

УДК 633.11:631.52:632.111.6

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-29-31

ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В НАЧАЛЬНУЮ ФАЗУ ОРГАНОГЕНЕЗА И ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЛИСТЬЕВ И СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВОДНОГО СТРЕССА

В. А. Лиховидова, агроном лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;
Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по науке, ionova-ev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;
В. Л. Газе, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;
Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

Проведена лабораторная оценка степени засухоустойчивости образцов озимой мягкой пшеницы на осмотическом растворе (сахароза 16 атм.). Максимальные значения этого показателя были в пределах от 70,0% (Лидия) до 79,3% (Аскет). По результатам вегетационных опытов установлено, что в условиях недостаточной влагообеспеченности («засушник», 30% ПВ) в фазу цветения общая площадь листьев растений озимой мягкой пшеницы варьировала от 45,2 см² (Вольный Дон) до 63,4 см² (Казачка), а в фазу молочной спелости зерна общая площадь листьев была в пределах от 3,5 см² (260/09) до 17,7 см² (Полина). В фазу цветения наилучшее соотношение площади верхних листьев к нижним в пользу верхних в условиях почвенной засухи отмечено у сортов Краса Дона, Капитан, Лидия, Аскет. В фазу молочной спелости наличие нижних зеленых листьев зафиксировано у сортов Капитан, Краса Дона, Изюминка. Количество накопленных пигментов (хлорофилла) в листьях остается наиболее высоким в период цветения и молочной спелости зерна в сортах Капитан (3,1 и 2,6 мг/100 г сухого вещества), Казачка (2,9 и 2,4 мг/100 г сухого вещества), Краса Дона (2,8 и 2,4 мг/100 г сухого вещества), Аскет (2,7 и 2,3 мг/100 г сухого вещества), Лидия (2,6 и 2,4 мг/100 г сухого вещества), Изюминка (2,5 и 2,1 мг/100 г сухого вещества).

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, площадь листьев, сохранность хлорофилла, засухоустойчивость.



DROUGHT RESISTANCE OF WINTER SOFT WHEAT SAMPLES IN THE PRIMARY PHASE OF ORGANOGENESIS AND CHANGE OF LEAF AREA AND CHLOROPHYLL CONTENT IN LEAVES UNDER THE CONDITIONS OF WATER STRESS

V. A. Likhovidova, agronomist of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;
E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, deputy director on Science, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;
V. L. Gaze, junior researcher of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;
D. M. Machenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department of winter wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903
FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

There has been conducted laboratory assessment of drought resistance of winter soft wheat samples on an osmotic solution (sucrose 16 atm.). The maximum values of this indicator ranged from 70.0% ("Lidiya") to 79.3% ("Asket"). According to the results of vegetation trials, it was established that in conditions of insufficient moisture supply (aridity of 30% PV) during the flowering phase, the total leaf area of winter wheat varieties and lines varied from 45.2 cm² ("Volny Don") to 63.4 cm² ("Kazachka"), and in the phase of milky ripeness of grain, the total leaf area ranged from 3.5 cm² ("260/09") to 17.7 cm² ("Polina"). The varieties "Krasa Dona", "Kapitan", "Lidiya", "Asket" showed the best ratio of the upper leaves area to the lower ones under arid conditions (in favor of the upper ones in the flowering phase). In the phase of milky ripeness, the presence of lower green leaves was identified in the varieties "Kapitan", "Krasa Dona", "Izyumnka". The amount of accumulated pigments (chlorophyll) in the leaves remains the highest during the flowering period and the milky ripeness of the grain in the varieties "Kapitan" (3.1 and 2.6 mg/100g of dry matter), "Kazachka" (2.9 and 2.4 mg/100g of dry matter), "Krasa Dona" (2.8 and 2.4 mg/100g of dry matter), "Asket" (2.7 and 2.3 mg/100g of dry matter), "Lidiya" (2.6 and 2.4 mg/100g of dry matter), "Izyumnka" (2.5 and 2.1 mg/100g of dry matter).

Keywords: winter soft wheat, variety, leaf area, chlorophyll, drought resistance (tolerance).

