

DOI 10.33952/2542-0720-2020-3-23-122-129

УДК 633.11:58.032.3

Некрасов Е. И., Ионова Е. В.

ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»»

Реферат. *Одной из основных причин, снижающих урожайность озимой мягкой пшеницы в южной зоне Ростовской области, является повышенная температура воздуха и недобор влаги в почве, в результате чего происходит нарушение нормального протекания физиолого-биохимических процессов в растениях. В связи с этим создание засухоустойчивых сортов, способных не снижать продуктивность при воздействии водного и температурного стрессов, является актуальным. Цель исследований – провести оценку водоудерживающей способности тканей листьев озимой мягкой пшеницы при различных условиях выращивания и выделить наиболее засухоустойчивые генотипы. Работу проводили в 2013–2015 гг. в лаборатории физиологии растений ФГБНУ «АНЦ «Донской»» (Ростовская область) на 12 сортах озимой мягкой пшеницы, стандарт – Дон 107, сорт-классификатор – Аскет. Определение водоудерживающей способности тканей растений озимой мягкой пшеницы проводили по методике Н. Н. Кожушко. Для определения водоудерживающей способности листья отбирали в естественных (полевых) условиях и в условиях вегетационного опыта «засушник» в фазах колошения и цветения растений. В контроле растения выращивали при поливе (70 % полной влагоемкости (ПВ)), в опыте – без доступа влаги (30 % ПВ). До четвертой фазы растения озимой пшеницы находились в одинаковых условиях как в контроле, так и в опыте. После наступления четвертой фазы доступ влаги к растениям в опыте прекращался, в контроле поддерживали оптимальное увлажнение. В результате полевых исследований выделили сорта озимой мягкой пшеницы с максимальным приростом водоудерживающей способности от фазы колошения к фазе цветения – Капитан (на 8,3 %) и Аскет (на 9,4 %), что объясняется большей устойчивостью этих генотипов к водному стрессу. В условиях вегетационного опыта «засушник» при нарастающей засухе наибольший прирост водоудерживающей способности от фазы колошения к фазе цветения отмечен у сортов Лилит, Аскет и Вольный Дон – на 8,0; 8,2 % и на 8,4 % соответственно. Выделившиеся генотипы озимой мягкой пшеницы с высокой водоудерживающей способностью тканей листьев рекомендуем вовлекать в селекционный процесс в качестве источников засухоустойчивости, для создания новых адаптивных сортов.*

Ключевые слова: *озимая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.), сорт, засухоустойчивость, водоудерживающая способность тканей листьев.*

Введение

Засуха – один из распространенных экологических стрессов, влияющих на рост и развитие растений озимой пшеницы. Она представляет собой серьезную проблему для селекционеров, поскольку в значительной степени снижает продуктивность этой культуры [1, 2]. При разработке новых методов создания адаптивных сортов сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы, большое значение отводится способности растений противостоять действию водного и температурного стрессов.

Как известно, реакция растений на стресс, вызванный засухой, зависит от многих факторов, например, генотипа растения, фазы вегетации, тяжести и

продолжительности стрессового воздействия, физиологических процессов роста, активности механизмов фотосинтеза, воздействия окружающей среды и других [3].

Одной из основных причин, снижающих урожайность озимой мягкой пшеницы в южной зоне Ростовской области, выступает повышенная температура воздуха и недобор влаги в почве, в результате действия которых происходит нарушение нормального протекания физиолого-биохимических процессов в растениях [4]. В связи с этим, создание засухоустойчивых сортов, способных не снижать продуктивность при воздействии водного и температурного стрессов, является актуальным. Существуют разные методы, при помощи которых можно изучить отдельные механизмы засухоустойчивости. Их, как правило, применяют на взрослых растениях в любой фазе их развития. Один из таких методов – определение водоудерживающей способности тканей.

