весеннем посевах и урожайность (среднее за 2018–2020 гг.)

3. Weather conditions during the growing season of the facultative barley in autumn and spring sowings and productivity (mean in 2018–2020)

Срок посева	Показатель				
	Продолжительность вегетации, дни	$\sum t$ выше 0, °С	\sum осадков, мм	ГТК	Урожайность, т/га
Осенний посев					
10 сентября	235	2010,4	343,0	0,85	6,47
20 сентября	225	1901,3	327,6	0,78	6,51
30 сентября	222	1872,1	326,5	0,79	6,39
10 октября	217	1809,7	325,4	0,82	6,13
Подзимний посев					
15 ноября	185	1630,1	229,8	0,67	4,69
Весенний посев					
1-й срок	92	1579,3	91,5	0,61	4,43
2-й срок	83	1555,2	89,6	0,60	4,08

Наиболее длительный период вегетации (235 дней) отмечен при первом (раннем) посеве – 10 сентября. При посеве 20, 30 сентября и 10 октября наблюдалось уменьшение вегетационного периода относительно раннего срока на 10, 13 и 18 дней соответственно. Длина вегетационного периода подзимнего срока посева – 185 дней, а наиболее короткий вегетационный период характерен для весенних сроков посева – 92 и 83 дня.

Сумма положительных температур воздуха за вегетационный период была наибольшей при посеве 10 сентября – 2010,4 °С. С уменьшением количества дней вегетации сумма положительных температур воздуха уменьшалась и была наименьшей в весеннем посеве – 1579,3 и 1555,2 °С, как и количество осадков – 91,5 и 89,6 мм.

Складывающиеся гидротермические условия в период вегетации ячменя-двуручки в осеннем и весеннем посевах в разные сроки способствовали формированию урожайности разного уровня. Наибольшую урожайность (6,51 т/га) ячмень-двуручка сорта Маруся формировал в осеннем посеве 20 сентября. Снижение урожайности на 0,38 т/га отмечено при позднем сроке посева (10 октября). Посев в подзимний срок (15 ноября) способствовал снижению урожайности до 4,69 т/га. Наименьшую урожайность зерна ячмень сорта Маруся формировал в весеннем посеве – 4,43 т/га (первый срок, физическая спелость почвы) и 4,08 т/га (через 10 дней после первого срока). В осеннем посеве для формирования 6,38 т/га (среднее по срокам посева) суммарный расход влаги составил 308,5 мм на 1 га (табл. 4).

4. Водопотребление ячменя-двуручки при посеве осенью и весной (среднее за 2018–2020 гг.)

4. Water consumption of the facultative barley when sowing in autumn and spring (mean in 2018–2020)

Показатель	Срок посева	
	осенний	весенний
Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см к посеву, мм	21,6	141,1
Остаточные запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см к уборке, мм	7,7	2,3
Полезные осадки за вегетацию (75%), мм	294,6	72,6
Суммарный расход влаги, мм	308,5	205,0
Урожайность, т/га	6,38	4,26
Суммарный расход влаги, м ³ /т	483,5	496,2
Доля влаги осадков, %	95	34
Доля продуктивной влаги почвы, %	5	66

Суммарный расход влаги на 1 тонну зерна ячменя в осеннем посеве составил 483,5 м³. В суммарном расходе влаги осадки составили 95, а доля почвенной влаги – 5%.

Средняя по срокам посева урожайность ячменя-двуручки сорта Маруся при посеве весной составила 4,26 т/га и на это расходовалось в сумме 211,4 мм влаги с 1 га. Суммарный расход влаги на 1 тонну зерна ячменя в весеннем посеве составил 496,2 м³. В суммарном расходе влаги осадки составили всего 34%, а доля

почвенной влаги увеличилась по сравнению с осенним посевом до 66%.

Выводы. В сложившихся гидротермических условиях южной зоны Ростовской области растения ячменя-двуручки испытывали дефицит влажности воздуха и были недостаточно обеспечены осадками как в осеннем, так и в весеннем посевах, где коэффициент влагообеспеченности составил 0,53 и 0,45 соответственно.

