

УДК УДК 633.112:632.112

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-72-75>Тип статьи: Оригинальное исследование
Type of article: Original research**Лиховидова В.А.,
Ионова Е.В**ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»
347740, Ростовская обл., г. Зерноград,
Научный городок, 3
E-mail: vniizk30@mail.ru, ionova-ev@yandex.ru,
valya_17@rambler.ru**Ключевые слова:** озимая твердая пшеница (*Triticum durum*), сорт, хлорофилл, водный дефицит, засухоустойчивость, продуктивность.**Для цитирования:** Лиховидова В.А., Ионова Е.В. Влияние засушливых условий выращивания на водный дефицит и содержание хлорофилла сортов озимой твердой пшеницы, различающихся по продуктивности. *Аграрная наука*. 2020; 338 (5): 72–75.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-72-75>**Конфликт интересов отсутствует****Valentina A. Likhovidova,
Elena V. Ionova**Caspian Zonal Research Veterinary Institute –
branch of the Federal State Budgetary Scientific
Institution "FANZ RD"
88, Dakhadaev str., Makhachkala, Russia,
396700
E-mail: alievayb1@mail.ru**Key words:** winter wheat (*Triticum durum*), variety, chlorophyll, water deficit, drought tolerance, productivity.**For citation:** Likhovidova V.A., Ionova E.V. The effect of arid growing conditions on water deficit and chlorophyll content of the winter wheat varieties with various productivity. *Agrarian Science*. 2020; 338 (5): 72–75. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-72-75>**There is no conflict of interests**

Влияние засушливых условий выращивания на водный дефицит и содержание хлорофилла сортов озимой твердой пшеницы, различающихся по продуктивности

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В данной статье представлены результаты исследований по изучению влияния засушливых условий выращивания на водный дефицит и пигментный аппарат листьев (хлорофилл) сортов озимой твердой пшеницы, различающихся по продуктивности.**Материал и методы.** Исследования проводили в 2017–2019 годах. Объектом исследований служили сорта озимой твердой пшеницы Эйрена, Юбилейка, Яхонт, Янтарина, Оникс, Лазурит селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Испытание сортов на засухоустойчивость в условиях модельной засухи («засушник») осуществляли по методу В.В. Маймистова (1988); определение содержания хлорофилла в листьях озимой пшеницы — Шматко И.Г. (1976); определение остаточного водного дефицита — Л.С. Литвинова (1988).**Результаты.** По результатам исследований выделились наиболее устойчивые, продуктивные и обладающие механизмами адаптации к условиям водного стресса сорта озимой твердой пшеницы Лазурит и Янтарина. Высокая урожайность сортов и содержание пигмента хлорофилл, а также наименьший прирост остаточного водного дефицита в условиях нарастающей засухи отмечены у сортов Лазурит и Янтарина, показатели которых составляют 169,7 и 159,5 г/м², 1,4 и 1,9 мг/100 г сырой массы, 24,6 и 25,7%, соответственно.

The effect of arid growing conditions on water deficit and chlorophyll content of the winter wheat varieties with various productivity

ABSTRACT

Relevance. The current paper has presented the study results of the effect of arid growing conditions on water deficit and foliage pigment (chlorophyll) of winter wheat varieties with various productivity.**Methods.** The study was conducted in 2017–2019. The objects of study were the winter durum wheat varieties 'Eyrena', 'Yubilyarka', 'Yakhont', 'Yantarina', 'Oniks', 'Lazurit' developed in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". There have been used such methods in the current study as the testing of varieties on drought tolerance in conditions of simulated drought ("zasushnik") proposed by V.V. Maimistov (1988); the method of identification of chlorophyll content in winter wheat leaves proposed by I.G. Shmatko (1976); the method of identification of residual water deficit proposed by L.S. Litvinov (1988).**Results.** According to the study results there have been identified the most stable, productive winter wheat varieties 'Yantarina' and 'Lazurit', which possess mechanisms of adaptation to the water stress conditions. The varieties 'Yantarina' and 'Lazurit' also possess large productivity and chlorophyll content, as well as the smallest rise of residual water deficit in the increasing aridity with 169.7 and 159.5 g/m², 1.4 and 1.9 mg/100 g of raw weight, 24.6 and 25.7%, respectively.Поступила: 24 апреля
После доработки: 11 мая
Принята к публикации: 13 маяReceived: 24 april
Revised: 11 may
Accepted: 13 may