Водоудерживающая способность – это свойство тканей растений накапливать и удерживать влагу в своих клетках в течение более или менее длительного времени. Чем медленнее в клетках растений расходуется вода, тем выше водоудерживающая способность растения, вследствие чего оно способно противостоять обезвоживанию более длительное время.

Цель исследований – провести оценку водоудерживающей способности тканей листьев озимой мягкой пшеницы при различных условиях выращивания и выделить наиболее засухоустойчивые генотипы.

Материалы и методы исследований

Работу проводили в 2013–2015 гг. в лаборатории физиологии растений ФГБНУ «АНЦ «Донской»» (Ростовская область). Изучали 12 сортов озимой мягкой пшеницы селекции АНЦ «Донской», стандарт – Дон 107, сорт-классификатор – Аскет. Определение водоудерживающей способности тканей растений озимой мягкой пшеницы проводили по методике Н. Н. Кожушко [5]. Листья отбирали в естественных (полевых) условиях и в условиях модельной засухи «засушник» в фазах колошения и цветения. Для анализа брали здоровые, интенсивно функционирующие, но закончившие рост листья; их срезали утром (около 5 ч) в поле и в «засушнике» и в закрытых пакетах переносили в лабораторию (10–12 шт. для каждого образца). Проводили взвешивание по четыре листа в четырех повторностях и помещали в термошкафы (на три часа при температуре от 20 °С до 30 °С). Раскладывали по два листа во взвешенные бюксы и взвешивали, после этого листья помещали в воду в чашках Петри на два часа. Затем листья осушали фильтровальной бумагой и вторично взвешивали после насыщения. Далее высушивали до постоянной массы при температуре 105 °С и подсчитывали общее содержание воды в навеске. По разностям между общим исходным содержанием воды и количеством потерянной воды определяли содержание оставшейся воды в листьях.

Расчет водоудерживающей способности (ВУС, %) проводили по формуле:

$$\text{ВУС} = \frac{Б-б}{А} \times 100,$$

где Б – исходная сырая масса, мг; б – сырая масса после завядания, мг; А – содержание воды до завядания, мг.

Посев озимой пшеницы осуществляли сеялкой Wintersteiger Plotseed, на глубину заделки семян 5–6 см по предшественнику подсолнечник. Норма высева – 550 всхожих семян/м². Учетная площадь делянок – 10 м², повторность – четырехкратная. Закладку опытов проводили в соответствии с методикой полевого опыта [6].

В условиях модельной засухи «засушник» растения озимой мягкой пшеницы выращивали при оптимальном увлажнении 70 % ПВ (контроль) и недостаточном увлажнении 30 % ПВ и ниже (опыт) методом В. В. Маймистова [7]. До четвертого этапа растения озимой пшеницы находились в одинаковых условиях как в контроле, так и в опыте. После наступления четвертой фазы доступ влаги к растениям в опыте

прекращался, в то время как в контроле рост их осуществлялся при оптимальном увлажнении.

Обработку информации выполняли с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel 2010.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый, мощный, с высокой карбонатностью – от 2,5 до 4,0 % CaCO_3 в пахотном слое мощного горизонта (до 140 см). Содержание гумуса – 3,6–4,0 %; подвижного фосфора – 20–23 мг/кг; обменного калия – 300–380 мг/кг почвы [8].

Климат южной зоны Ростовской области – умеренно-континентальный с резкой амплитудой между температурами холодного и теплого периодов, а также заметными суточными колебаниями температур.

Погодно-климатические условия 2013–2015 гг. различались между собой. В 2013 сельскохозяйственном году погодные условия характеризовались повышенной температурой воздуха (+4,6 °C к среднегодовой (9,6 °C)) и недостатком осадков в период колошения и цветения растений озимой мягкой пшеницы (–22,8 мм).

Погодные условия 2014 сельскохозяйственного года сложились благоприятнее предыдущего. В период колошения и цветения растений озимой мягкой пшеницы температура воздуха составила 19,4 °C (+3,0 °C к среднегодовой), а количество осадков превысило среднегодовую норму (582,4 мм) на 7,9 мм.