Наиболее длительный период вегетации отмечен при посеве 10 сентября – 235 дней

и сумма положительных температур воздуха также была наибольшей – 2010,4 °С. В весеннем посеве эти показатели были наименьшими – 83–92 дня и 1555,2–1579,3 °С.

Наибольшую урожайность зерна – 6,47; 6,51 и 6,39 т/га – ячмень-двуручка сорта Маруся формировал в осеннем посеве (10, 20 и 30 сентября). Суммарный расход влаги на 1 тону зерна ячменя в осеннем посеве составил 483,5 м³. Количество осадков в суммарном расходе влаги (за минусом расходов почвен-

ной влаги) составило 95%, а доля почвенной влаги – 5%.

Урожайность ячменя-двуручки в подзимнем и весеннем посевах составляла 4,69 и 4,26 т/га и на это расходовалось в сумме 211,4 мм влаги с 1 га. Суммарный расход влаги на 1 тону зерна ячменя в весеннем посеве составил 496,2 м³. Количество осадков в суммарном расходе влаги (за минусом расходов почвенной влаги) составило 34%, а доля почвенной влаги – 66%.

Библиографические ссылки

1. Алпатьев А.М. Влагооборот культурных растений. Л.: Гидрометеиздат, 1954. 248 с.
2. Бишарев А.А., Шевченко С.Н., Мадякин Е.В. Калякулина И.А., Дюльдина М.А., Дворцова Т.В. Влияние агрометеорологических условий на урожай зерна ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2(4). С. 667–670.
3. Васько Н.И., Наумов А.Г., Солонечный П.Н., Важенина О.Е., Солонечная О.В., Зимогляд А.В. Зависимость продолжительности межфазных периодов и урожайности ярового ячменя от погодных условий // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 4. С. 77–81.
4. Гольдварг Б.А., Боктаев М.В., Филиппов Е.Г., Донцова А.А. Влияние количества осадков в период вегетации на урожайность районированных сортов ярового ячменя в засушливой центральной зоне республики Калмыкия // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С.14–17. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-14-17>.
5. Горянин О.И., Мадякин Е.В., Пронович Л.В., Джангабаев Б.Ж., Яковлева Н.А. Технологии возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 9. С. 42–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10908.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: ИД Альянс, 2011. 6-е изд., стереотип. 352 с.
7. Ильинская И.Н., Рычкова М.И. Экологическая устойчивость ярового ячменя сорта Прерия на черноземных обыкновенных Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 12–22. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-57-3-12-22>.
8. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев. М.: Россельхозиздат, 1977. 188 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: ООО «Группа компаний Море», 2019. Вып. 1. 384 с.
10. Селянинов Г.Т. Мировой агроклиматический справочник. Л.-М.: Гидрометеиздат, 1937. 428 с.
11. Филин В.И., Балакшина В.И. Эффективность удобрений в сухостепной зоне каштановых почв Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1(53). С. 72–80.
12. Liu, Q., Niu, J., Sivakumar, B. et al. Accessing future crop yield and crop water productivity over the Heihe River basin in northwest China under a changing climate. / Geosci. Lett. 8, 2 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40562-020-00172-6>.
13. Riediger, J., Breckling, B., Nuske, R.S. et al. Will climate change increase irrigation requirements in agriculture of Central Europe? A simulation study for Northern Germany. / Environ Sci Eur 26, 18 (2014). <https://doi.org/10.1186/s12302-014-0018-1>.
14. Javadi, S.M., Shobbar, ZS., Ebrahimi, A. et al. New insights on key genes involved in drought stress response of barley: gene networks reconstruction, hub, and promoter analysis. / J Genet Eng Biotechnol 19, 2 (2021). <https://doi.org/10.1186/s43141-020-00104-z>.