Введение

Засуха воздействует на многие физиологические процессы, которые в итоге влияют на рост и урожайность растений [1]. В связи с увеличением почвенных и атмосферных засух возрастает размер площадей, на которых растения подвергаются действию водного дефицита. Хорошо известно, что водный дефицит влияет на рост растения, а если он достаточно велик, то может привести растение и к гибели. В последние годы физиологические ответы растений на засуху и возможные сопутствующие стрессы исследуются особенно интенсивно [2]. Высокая продуктивность и адаптивность новых сортов озимой твердой пшеницы способствует расширению посевных площадей под этой ценной продовольственной культурой, дающая высококачественное, богатое белком зерно. Ее зерно является незаменимым сырьем для макаронно-крупяной промышленности [3]. В условиях возрастающей нестабильности климата понимание физиологических основ различий и устойчивости к действию неблагоприятных внешних факторов важно для создания новых высокопродуктивных сортов [4]. В связи с этим необходимо изучать конкретные механизмы, обеспечивающие устойчивость растений к действию засухи. Нашей целью исследований являлось сравнительное изучение водного дефицита и пигментного аппарата листьев (хлорофилл) сортов озимой твердой пшеницы, различающихся по продуктивности.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2017–2019 годах. Объектом исследований служили сорта озимой твердой пшеницы Эйрена, Юбилейка, Яхонт, Янтарина, Оникс, Лазурит селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Испытание сортов на засухоустойчивость в условиях модельной засухи («засушник») осуществляли по методу В.В. Маймистова (1988); определение содержания хлорофилла в листьях озимой пшеницы — Шматько И.Г. (1976); определение остаточного водного дефицита — Л.С. Литвинова (1988).

Результаты и их обсуждения

Остаточный водный дефицит (ОВД) листьев озимой пшеницы ранним утром (4:30), когда происходит наиболее полное восполнение дневных потерь воды, варьировал в условиях недостаточного увлажнения (опыт) в фазу цветения от 5,9 (Юбилейка) до 7,9% (Яхонт), а в условиях оптимального увлажнения (контроль) — от 4,9 (Лазурит) до 5,9% (Оникс) (рис. 1).

Прирост ОВД в опыте по сравнению с контролем в эту фазу составил от 0,6 (Оникс) до 1,8% (Эйрена).

В процессе усиления засухи к фазе молочной спелости зерна остаточный водный дефицит у растений находился в пределах от 9% (Лазурит) до 20,7% (Яхонт). Наименьший прирост водного дефицита в эту фазу в условиях недостаточного увлажнения (опыт) по сравнению с оптимальными условиями (контроль) зафиксирован у сорта Оникс (на 9,9%) (рис. 1).

Высокий уровень адаптации к водному стрессу и минимальной прирост водного дефицита от фазы цветения к фазе молочной спелости зерна в засушливых условиях отмечен у сортов Оникс (на 15,5%), Лазурит (на 18,2%) и Янтарина (на 19%).

Фотосинтезирующие органы растений различаются по содержанию хлорофилла. Этот показатель значительно меняется в онтогенезе. Нами была изучена динамика относительного содержания хлорофилла при различных условиях выращивания сортов озимой твердой пшеницы. Исследования показали, что максимальное количество зеленых пигментов в листьях накапливается в фазу цветения. Наибольшая их концентрация в условиях засухи (опыт) отмечена у сорта Лазурит (3,5 мг/100 г сырой массы) (НСР₀₅ 0,47 мг/100 г сырой массы) (рис. 2).