В 2015 сельскохозяйственном году в фазы колошения и цветения растений озимой мягкой пшеницы температура воздуха находилась на уровне среднегодовой, тогда как количество осадков превысило норму на 18,4 мм.

Результаты и их обсуждение

Водоудерживающая способность листьев озимой мягкой пшеницы изменялась в зависимости от условий выращивания. В естественных условиях развития растений в поле (фаза колошения) в среднем за три года изучения водоудерживающая способность тканей листьев озимой мягкой пшеницы изменялась в пределах от 76,0 % (Адмирал) до 91,4 % (Дон 107) (рисунок 1).

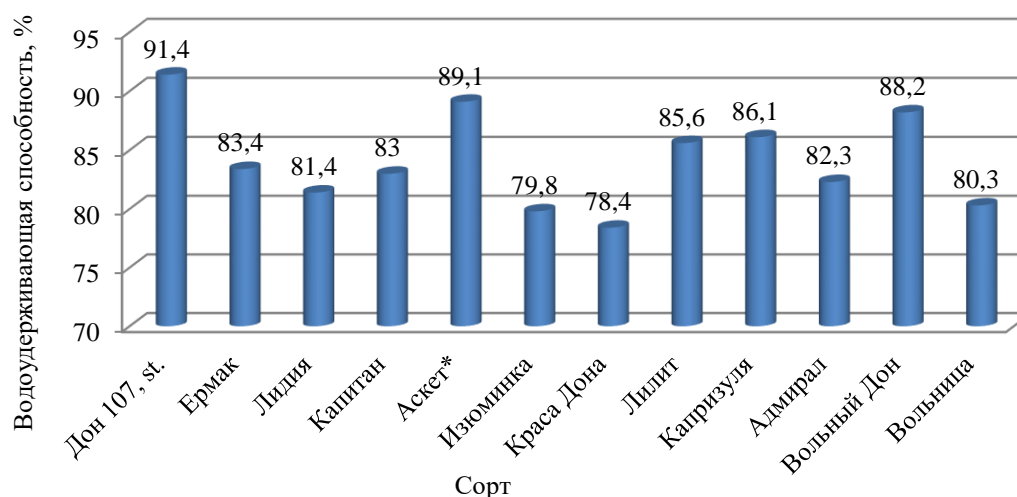


Рисунок 1 – Водоудерживающая способность тканей листьев озимой мягкой пшеницы в естественных условиях в фазе колошения (среднее за 2013–2015 гг.)

Примечания: * сорт-классификатор; $HCp_{05} = 1,35$.

Самая высокая величина этого показателя в фазе колошения отмечена у сортов Капризуля (86,1 %), Вольный Дон (88,2 %), Аскет (89,1 %) и Дон 107 (91,4 %), наименьшая (78,4 %) – у сорта Краса Дона.

В полевых условиях растения часто подвергаются воздействию неблагоприятных факторов среды, действие которых, особенно в фазе цветения растений, является основной причиной снижения продуктивности. В среднем за годы исследования в полевых условиях в фазе цветения водоудерживающая способность тканей листьев озимой мягкой пшеницы изменялась в среднем от 82,8 % (Вольница) до 98,5 % (Аскет) (рисунок 2).

