

Установлены корреляционные связи изучаемых показателей со степенью засухоустойчивости в начальные стадии развития (лабораторный метод, Кожушко, 1982). Высокая корреляционная зависимость уровня засухоустойчивости отмечена с содержанием хлорофилла в разные фазы органогенеза (цветение, молочная спелость зерна $r = 0,7$, $r = 0,8$ соответственно). Корреляционная связь величины общей площади листьев со степенью засухоустойчивости в фазу цветения была средней положительной ($r = 0,3$), а в фазу молочной спелости установлена высокая положительная связь ($r = 0,7$). Корреляционный анализ площади верхних и нижних листьев со степенью засухоустойчивости образцов выявил слабую корреляционную связь в фазу цветения как у нижних, так и у верхних листьев и составил $r = 0,2 \pm 0,04$. В фазу молочной спелости зерна установлена корреляционная связь, которая у верхних и нижних листьев составляет $r = 0,7$ и $r = 0,5$ соответственно.

Выводы. В результате проведенных исследований выделены образцы озимой мягкой пшеницы: Аскет, Краса Дона, Казачка, Капитан, Лидия, Изюминка, обладающие высокой засухоустойчивостью, сохранностью листового аппарата, особенно во второй половине вегетации, и незначительным снижением содержания пигмента хлорофилла в условиях почвенной засухи. Установлена взаимосвязь определения засухоустойчивости косвенным лабораторным методом (засухоустойчивость в начальные этапы развития) с прямым вегетационным методом (модельная засуха «засушник»). Наибольшая корреляционная связь степени засухоустойчивости образцов озимой мягкой пшеницы в начальные стадии развития отмечена с общей площадью листьев $r = 0,7$ (фаза молочной спелости зерна) и с содержанием пигмента хлорофилла $r = 0,7$ (фаза цветения), $r = 0,8$ (фаза молочной спелости зерна).

Библиографические ссылки

1. Ерошенко Ф. В. Ассимиляционная поверхность, хлорофилл и первичные процессы фотосинтеза высокорослых и короткостебельных сортов озимой пшеницы // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2010. С. 12.
2. Ерошенко Ф. В. Особенности фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы: монография. Ставрополь: Сервисшкола, 2006. 200 с.
3. Прядкина Г. А., Стасик О. О., Михальская Л. Н., Швартау В. В. Связь между величиной хлорофилльного фотосинтетического потенциала и урожайностью озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при повышенных температурах // Сельскохозяйственная биология. 2016. С. 32.
4. Терлецкая Н. В., Зобова Н. В., Ступко В. Ю. Изучение устойчивости фотосинтетического аппарата мягкой пшеницы и ее диких сородичей к абиотическим стрессам *in vitro* и *in vivo*: монография. Алматы, 2017. 172 с.

References

1. Eroshenko F. V. Assimilyacionnaya poverhnost', hlorofill i pervichnye processy fotosinteza vysokoroslyh i korotkostebel'nyh sortov ozimoy pshenicy [Assimilation surface, chlorophyll and primary photosynthesis processes of tall and short-stem winter wheat varieties] // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. S. 12.
2. Eroshenko F. V. Osobennosti fotosinteticheskoy deyatel'nosti sortov ozimoy pshenicy: monografiya [Features of the photosynthetic activity of winter wheat varieties: monograph]. Stavropol': Servisskola, 2006. 200 s.
3. Pryadkina G. A., Stasik O. O., Mihal'skaya L. N., Shvartau V. V. Svyaz' mezhdru velichinoj hlorofill'nogo fotosinteticheskogo potentsiala i urozhajnost'yu ozimoy pshenicy (*Triticum aestivum* L.) pri povyshennyh temperaturah [The relationship between the value of chlorophyll photosynthetic potential and winter wheat productivity (*Triticum aestivum* L.) at high temperatures] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2016. S. 32.
4. Terleckaya N. V., Zobova N. V., Stupko V. Yu. Izuchenie ustojchivosti fotosinteticheskogo apparata myagkoj pshenicy i ee dikih sorodichej k abioticheskim stressam *in vitro* i *in vivo*: monografiya [Study of the photosynthetic resistance of soft wheat and its wild relatives to abiotic stresses *in vitro* and *in vivo*]. Almaty, 2017. 172 s.

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.