Следует отметить, что в фазу цветения у ряда сортов (Эйрена, Яхонт, Оникс, Лазурит) содержание хлорофилла в листьях растений, выращенных в условиях засухи (опыт), выше, чем у выращенных в условиях оптимального увлажнения (контроль). Это говорит о способности данных сортов адаптироваться к стрессо-

Рис. 1. Показатели остаточного водного дефицита образцов озимой твердой пшеницы в условиях вегетационного опыта (засушник) в фазу цветения и молочной спелости зерна

Fig. 1. Indicators of residual water deficiency of samples of winter durum wheat under the conditions of a growing experiment (drought) during the flowering and milk ripeness of grains

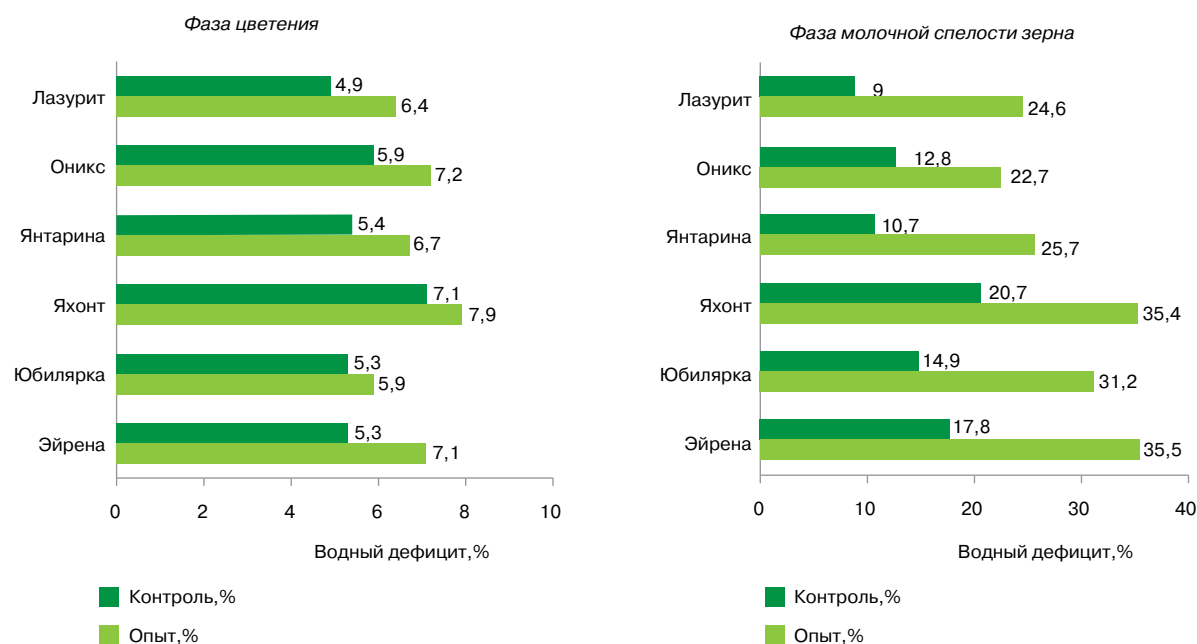
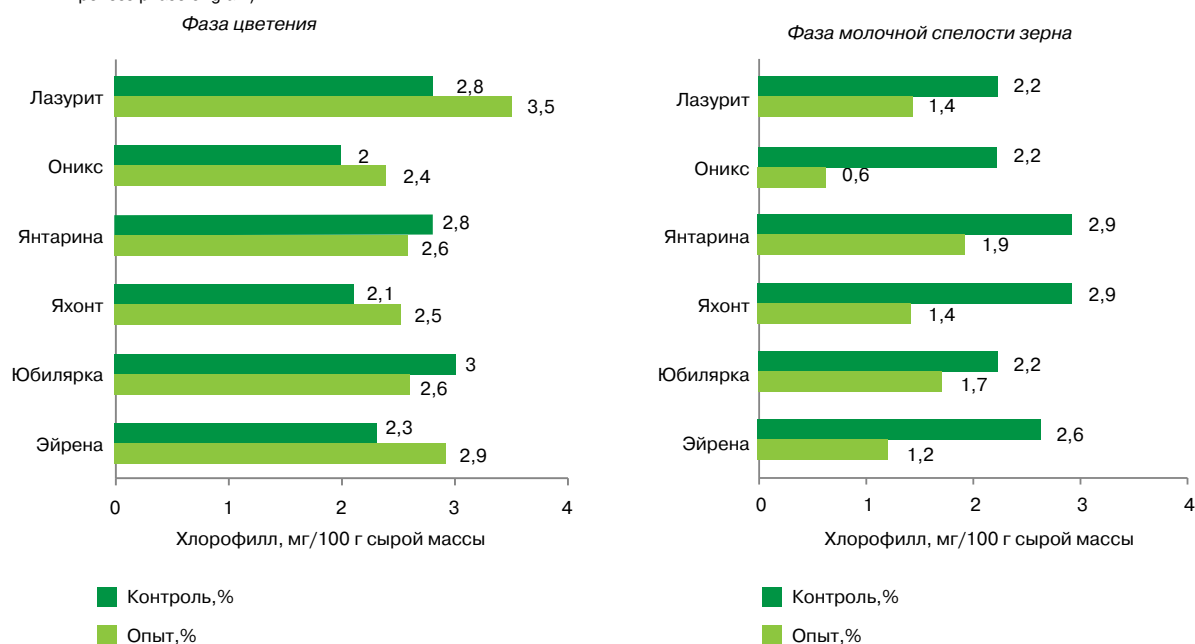