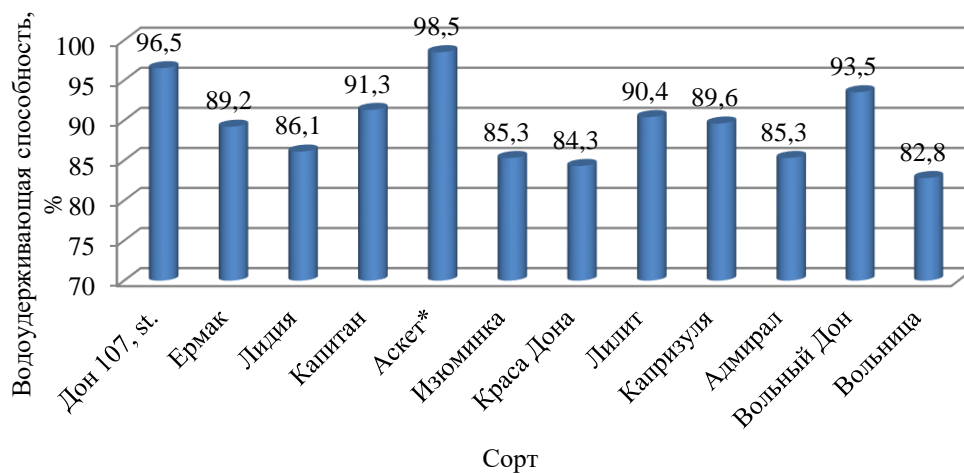


Рисунок 2 – Водоудерживающая способность тканей листьев озимой мягкой пшеницы в естественных условиях в фазе цветения (среднее за 2013–2015 гг.)

Примечания: * сорт-классификатор; $HCP_{05} = 3,34$.

Максимальная водоудерживающая способность тканей листьев в фазе цветения отмечена у сортов Капитан (91,3 %), Вольный Дон (93,5 %), Дон 107 (96,5 %) и Аскет (98,5 %). Минимальной водоудерживающей способностью характеризовался сорт Вольница (82,8 %).

Высокий уровень водоудерживающей способности имеет существенное значение при оценке степени засухоустойчивости растений. Надежность этого критерия возрастает при определении его в динамике, а именно в ходе усиления засухи. Устойчивые сорта отличаются тем, что механизмы водоудержания у них работают более длительное время.

При переходе от фазы колошения к фазе цветения, в среднем за годы исследований прирост водоудерживающей способности тканей листьев варьировал от 2,5 % (Вольница) до 9,4 % (Аскет). Наибольший рост величины этого показателя отмечен у сортов Капитан (на 8,3 %) и Аскет (на 9,4 %) (рисунок 3).

У остальных изучаемых образцов отмечали более слабое проявление водоудерживающей способности.

Для растений, устойчивых к засухе, характерна высокая водоудерживающая способность тканей листьев. Этот показатель используют как один из наиболее эффективных в методах определения засухоустойчивости. Достоинство данного метода – адекватность результатов определения засухоустойчивости образцов пшеницы и достоверность совпадения с полевой оценкой [9].

В условиях модельной засухи (опыт) в фазе колошения водоудерживающая способность тканей листьев варьировала от 79,3 % (Краса Дона) до 92,1 % (Дон 107). Максимальными значениями водоудерживающей способности в опыте в этой

фазе обладали сорта Ермак (86,2 %), Аскет (90,1 %) и Дон 107 (92,1 %), минимальными – образцы Краса Дона (79,3 %) и Изюминка (80,3 %).

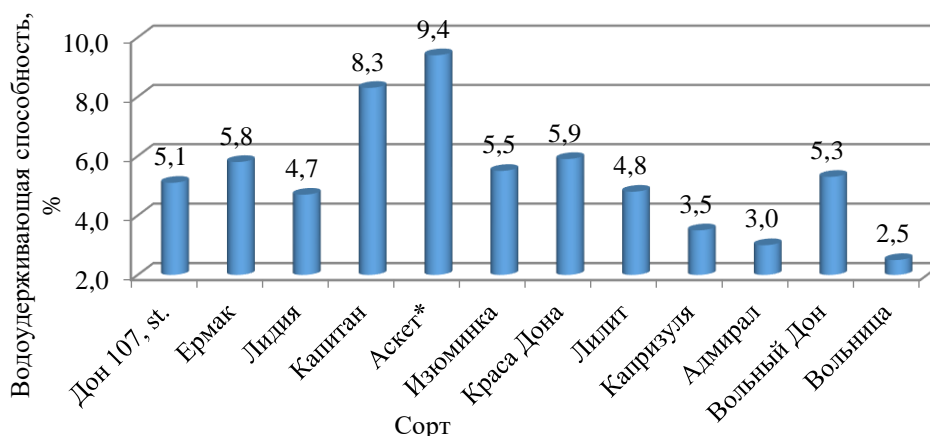


Рисунок 3 – Прирост величины водоудерживающей способности тканей листьев озимой мягкой пшеницы от фазы колошения к фазе цветения в естественных условиях (среднее за 2013–2015 гг.)