УДК 633.16:631.52(470.47)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-31-34

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В АРИДНОЙ ЗОНЕ ЮГА РОССИИ

Б. А. Гольдварг¹, кандидат сельскохозяйственных наук, gb_kniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3377-4791;

М. В. Боктаев¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-3377-4987;

Е. Г. Филиппов², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926

¹ФГБНУ «Калмыцкий научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М. Б. Нармаева» 358011, г. Элиста, пл. О. И. Городовикова, 1;

²ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, 3

В Российской Федерации посевы ячменя занимают около 7,0 млн га при средней урожайности 12,0 ц/га. Однако основное производство зерна ячменя (52,0%) находится в засушливых регионах страны – Южном и Приволжском округах (Алабушев и др., 2009; Портуровская и др., 2002). В данной статье рассмотрены результаты многолетних исследований сортов ячменя различных селекционных учреждений на опытном поле Калмыцкого НИИСХ им. М. Б. Нармаева, цель которых подобрать для засушливой центральной зоны республики высокопродуктивные, максимально адаптированные к местным климатическим условиям сорта. Почвенный покров опытного участка представлен светло-каштановыми почвами разной степени солонцеватости и различного механического состава. В конкурсном испытании сорта ячменя раз-

личных селекционно-опытных учреждений сравнивались между собой и с сортами стандартами, районированными в данной зоне. Главным фактором отбора сортов ярового ячменя в 2008–2017 гг. являлась способность формировать урожай зерна в сложных гидротермических условиях. Успешно прошедшие конкурсное испытание и показавшие неоспоримые преимущества в сравнении со стандартом, ценные для данной зоны сорта рекомендованы в производство. В ходе проведения исследований установлено, что яровой ячмень в центральной зоне Калмыкии в зависимости от гидротермических условий вегетационного периода в 2008–2017 гг. формировал урожай от 0,50 до 5,01 т/га. Выявлено, что для получения устойчивых высоких урожаев зерна в центральной засушливой зоне Калмыкии необходимы сорта с коротким периодом (45–55 дней) «посев – колошение» и вегетационным периодом 75–85 дней и менее.

Ключевые слова: яровой ячмень, урожайность, сорт.



FORMATION OF SPRING BARLEY YIELDS IN THE ARID PART OF THE SOUTH OF RUSSIA

B. A. Goldvarg¹, Candidate of Agricultural Sciences, gb_kniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3377-4791;

M. B. Boktaev¹, Candidate of Agricultural Sciences, ORCID ID: 0000-0002-3377-4987;

E. G. Filippov², Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department of barley breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926

¹FSBSI "Kalmykia Research Institute of Agriculture named after M. B. Narmaev"

358011, Elista, O. I. Gorodovikov Sq., 1;

²FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

In the Russian Federation, barley occupy about 7.0 million hectares with an average yield of 12.0 hwt/ha. However, the main production of barley grain (52.0%) is located in the arid regions of the country, namely in the Southern and Privolzhsky Districts (Alabushev et al., 2009; Portulovskaya et al., 2002). This article presents the results of long-term research of spring barley varieties developed by different breeding institutions in the experimental field of the Kalmyk Research Institute of Agriculture named after M. B. Narmaev, the purpose of which is to select highly productive and the most adapted to local climatic conditions varieties for the arid central territory of the Republic. The soil of the experimental area is light chestnut with various degrees of alkalinity and with different mechanical composition. In the competitive testing the spring barley varieties of various breeding and experimental institutions were compared with each other and with the standard and zoned varieties. The main factor in the selection of spring barley varieties in 2008–2017 was their ability to form grain yield under difficult hydrothermal conditions. The varieties which successfully passed the competitive tests and showed indisputable advantages in comparison with the standard, were recommended in production as the most valuable for the area. During the study, it was established that spring barley in the central zone of Kalmykia formed a crop from 0.50 to 5.01 t/ha depending on the hydrothermal conditions of the vegetation period in 2008–2017. It has been revealed that in order to obtain stable high grain yields in the central arid zone of Kalmykia, the varieties with a short period of "sowing – earing" (45–55 days) and a vegetation period of 75–85 days or less are of great need.

Keywords: spring barley, productivity, variety.

Введение. В Республике Калмыкия ведущей отраслью в развитии экономики является животноводство. Для его успешного развития необходима хорошо развитая кормовая база. Из 6,3 млн га сельхозугодий в республике пастбища занимают 5,2 млн га (82,5%), сенокосы – 96,6 тыс. га (1,5%), 906 тыс. га (14,4%) приходится на пашню. Основная площадь сельхозугодий занята малопродуктивными (2,0–4,5 ц/га сухой поедаемой массы) пастбищами (Бюллетень, 2012).