Рис. 2. Содержание пигмента хлорофилла в листьях сортов озимой твердой пшеницы в условиях вегетационного опыта (засушник) (фаза цветения и молочной спелости зерна)

Fig. 2. Chlorophyll pigment content in leaves of winter durum wheat varieties under the conditions of the growing experiment (drought) (flowering and milk ripeness phase of grain)



вым условиям на ранних этапах органогенеза за счет физиологических процессов и содержать большее количество хлорофилла.

При нарастающей засухе в фазу молочной спелости зерна наибольшую сохранность пигментов хлорофилла в опыте отмечали у изучаемых сортов озимой твердой пшеницы Янтарина (1,9 мг/100 г сырой массы) и Юбиларка (1,7 мг/100 г сырой массы) (НСР₀₅ 0,60 мг/100 г сырой массы) (рис. 2).

Максимальное содержание пигментов хлорофилла в условиях оптимального увлажнения отмечено у сорта Янтарина и Яхонт (2,9 мг/100 г сырой массы). При различных условиях выращивания и фаз развития наблюдаются различия концентрации пигментов хлорофилла в листьях озимой твердой пшеницы. В фазу цветения пшеницы наибольшее содержание пигмента отмечено в условиях модельной засухи (опыт), а в фазу молочной спелости зерна сохранность пигментов хлорофилла выше при оптимальном увлажнении (контроль).

Таким образом, от структурной организации зеленых пигментов и состояния пигментного комплекса хлоропластов и длительности его сохранности зависит ак-

тивность и эффективность работы фотосинтетического аппарата.

При оценке образцов озимой пшеницы с помощью прямого вегетационного опыта (засушник) отмечено, что по числу продуктивных стеблей на 1 м² в условиях жесткой засухи (опыт) выделился сорт озимой твердой пшеницы Лазурит (300 шт./м²). Минимальное снижение густоты продуктивного стеблестоя в опыте по сравнению с контролем отмечено у сорта озимой пшеницы Юбиларка (на 5%). Наименьшая существенная разница урожайности (НСР_{0,05}) в опыте составила 43,6, в контроле — 55,2.