Примечание. * сорт-классификатор.

В условиях оптимального увлажнения (контроль) водоудерживающая способность изменялась в пределах от 72,3 % (Адмирал) до 80,8 % (Аскет). Максимальной она была у сортов Лидия (80,7 %) и Аскет (80,8 %), а минимальной – у Адмирала (72,3 %) (рисунок 4).

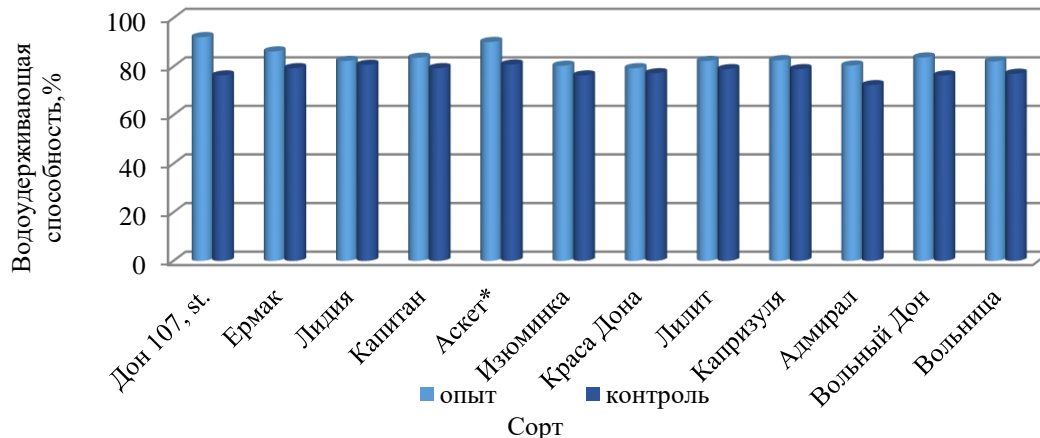


Рисунок 4 – Водоудерживающая способность тканей листьев озимой мягкой пшеницы при различной влагообеспеченности, фаза колошения (среднее за 2013–2015 гг.)

Примечания: * сорт-классификатор; HCP_{05} опыт–контроль = 6,54;

При сравнении величины водоудерживающей способности листьев в условиях жесткой засухи (опыт) с листьями при оптимальном увлажнении (контроль) установлено, что сорта Вольный Дон, Адмирал, Аскет и Дон 107 в фазе колошения имели наибольшее превышение значений данного признака (на 7,4; 8,1; 9,3; 15,8 % соответственно).

В фазе цветения показатель водоудерживающей способности тканей листьев озимой мягкой пшеницы изменялся в опыте от 83,6 % (Краса Дона) до 99,3 % (Дон 107) (рисунок 5).