References

1. Alpat'ev A.M. Vлагоoborot kul'turnyh rastenij [Moisture turnover of cultivated plants]. L.: Gidrometeoizdat, 1954. 248 s.
2. Bisharev A.A., Shevchenko S.N., Madyakin E.V. Kalyakulina I.A., Dyul'dina M.A., Dvorcova T.V. Vliyaniye agrometeorologicheskikh usloviy na urozhaj zerna yarovogo yachmenya v usloviyah Srednego Povolzh'ya [The effect of agrometeorological conditions on the spring barley productivity in the middle Volga region] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2018. T. 20. № 2(4). S. 667–670.
3. Vas'ko N.I., Naumov A.G., Solonechnyj P.N., Vazhenina O.E., Solonechnaya O.V., Zimoglyad A.V. Zavisimost' prodolzhitel'nosti mezhfaznykh periodov i urozhajnosti yarovogo yachmenya ot pogodnykh usloviy [Correlation between the duration of interphase periods and productivity of spring barley and weather conditions] // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2017. № 4. S. 77–81.
4. Gol'dvarg B.A., Boktaev M.V., Filippov E.G., Doncova A.A. Vliyaniye kolichestva osadkov v period vegetacii na urozhajnost' rajonirovannykh sortov yarovogo yachmenya v zasushlivoj central'noj zone respublik Kalmykiya [The effect of precipitation amount during the growing season on productivity of zoned spring barley varieties in the arid central zone of the Republic of Kalmykia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5(65). S.14–17. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-14-17>.
5. Goryanin O.I., Madyakin E.V., Pronovich L.V., Dzhangabaev B.ZH., YAKovleva N.A. Tekhnologii vzdelyvaniya yarovogo yachmenya v zasushlivykh usloviyah Povolzh'ya [Cultivation technologies of

spring barley in arid conditions of the Volga region] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. T. 34. № 9. S. 42–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10908.

6. Dospelkov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. M.: ID Al'yans, 2011. 6-e izd., stereotip. 352 s.

7. Il'inskaya I.N., Rychkova M.I. Ekologicheskaya ustojchivost' yarovogo yachmenya sorta Preriya na chernozemah obyknovennyh Rostovskoy oblasti [Ecological sustainability of the spring barley variety 'Prairie' on ordinary chernozems of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3(57). S.12–22. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-57-3-17-22>.

8. Kayumov M.K. Spravochnik po programmirovaniyu urozhaev [Handbook for yield programming]. M.: Rossel'hozizdat, 1977. 188 s.

9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. M.: ООО «Gruppa kompanij More», 2019. Vyp. 1. 384 s.

10. Selyaninov G.T. Mirovoj agroklimaticheskij spravochnik [World Agroclimatic Reference book]. L.-M.: Gidrometeoizdat, 1937. 428 s.

11. Filin V.I., Balakshina V.I. Effektivnost' udobrenij v suhostepnoj zone kashtanovyh pochv Volgogradskoj oblasti [The efficiency of fertilizers in the dry steppe zone of chestnut soils of the Volgograd region] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2019. № 1(53). S. 72–80.

12. Liu Q., Niu, J., Sivakumar, B. et al. Accessing future crop yield and crop water productivity over the Heihe River basin in northwest China under a changing climate. / Geosci. Lett. 8, 2 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40562-020-00172-6>.

13. Riediger J., Breckling, B., Nuske, R.S. et al. Will climate change increase irrigation requirements in agriculture of Central Europe? A simulation study for Northern Germany. / Environ Sci Eur 26, 18 (2014). <https://doi.org/10.1186/s12302-014-0018-1>.

14. Javadi S.M., Shobbar, ZS., Ebrahimi, A. et al. New insights on key genes involved in drought stress response of barley: gene networks reconstruction, hub, and promoter analysis. / J Genet Eng Biotechnol 19, 2 (2021). <https://doi.org/10.1186/s43141-020-00104-z>.

Поступила: 3.06.21; принята к публикации: 26.07.21.

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: Попов А.С., Зеленская Г. М., Фетюхин И.В. – научное руководство, постановка цели и задач, концептуализация исследований, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Овсянникова Г.В., Сухарев А.А., Донцова А.А., Донцов И.В., Лесных О.С. – выполнение полевых опытов, сбор данных, анализ данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.