Анализ результатов исследований выявил различную степень снижения величины зерновой продуктивности у изучаемых образцов в условиях модельной засухи. Снижение количества зерен с главного колоса в опыте по сравнению с контролем, отмечено у всех изучаемых сортов. Наименьшее снижение зафиксировано у сорта Оникс (на 7%) (табл.).

При определении массы зерна с главного колоса в условиях жесткой засухи по сравнению с оптимальными условиями у всех изучаемых образцов отмечено снижение данного показателя от 25% (Янтарина) до

Таблица

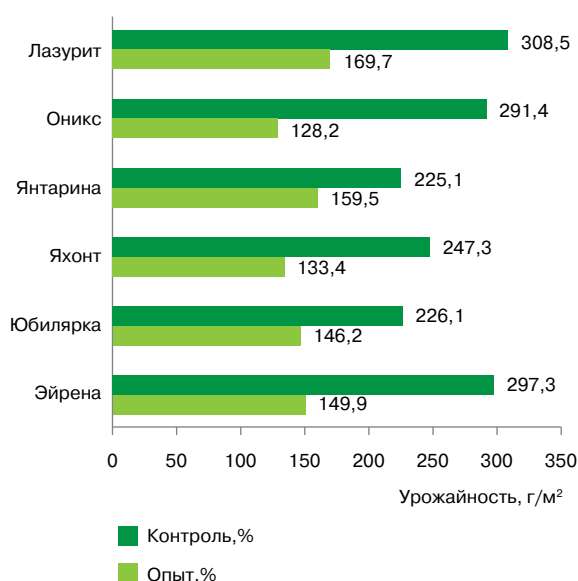
Изменение структуры урожая озимой твердой пшеницы в условиях вегетационного опыта «засушник»

Table 1. Scheme of production testing

Образцы	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²		Количество зерен с главного колоса, шт.		Масса зерна с главного колоса, г		Масса 1000 семян, г	
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Эйрена	258	308	22	24	0,53	0,95	24,8	38,1
Юбиларка	284	298	20	26	0,52	0,8	25,4	34,3
Яхонт	241	291	24	34	0,59	0,88	24,6	37,1
Янтарина	244	298	27	30	0,60	0,8	22,6	40,8
Оникс	251	304	26	28	0,57	0,77	22,6	30,6
Лазурит	300	330	25	34	0,59	0,9	24,2	34,7

Рис. 3. Изменение урожайности сортов озимой твердой пшеницы в условиях вегетационного опыта «засушник»

Fig. 3. The change in the yield of varieties of winter durum wheat under the conditions of the "drought" vegetation experience



44% (Эйрена). В условиях жесткой засухи масса зерна с главного колоса варьировала от 0,52 г (Юбиларка) до 0,60 г (Янтарина). При оптимальных условиях выращивания этот показатель был в пределах от 0,77 г (Оникс) до 0,95 г (Эйрена).

Масса 1000 семян в опыте по отношению к контролю снижалась на 26 (Юбиларка) — 45% (Янтарина).

Результирующим показателем функционирования всех систем растений в условиях засухи является величина продуктивности сортов озимой твердой пшеницы. В условиях вегетационного опыта «засушник» высокая продуктивность зерна озимой твердой пшеницы при недостаточной влагообеспеченности (опыт) отмечена у сорта Лазурит. В целом продуктивность образцов в опыте варьировалась от 128,2 (Оникс) до 169,7 г/м² (рис. 3).