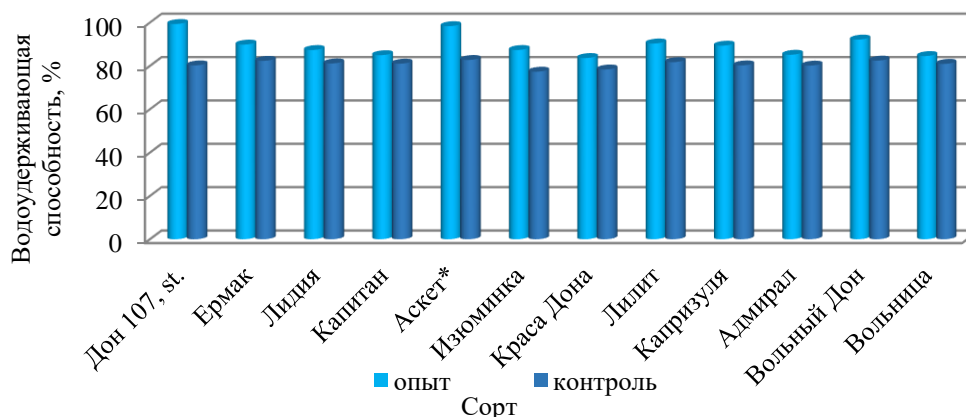


Рисунок 5 – Водоудерживающая способность тканей листьев озимой мягкой пшеницы при различной влагообеспеченности, фаза цветения (среднее за 2013–2015 гг.)

Примечания: * сорт-классификатор; HCP_{05} опыт–контроль = 4,07.

Максимальные значения изучаемого показателя в этой фазе в условиях засухи наблюдали у сортов Вольный Дон (92,1 %), Аскет (98,3 %) и Дон 107 (99,3 %), а наименьшие – у сорта Краса Дона (83,6 %).

При увлажнении 70 % ПВ величина водоудерживающей способности изменялась от 77,3 % (Изюминка) до 82,7 % (Аскет). Максимальные значения этого показателя установлены у сортов Аскет (82,7 %) и Аксинья (83,2 %), а наименьшая водоудерживающая способность листьев была у образца Изюминка (77,3 %).

Максимальное превышение значений водоудерживающей способности листьев в условиях засухи по сравнению с оптимальными условиями в фазе цветения отмечено у сортов Аскет (на 15,6 %) и Дон 107 (на 19,1 %).

При нарастающей засухе (от фазы колошения к фазе цветения) наибольший прирост водоудерживающей способности в условиях модельной засухи (опыт) отмечен у сортов Лилит (на 8,0 %), Аскет (на 8,2 %) и Вольный Дон (на 8,4 %) (рисунок 6).

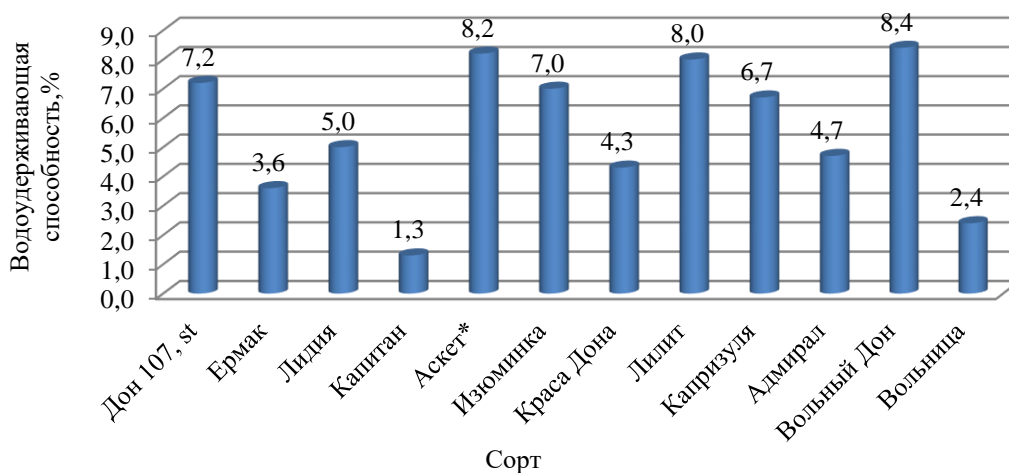


Рисунок 6 – Прирост водоудерживающей способности тканей листьев озимой мягкой пшеницы от фазы колошения к фазе цветения в условиях модельной засухи «засушник» (среднее 2013–2015 гг.)

Примечание. * сорт-классификатор.