В полевом кормопроизводстве республики ведущее место занимает яровой ячмень. В доперестроечный период (1980-е гг.) его посевы занимали до 272,4 тыс. га. Затем наметилось их сокращение. С 2008 по 2010 г. посевы ярового ячменя находились на уровне 34,1–45,3 тыс. га (Бюллетень, 2012). Валовой сбор зерна в 1986–1990 гг. в среднем был на уровне 212,8 тыс. т (Грициенко, 2000; Гольдварг и др., 2009; Грициенко и др., 2010; Грициенко, 2012). В последующие годы он еще более снизился и к 2015, 2016 гг. составлял 33,5–59,6 тыс. т (табл. 1).

1. Динамика посевных площадей и валовых сборов зерна ярового ячменя в Республике Калмыкия

1. Dynamics of sown areas and gross yields of spring barley in the Republic of Kalmykia

Показатели	Годы			
	2008	2010	2015	2016
Посевная площадь, тыс. га	34,1	45,3	43,1	35,2
Валовой сбор, тыс. т	65,8	29,8	33,5	59,6

Снижение посевных площадей и валовых сборов зерна связано с рядом причин: резким снижением поголовья животных; переходом к экстенсивным технологиям, вызванным особенностями рыночной экономики; недостаточным ассортиментом (4 сорта) рекомендованных в производство сортов, максимально адаптированных к жестким местным климатическим условиям и др.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили на опытном поле ФГБНУ «КНИИСХ им. М. Б. Нармаева» (Целинный район Республики Калмыкия) согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Федин, 1985) и Методике полевого опыта (Доспехов, 1985) в 2008–2017 гг. Зона проведения опыта характеризуется очень засушливым климатом. Гидротермический коэффициент за период вегетации растений находится в пределах 0,5–0,7. Среднегодовое количество осадков – 250–330 мм. Среднегодовая температура воздуха – 8,6 °С. Сумма эффективных температур выше +10 °С составляет 3200–3600 °С. Почвенный покров представлен светло-каштановыми почвами разной степени солонцеватости и различного механического состава.

Все опыты закладывали по предшественнику черный пар, образцы высевали в 2 яруса в 4-кратной повторности сеялкой СН-16. Для посева использовали семена ярового ячменя, выращенные в одинаковых условиях. Рабочая площадь делянок – 60 м², учетная – 50 м², форма делянок – прямоугольная. Способ посева – обычный рядовой с глубиной заделки семян 4–5 см. Норма высева – 2,8 млн всхожих семян на 1 га.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных многолетних исследований были выявлены наиболее продуктивные и адаптированные к экстре-

мальным условиям внешней среды, стрессовым факторам, непритязательные к почвенному плодородию и с комплексом хозяйственно ценных признаков сорта ярового ячменя, рекомендуемые для засушливой зоны Юга России. Использование этих сортов в производстве позволит увеличить валовой сбор зерна и укрепить кормовую базу животноводства в Калмыкии и аналогичных регионах РФ.

Многолетними исследованиями установлено, что яровой ячмень в богарных условиях центральной зоны Калмыкии способен формировать урожайность зерна до 4,0 т/га и более. В зависимости от гидротермических условий вегетационного периода в 2008–2017 гг. яровой ячмень формировал урожайность от 0,50 (сорт Достойный, 2014 г) до 5,01 (сорт Прерия, 2017 г.) т/га зерна (табл. 2).

2. Объем изученного материала и урожайность зерна ярового ячменя (2008–2017 гг.) 2. The volume of the studied material and the spring barley productivity (2008–2017)

Наименование	Годы									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Изучено сортов, шт.	16	17	15	23	24	20	24	18	21	20
Средняя урожайность, т/га	3,38	2,26	2,38	2,74	2,09	2,09	1,25	2,88	3,46	4,09
min	2,52	1,33	1,65	2,02	1,79	1,36	0,50	2,22	2,31	2,48
max	4,04	2,52	2,86	3,06	2,48	2,42	2,00	3,27	4,50	5,01
НСР ₀₅	0,17	0,12	0,22	0,08	0,12	0,19	0,2	0,14	0,19	0,38
V, %	11,0	6,7	11,7	9,0	9,5	12,0	29,0	10,0	14,0	17,5

За десять лет исследований урожайность в целом по сортам ярового ячменя имела размах варьирования от 0,50 до 5,01 т/га, то есть максимальный уровень урожайности превышал минимальный в 10,0 раза. Следует отметить, что степень варьирования урожайности по годам была наивысшей в 2014 г. (29,0%) и в 2017 г. (17,5%), то есть в те годы, когда максимальный уровень урожайности превышал минимальный в большее количество раз (в 2014 г. – в 4,0; в 2017 г. – в 2,0 раза), чем в другие годы исследований.