Введение. Важнейшей задачей для сельского хозяйства является получение высоких и устойчивых урожаев озимой пшеницы в любой климатической зоне страны. Величина урожая определяется двумя основными факторами – размерами площади листьев и продуктивностью их работы (Терлецкая и др., 2017). При недостаточной влагообеспеченности подавляется рост растений, сокращается площадь листьев. Уменьшение листовой поверхности, даже интенсивно работающей, ведет к снижению величины продуктивности фотосинтеза и урожайности пшеницы (Ерошенко, 2010). Высокая засухоустойчивость

сортов должна обеспечить длительное физиологическое функционирование верхних 2–3 листьев, играющих большую роль в формировании и наливе зерна. Во второй период онтогенеза пшеницы осуществляется реализации потенциала продуктивности через урожай. Задача селекционера создать засухоустойчивые генотипы с наиболее интенсивно протекающими именно в этот период процессами синтеза органических веществ и отложения их в запас, а земледельца – обеспечить условие этих процессов (Ерошенко, 2006; Прядкина и др., 2014). Целью исследования являлось установление степени засухоустойчивости

в разные фазы органогенеза под влиянием водного стресса.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2015–2017 гг. в лаборатории физиологии растений ФГБНУ «АНЦ «Донской». В качестве объекта исследования использовали 10 образцов озимой мягкой пшеницы. Для определения адаптивности растений к неблагоприятным условиям среды (водный стресс) использовали косвенный лабораторный метод и прямой вегетационный опыт. Изучение засухоустойчивости проводили на провокационном фоне «засушник» по методу В. В. Маймистова (1984). Содержания хлорофилла в листьях озимой пшеницы определяли по методу И. Г. Шматько (1976), учет площади листьев – по методу А. А. Ничипорович (1955). Засухоустойчивость в начальные стадии развития (на растворах осмотиков) – в изложении Н. Н. Кожушко (1982).

Результаты и их обсуждение. Проведена лабораторная оценка уровня засухоустойчивости 10 образцов озимой мягкой пшеницы. Максимальные значения этого показателя были в пределах от 70,0% (Лидия) до 79,3% (Аскет) (рис. 1).

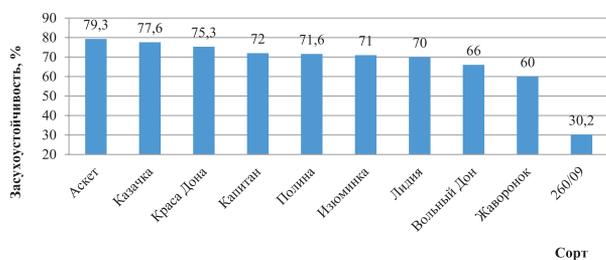


Рис. 1. Величина засухоустойчивости сортов и линий озимой мягкой пшеницы в начальные стадии развития (2015–2017 гг.)

Fig. 1. Value of drought resistance of winter soft wheat varieties and lines at the primary stages of vegetation (2015–2017)

Полученные результаты определения уровня засухоустойчивости лабораторным методом (раствор сахарозы 16 атм.) нашли свое подтверждение в данных вегетационного опыта «засушник». Оценка образцов по величине площади листьев при различных условиях выращивания позволила установить существенное изменение показателей под влиянием неблагоприятных факторов внешней среды (водный стресс). В условиях недостаточной влагообеспеченности («засушник», 30% ПВ) в фазу цветения общая площадь листьев колебалась от 45,2 см² (Вольный Дон) до 63,4 см² (Казачка). Начиная с фазы цветения, у растений при нарастающей засухе происходит постепенное отмирание листьев, в результате чего уменьшается ассимиляционная поверхность. В фазу молочной спелости зерна общая площадь листьев варьировала от 3,5 см² (260/09) до 17,7 см² (Полина) (рис. 2).

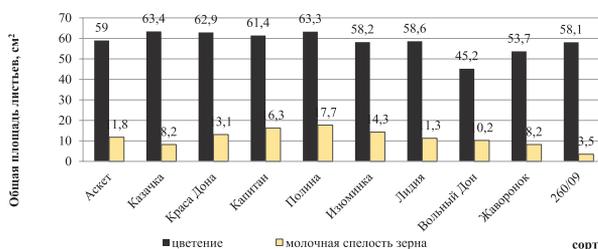


Рис. 2. Изменение величины площади листьев сортов и линий озимой пшеницы в условиях провокационного фона «засушник» (2015–2017 гг.)