Устойчивые к недостатку влаги в почве сорта озимой мягкой пшеницы степного экотипа, такие как Вольный Дон, Аскет и Дон 107 характеризуются стабильностью водоудерживающей способности тканей листьев в различные фазы органогенеза.

Выводы

В результате проведенных полевых исследований выделились сорта озимой мягкой пшеницы с максимальным приростом водоудерживающей способности – Капитан (на 8,3 %) и Аскет (на 9,4 %) (от фазы колошения к фазе цветения), что объясняется большей устойчивостью этих генотипов водному стрессу.

В условиях вегетационного опыта «засушник» при нарастающей засухе наибольший прирост водоудерживающей способности отмечен у сортов Лилит, Аскет и Вольный Дон (на 8,0; 8,2 % и на 8,4 % соответственно).

Выделившиеся генотипы озимой мягкой пшеницы с высокой водоудерживающей способностью тканей листьев рекомендуем вовлекать в селекционный процесс в качестве источников засухоустойчивости, для создания новых адаптивных сортов.

Литература

1. Кравченко Н. С., Лиховидова В. А., Скрипка О.В. Качество зерна и засухоустойчивость сортов озимой мягкой пшеницы // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 1. С. 52–56.
2. Агеева Е. В., Леонова И. Н., Лихенко И. Е. Полегание пшеницы: генетические и экологические факторы и способы преодоления // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020. Т. 24. № 4. С. 356–362. DOI: 10.18699/VJ20.628.
3. Attila Tátrai D., Sanoubar R., Pluhár S., Mancarella S., Orsini F., Gianquinto G. Morphological and physiological plant responses to drought stress in *Thymus citriodorus* // *International Journal of Agronomy*. 2016. Vol. 16. P. 1–8. DOI: 10.1155/2016/4165750.
4. Некрасов Е. И., Ионова Е. В. Результаты изучения изменения массы 1000 зерен сортов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона «засушник» // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 3(57). С. 57–59. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-57-59.
5. Кожушко Н. Н. Водоудерживающая способность как показатель засухоустойчивости растений // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1976. Т. 57. Вып. 2. С. 59–66.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
7. Маймистов В. В., Осипов Ю. Ф. Ускоренная оценка засухоустойчивости селекционного материала // *Селекция и семеноводство*. 1984. № 3. С. 23–25.
8. Агафонов Е. В., Полуэктов Е. В. Почвы и удобрения Ростовской области. Учебное пособие. Персиановка, 1999. 90 с.
9. Санина Н. В. Использование водоудерживающей способности листьев в оценке сортов яровой пшеницы по засухоустойчивости в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 1996. 20 с.

References

1. Kravchenko N. S., Likhovidova V. A., Skripka O.V. Grain quality and drought tolerance of the winter soft wheat varieties // *Grain Economy of Russia*. 2018. No. 1. P. 52–56.
2. Ageeva E. V., Leonova I. N., Likhenko I. E. Lodging in wheat: genetic and environmental factors and ways of overcoming // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020. Vol. 24. No. 4. P. 356–362. DOI: 10.18699/VJ20.628.
3. Attila Tátrai D., Sanoubar R., Pluhár S., Mancarella S., Orsini F., Gianquinto G. Morphological and physiological plant responses to drought stress in *Thymus citriodorus* // *International Journal of Agronomy*. 2016. Vol. 16. P. 1–8. DOI: 10.1155/2016/4165750.
4. Nekrasov Ye. I., Ionova Ye. V. The study results of 1000-kernel weight of winter soft wheat varieties under provoking conditions "zasushnik" // *Grain Economy of Russia*. 2018. No. 3. P. 57–59. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-57-59.
5. Kozhushko N. N. Water retention capacity as an indicator of drought tolerance of plants // *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 1976. Vol. 57. Iss. 2. P. 59–66.
6. Dospekhov B. A. Methods of field research. (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alyans, 2014. 351 p.