В условиях засушливого климата на формирование урожая оказывает влияние продолжительность отдельных межфазных периодов. Наиболее продуктивными являются сорта с короткими периодами «посев – колошение» и «посев – полная спелость». Более раннее выколашивание позволяет уйти от воздействия суховея и высоких температур воздуха, наступающих в аридной зоне Нижнего Поволжья во второй декаде июня, а в отдельные годы и в более ранние сроки (II–III декады мая).

Раннее выколашивание также способствует прохождению процесса фотосинтеза и накопления сухого вещества в урожае в лучших гидротермических условиях, что и обеспечивает повышенную продуктивность.

Наши наблюдения за фенологией ярового ячменя приводят к выводу о том, что для получения устойчивых высоких урожаев зерна в центральной засушливой зоне Калмыкии необходимы сорта с коротким периодом (45–55 дней) «посев – колошение» и вегетационным периодом 75–85 дней и менее.

Таким требованиям соответствуют сорта Прерия, Ратник, Одесский 22 и некоторые другие. Это обеспечивает им в экстремальных условиях лучшую выживаемость, адаптивность и повышенную продуктивность. Более позднеспелые сорта двуручки при посеве весной, такие как Тимофей, Мастер и другие, способны формировать урожайность в 2,5–3,0 т/га только при благоприятно сложившихся погодных условиях вегетационного периода (табл. 3).

3. Урожайность сортов ярового ячменя в зависимости от условий вегетации, т/га 3. Productivity of spring barley varieties depending on vegetation conditions, t/ha

Сорт	В среднем за 2008–2017 гг.	В том числе в различные по влагообеспеченности годы		
		сухой (2014 г.)	средний (2011 г.)	влажный (2017 г.)
Странник, st.	2,81	1,26	3,06	4,27
Щедрый, st.	–	1,52	3,04	4,34
Прерия	2,97	1,48	2,99	5,01
Одесский 22	2,78	1,04	2,87	4,58
Сокол	2,73	1,26	2,8	4,36
Ратник	2,8	1,45	2,96	4,24
Гетьман	2,7	1,31	2,98	3,93
Вакула	2,64	0,99	2,95	4,31
Тимофей	–	0,56	2,29	3,07
Мастер	–	0,70	2,39	3,68
НСР ₀₅	–	0,20	0,08	0,38

В среднем за 10 лет конкурсного испытания сортов ярового ячменя наибольшую урожайность сформировали сорта Прерия (ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ») – 2,97 т/га; Странник (ФГУП «Прикумская опытно-селекционная стан-

ция») – 2,81 т/га и Ратник (ФГБНУ «АНЦ «Донской») – 2,80 т/га.

За последние годы на испытание поступил ряд перспективных сортов, показавших хорошую адаптацию и высокую продуктивность (табл. 4).

4. Урожайность новых сортов ярового ячменя, т/га 4. Productivity of new spring barley varieties, t/ha

Сорт	Оригинаторы	Годы		В среднем за 2016–2017 гг.
		2016	2017	
Странник, st.	ФГУП «Прикумская ОСС»	4,22	4,27	4,20
Щедрый, st.	ФГБНУ «АНЦ «Донской»	2,86	4,34	3,60
Булава	СГИ – НЦСС, Украина	3,25	4,78	4,02
Булат	ФГУП «Прикумская ОСС»	4,50	4,77	4,64
Куш	ФГУП «Прикумская ОСС»	3,85	4,5	4,18
Грис	ФГБНУ «АНЦ «Донской»	3,64	4,64	4,14
НСР ₀₅	–	0,19	0,38	–

Высокую выживаемость в жестких местных условиях и повышенную продуктивность (4,02–4,64 т/га) показали Булава, Булат, Куш, Грис; превышение над стандартом составило 0,42–1,04 т/га.

Выводы

1. Оценка сортов ярового ячменя в конкурсном сортоиспытании позволила выделить наиболее продуктивные и адаптированные к экстремальным условиям внешней среды с комплексом хозяйственно ценных признаков сорта ярового ячменя Прерия, Ратник, Одесский 22, рекомендуемые для засушливой зоны Юга России.