Fig. 2. Change of leaf area of winter soft wheat varieties and lines under the conditions of provoking drought (2015–2017)

При изменении соотношения площади верхних листьев к нижним в пользу верхних и при замедлении отмирания нижних зеленых листьев, особенно во вторую половину вегетации, создаются благоприятные условия для лучшего налива зерна. Чем выше соотношение в пользу верхних листьев, тем наиболее устойчивы растения к стрессам. Наилучшим соотношением площади листьев в пользу верхних в фазу цветения в условиях недостаточной влагообеспеченности отмечены сорта Аскет, Капитан, Краса Дона, Лидия (рис. 3).

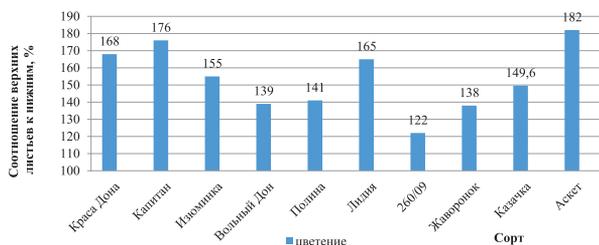


Рис. 3. Соотношение площади верхних (1 + 2 лист) к нижним листьям образцов озимой мягкой пшеницы в фазу цветения в условиях модельной засухи «засушник» (2015–2017 гг.)

Fig. 3. Ratio of the area of the top leaves (1 + 2 leaves) to the lower leaves of winter soft wheat samples in the flowering phase under the conditions of provoking drought (2015–2017)

К фазе молочной спелости зерна у большинства образцов в условиях нарастающей засухи отсутствовали нижние зеленые листья. Наличие нижних зеленых листьев зафиксировано у сортов Изюминка (3,1 см²), Капитан (2,7 см²), Краса Дона (2,1 см²).

Важную роль в процессах адаптации растений к неблагоприятным факторам среды (засуха, высокая температура воздуха) играет содержание хлорофилла в листьях сортов и линий озимой мягкой пшеницы. Отмечено, что каждый сорт озимой пшеницы характеризуется определенным уровнем накопления пигмента (хлорофилла). Количество накопленных пигментов в листьях остается наиболее высоким в период цветения и молочной спелости зерна в сортах Капитан (3,1 и 2,6 мг/100 г сухого вещества), Казачка (2,9 и 2,4 мг/100 г сухого вещества), Краса Дона (2,8 и 2,4 мг/100 г сухого вещества), Аскет (2,7 и 2,3 мг/100 г сухого вещества), Лидия (2,6 и 2,4 мг/100 г сухого вещества), Изюминка (2,5 и 2,1 мг/100 г сухого вещества). Минимальное снижение пигмента хлорофилла от фазы цветения к фазе молочной спелости зерна зафиксировано у сортов Лидия (8%), Краса Дона (14%), Аскет (15%), Капитан (16%), Изюминка (16%), Казачка (17%). Максимальное снижение этого показателя отмечено у сортов Полина (44%), Жаворонок (46%) и линии 260/09 (50%) (рис. 4).

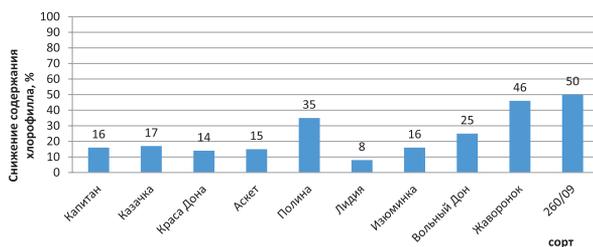


Рис. 4. Снижение содержания хлорофилла в листьях образцов озимой мягкой пшеницы от фазы цветения к фазе молочной спелости зерна в условиях модельной засухи («засушник») (2015–2017 гг.)

Fig. 4. Chlorophyll decrease in the leaves of winter wheat samples from the flowering phase to the milky ripening phase under the conditions of provoking drought (2015–2017)

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-