При оптимальном увлажнении (контроль) значения данного показателя были в пределах от 225,1 (Янтарина) до 308,5 г/м² (Лазурит). Корреляционный анализ связи показателей структуры урожая с величиной продуктивности выявил среднюю положительную связь в условиях жесткой засухи с густотой продуктивного стеблестоя ($r = 0,33 \pm 0,02$), с массой зерна с главного колоса ($r = 0,56 \pm 0,12$). Корреляционная связь наблюдается с количеством зерен в главном колосе ($r = 0,32 \pm 0,04$), с массой 1000 семян ($r = 0,31 \pm 0,06$). Наименьшая существенная разница урожайности (НСР) составила в опыте 57,94, в контроле — 74,87 г/м².

Корреляционный анализ ОВД с урожайностью выявил средние отрицательные связи в фазы цветения и молочной спелости зерна $-0,3 (\pm 0,09)$ и $-0,5 (\pm 0,08)$, соответственно.

Корреляционный анализ выявил связь между показателями содержания пигмента хлорофилла и продуктивностью, который в фазу цветения составил $r = 0,62 \pm 0,19$.

Закключение

Селекция озимой твердой пшеницы в различных регионах, а в особенности, страдающих от засухи, направлена на выведение сортов, обладающих высокой засухоустойчивостью и продуктивностью. Изученные нами сорта имеют различную величину продуктивности.

По результатам исследований выделились наиболее устойчивые, продуктивные и обладающие механизмами адаптации к условиям водного стресса сорта озимой твердой пшеницы Лазурит и Янтарина. Высокая урожайность сортов и содержание пигмента хлорофилла, а также наименьший прирост остаточного водного дефицита в условиях нарастающей засухи отмечена у сортов Лазурит и Янтарина, показатели которых составляют 169,7 и 159,5 г/м², 1,4 и 1,9 мг/100 г сырой массы, 24,6 и 25,7%, соответственно.

В связи с этим изучение различных физиологических и биохимических особенностей этих сортов важно для создания системы критериев оценки устойчивости к засухе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грициенко В.Г., Гольдварг Б.А. Озимая твердая пшеница в засушливых условиях юга России. *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2015. С.17–20.
2. Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Авраменко М.А., Дубинина О.А., Дерова Т.Г. Коммерческие сорта озимой твердой пшеницы и особенности их семеноводства. *Зерновое хозяйство России*. 2016;(6):42–47.
3. Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Лещенко М.А., Дубинина О.А., Ионова Е.В. Достижения и проблемы в селекции озимой твердой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*. 2014;6(36):15–22.
4. Щипак Г.В., Недоступов Р.А., Щипак В.Г. Селекция озимой твердой пшеницы на повышение адаптивного потенциала и урожайность. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012;16(2):455–463.

ОБ АВТОРАХ:

Лиховидова Валентина Александровна, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений АНЦ «Донской», <http://orcid.org/0000-0002-5340-4901>

Ионова Елена Витальевна, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по науке АНЦ «Донской», <http://orcid.org/0000-0002-2840-6219>

REFERENCES

1. Gritsienko V.G., Goldvarg B.A. Durum winter wheat in the arid conditions of southern Russia. *News of St. Petersburg State Agrarian University*. 2015. P.17–20. (In Russ.)
2. Samofalova N.E., Ilichkina N.P., Avramenko M.A., Dubinina O.A., Derova T.G. Commercial varieties of winter durum wheat and especially their seed production. *Grain farming in Russia*. 2016;(6):42–47. (In Russ.)
3. Samofalova N.E., Ilichkina N.P., Leshchenko M.A., Dubinina O.A., Ionova E.V. Achievements and problems in breeding winter durum wheat. *Grain farming in Russia*. 2014;6(36):15–22. (In Russ.)
4. Schipak G.V., Nedostupov R.A., Schipak V.G. Selection of winter durum wheat to increase adaptive potential and productivity. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2012;16(2):455–463. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS:

Valentina A. Likhovidova, researcher of the Laboratory of Plant Physiology, ANC "Donskoy", <http://orcid.org/0000-0002-5340-4901>

Elena V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, Deputy Director for Science of the Donskoy Research Center, <http://orcid.org/0000-0002-2840-6219>