2. Фенологические наблюдения привели к выводу о том, что сорта с коротким периодом (45–55 дней)

«посев – колошение» и вегетационным периодом 75–85 дней и менее обеспечивают в экстремальных условиях лучшую выживаемость, адаптивность и повышенную продуктивность.

3. Из новых сортов по продуктивности выделен ряд перспективных для дальнейшего изучения и рекомендации в производство: Булава, Булат, Куш, Грис. Сорт Булат превысил на 0,44 т/га стандарт Странник и на 1,04 т/га Щедрый. Сорта Булава, Куш и Грис уступили по продуктивности стандарту Странник, превысив сорт Щедрый на 0,42; 0,58 и 0,54 т/га соответственно.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Гуреева А. В., Метлина Г. В., Раева С. А. Методические рекомендации по стимулированию внедрения современных технологий, увеличению посевных площадей под зерновыми культурами. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 107 с.

2. Бюллетень. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур во всех категориях хозяйств Республики Калмыкия (в разрезе районов) со всех земель в 2012 году. Элиста, 2013. 77 с.

3. Грициенко В. Г. Повышение устойчивости производства зерна ярового ячменя в аридной зоне Юга России // Наука и высшая школа Калмыкии. 2000. № 1(2). С. 87–92.

4. Гольдварг Б. А., Грициенко В. Г. Сорта зерновых колосовых культур, рекомендуемые в производство для южных регионов России. М., 2009. 30 с.

5. Грициенко В. Г., Гольдварг Б. А. Зернофуражные культуры в аридной зоне Юга России // Материалы научно-практической конференции, посвященной 85-летию аграрной науки Калмыкии. Элиста, 2010. С. 105–108.

6. Грициенко В. Г. Яровой ячмень в засушливых условиях Юга России. Элиста: ЗАОр НПП «Джангар», 2012. 131 с.

7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.

8. Портуровская С. П., Огарев В. Д. Ячмень на Ставрополье. Ставрополь, 2002. 111 с.

9. Федин М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 261 с.

References

1. Alabushev A. V., Gureeva A. V., Metlina G. V., Raeva S. A. Metodicheskie rekomendacii po stimulirovaniyu vnedreniya sovremennykh tekhnologij, uvelicheniyu posevnykh ploshchadej pod zernovymi kul'turami [Methodical recommendations on promoting the introduction of modern technology, on increase the acreage under grain crops]. M.: FGNU "Rosinformagrotekh", 2009. 107 s.

2. Byulleten'. Posevnyye ploshchadi, valovyye sbory i urozhajnost' sel'skohozyajstvennykh kul'tur vo vseh kategoriyah hozyajstv Respubliki Kalmykiya (v razreze rajonov) so vseh zemel' v 2012 godu [Bulletin. Sown areas, gross yields and grain crop productivity in all categories of farms of the Republic of Kalmykia (by region) from all lands in 2012]. Ehlista, 2013. 77 s.

3. Gricienko V. G. Povyshenie ustojchivosti proizvodstva zerna yarovogo yachmenya v aridnoj zone Yuga Rossii [Improvement of the sustainability of the spring barley production in the arid zone of southern Russia] // Nauka i vysshaya shkola Kalmykii. 2000. № 1(2). S. 87–92.

4. Gol'dvarg B. A., Gricienko V. G. Sorta zernovykh kolosovykh kul'tur, rekomenduemye v proizvodstvo dlya yuzhnykh regionov Rossii [Varieties of cereal crops recommended for production in the southern regions of Russia]. M., 2009. 30 s.

5. Gricienko V. G., Gol'dvarg B. A. Zernofurazhnyye kul'tury v aridnoj zone Yuga Rossii [Fodder crops in the arid zone of the South of Russia] // Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 85-letiyu agrarnoj nauki Kalmykii. Ehlista, 2010. S. 105–108.

6. Gricienko V. G. Yarovoj yachmen' v zasushlivykh usloviyah Yuga Rossii [Spring barley in arid conditions of the South of Russia]. Ehlista: ZAOr NPP "Dzhangar", 2012. 131 s.

7. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1985. 336 s.

8. Porturovskaya S. P., Ogarev V. D. Yachmen' na Stavropol'e [Barley in the Stavropol region]. Stavropol', 2002. 111 s.

9. Fedin M. A. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methods of state variety testing of agricultural crops]. M., 1985. 261 s.

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.