7. Maymistov V. V., Osipov Yu. F. Accelerated assessment of drought tolerance of breeding material // *Selektsiya i Semenovodstvo*. 1984. No. 3. P. 23-25.
8. Agafonov E. V., Poluektov E. V. Soils and fertilizers of the Rostov region. Tutorial. Persianovka, 1999. 90 p.
9. Sanina N. V. Using the water-holding capacity of leaves in assessing spring wheat varieties by drought tolerance in the forest-steppe of the Middle Volga region. Abstract diss. ... Cand. Sc. (Agr.). Kinel: Samara State Agrarian Academy, 1996. 20 p.

UDC 633.11:58.032.3

Nekrasov E.I., Ionova E. V.

WATER-HOLDING CAPACITY OF WINTER SOFT WHEAT VARIETIES UNDER VARIOUS GROWING CONDITIONS

Summary. One of the main reasons for winter soft wheat productivity decrease in the southern zone of the Rostov region is the increased air temperature and lack of soil moisture resulting in a violation of the normal physiological and biochemical processes in plants. Thus, the creation of drought-tolerant varieties that do not reduce productivity under water and temperature stresses is very relevant. The purpose of the current study was to estimate the water-holding capacity of winter soft wheat leaves under various growing conditions and to identify the most drought-resistant genotypes. The studies were carried out in 2013–2015 in the Laboratory of Plant Physiology of the State Scientific Establishment “Agricultural research center “Donskoy” (Rostov region). We studied 12 winter soft wheat varieties. Variety ‘Don 107’ served as a standard; ‘Asket’ – as a variety-classifier. The estimation of the water-holding capacity of winter soft wheat leaves was carried out according to the methodology developed by N.N. Kozhushko. The leaves were taken under natural (field) and “zasushnik” conditions in heading and flowering phases. In control, plants were grown under irrigation (70 % of maximum water holding capacity); in the experiment – without moisture supply (30 % of maximum water holding capacity). Until the fourth phase, both in control and experiment, winter wheat plants were under the same conditions. After the fourth phase of plant growth and development, the access of moisture to the plants in the experiment was terminated; in control – optimal moisture level was maintained. In the course of field studies, we have identified that winter soft wheat varieties ‘Kapitan’ and ‘Asket’ were characterized as those having the maximum water-holding capacity increase from heading to flowering phase (by 8.3 % and 9.4 %, respectively). This could be explained by better tolerance of these genotypes to water stress. Under the trial “zasushnik”, while drought increased, the greatest rise in water-holding capacity was demonstrated by varieties ‘Lilit’, ‘Asket’ and ‘Volny Don’ (by 8.0 %, 8.2 % and 8.4 %, respectively). The identified genotypes of winter soft wheat with a high water-holding capacity of leaf tissues are recommended to be used in the breeding process for the creation of new adaptive varieties as sources of tolerance to drought.

Keywords: winter soft wheat (*Triticum aestivum* L.), variety, drought tolerance, water-holding capacity of leaf tissues.

Некрасов Евгений Игоревич, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полунтенсивного типа, ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, 3; e-mail: 89585748977@yandex.ru.

Ионова Елена Витальевна, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра фундаментальных исследований ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, 3; e-mail: Vniizk30@mail.ru.

Nekrasov Evgeniy Igorevich, junior researcher of the Laboratory of breeding and seed production of winter soft wheat of half-intensive type, State Scientific Establishment “Agricultural research center “Donskoy” (SSE “ARC “Donskoy”); 3, Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov region, 347740, Russia; e-mail: 89585748977@yandex.ru.

Ionova Elena Vitalevna, Dr. Sc. (Agr.), head of the Center for Basic Research, State Scientific Establishment “Agricultural research center “Donskoy” (SSE “ARC “Donskoy”); 3, Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov region, 347740, Russia; e-mail: Vniizk30@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 20.01.2020.

Дата принятия к печати – 01.03.2020.