

## КОНЦЕНТРАЦИЯ ОСМОТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

© Д.С. Веселов, Р.К. Кадиков, Р.Р. Мигранов, Г.М. Баимова

Было изучено содержание осмотически активных веществ в листьях растений мягкой яровой пшеницы двух сортов: «Ватан» (степной экотип) и «Салават Юлаев» (лесостепной экотип) в полевых условиях в Уфимском районе в 2012 г. Полученные результаты сопоставили с данными по урожайности в том же засушливом 2012 г. и более влажном 2011 г. Накопление осмотиков было выше у засухоустойчивого сорта «Ватан». Сделан вывод о перспективности применения показателя осмотического потенциала растений для выявления потенциально засухоустойчивых сортов по физиологическим признакам в условиях южного Предуралья.

Ключевые слова: яровая пшеница, засуха, осмотическое приспособление, урожайность.

**Введение.** Накопление осмотически активных веществ является одним из важных адаптивных механизмов, от которого зависит поддержание роста и тургора клеток в условиях засухи. Этот постулат послужил стимулом для изучения наследования способности растений к накоплению осмотиков и использования этого количественного признака в селекции на засухоустойчивость. Многолетние исследования австралийских и израильских физиологов растений показали, что способность к накоплению осмотиков действительно наследуется у растений пшеницы, и путем селекционного отбора по данному признаку были получены линии, способные накапливать их в высокой концентрации [1–2]. Оказалось, что в условиях сильной засухи эти линии были более урожайными, по сравнению с сортами, имеющими низкий уровень накопления осмотически активных веществ [3]. Вместе с тем превосходство этих линий по урожайности проявлялось не во всех климатических зонах и исчезало на фоне умеренной засухи. Представляло интерес выяснить,

сказывается ли способность к накоплению осмотически активных веществ у растений мягкой пшеницы на их урожайности в условиях южного Предуралья.

**Материалы и методы.** Программа наших исследований предусматривала изучение накопления осмотически активных веществ в листьях растений мягкой яровой пшеницы двух сортов: «Ватан» (степной экотип) и «Салават Юлаев» (лесостепной экотип). Измерения осмоляльности проводили в засушливых условиях 2012 г. и сопоставляли с данными по урожайности растений этих же сортов в том же 2012 г. и более влажном 2011 г.

Экспериментальная часть исследований проводилась на опытном поле учебно-научного центра Башкирского государственного аграрного университета, расположенном в Уфимском районе южной лесостепи Республики Башкортостан. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, среднемощный, тяжело-суглинистый. Агрохимические

---

ВЕСЕЛОВ Дмитрий Станиславович – д.б.н., Институт биологии УНЦ РАН, e-mail: veselov@anrb.ru  
КАДИКОВ Ралиф Кашбулгаевич – к.с.-х.н., Башкирский государственный аграрный университет, e-mail: kadikov.ralif@yandex.ru  
МИГРАНОВ Радмир Радамирович, Башкирский государственный аграрный университет, e-mail: radmir.migranov@mail.ru  
БАИМОВА Гульфинур Мухтаровна, Башкирский государственный аграрный университет, e-mail: baimova.gulfinur@mail.ru

показатели пахотного слоя: содержание гумуса – 7,8–8,2%, подвижного фосфора – 52,0–56,0 мг/кг, обменного калия – 137,0–148,0 мг/кг почвы; рН солевой вытяжки 5,7–6,4.

Размещение делянок опытов систематическое, в два яруса при четырехкратной повторности. Площадь делянки – 50 кв. м. Агротехнология в опытах соответствовала рекомендациям для зоны возделывания культуры, за исключением вариантов исследований.

Сорт «Салават Юлаев» характеризуется среднеспелостью по периоду вегетации (75–89 суток). Высота растений средняя (80–106 см). Устойчивость к полеганию и осыпанию высокая. Засухоустойчивость – на уровне стандарта. Устойчив к бурой и стеблевой ржавчине, мучнистой росе, пыльной головне. Хлебопекарные качества хорошие.

Сорт «Ватан» является среднеспелым по вегетационному периоду (78–95 суток). Стебель высотой 83–109 см. Засухоустойчив. Устойчив к полеганию и осыпанию. Умеренно восприимчив к листовым болезням (мучнистая роса, бурая ржавчина). Качество зерна на уровне ценной пшеницы. Сорта «Салават Юлаев» (с 2008 г.) и «Ватан» (с 2010 г.) включены в Госреестр охраняемых селекционных достижений и в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Уральскому региону Российской Федерации, включая Республику Башкортостан [4].

Для изучения влияния препаратов предпосевной обработки семян на накопление осмотиков и урожайность сортов пшеницы проводили опрыскивание (в день посева) семян следующими препаратами: биофунгициды – Фитоспорин-М (1 л/т семян) и Бинорам (50 мл/т); биостимуляторы – Биосил (50 мл/т) и Гуми-20М (0,4 л/т); химический фунгицид – Дивидент (0,75 л/т). Контролем служили семена, обработанные водой (без препаратов).

Посев осуществлялся селекционно-семеноводческой сеялкой СНП-16. Норма высева семян – 6,0 млн шт./га. Категория семян – ЭС (элита). В период вегетации на посевах проводились фенологические наблюдения за развитием растений с одновременными биометрическими измерениями и учетами в соответ-

ствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5]. Для определения осмоляльности сока из листьев образцы растений пшеницы отбирали в фазу всходов. Срезанные в поле листья транспортировали в полиэтиленовых пакетах и хранили в замороженном виде при температуре –20°C. Осмотический потенциал определяли с помощью осмометра (Osmomat 030, Германия). Сок из тканей получали путем растирания и центрифугирования.

Уборка однофазная прямым комбайнированием (Сампо-130). Учет урожая по делянкам методом сплошного обмолота с перерасчетом на 14% влажности зерна.

**Результаты и их обсуждение.** Проведенными нами исследованиями установлено, что концентрация осмотически активных веществ в тканях листьев в фазе всходов была в 1,5 раза выше у растений контрольного варианта сорта «Ватан» по сравнению с сортом «Салават Юлаев» (табл. 1; различия достоверны при  $p < 0,05$ , t-тест).

Т а б л и ц а 1

*Осмоляльность сока листьев растений мягкой яровой пшеницы в фазе всходов (2012 г.)*

Варианты обработки семян	Сорта	
	«Салават Юлаев»	«Ватан»
Контроль (обр. водой)	0,39	0,57
Фитоспорин-М	0,48	0,56
Гуми-20М	0,46	0,46
Бинорам	0,44	0,47
Биосил	0,65	0,52
Дивидент	0,47	0,55
Среднее по сорту	0,48	0,52

Данное превышение с разным значением абсолютного показателя отмечалось при сравнении средних значений по сортам и в вариантах обработки семян по каждому сорту, за исключением вариантов с препаратами Гуми-20М и Биосил. Более высокие значения осмоляльности сока листьев растений сорта «Ватан» позволяют судить о повышенной способности растений данного сорта поглощать влагу из почвы и удерживать ее, несмотря на иссушающее действие атмосферной засухи. Соответственно это оказывает прямое влияние на продуктивность каждого растения и

урожайность зерна со всего посева, что и подтвердилось данными наших учетов урожая.

В целом по всем вариантам опыта и в среднем по сорту следует выделить преимущество в урожайности у сорта «Ватан» над сортом «Салават Юлаев». Данное превосходство проявлялось как в более влажном 2011 г., так и в относительно засушливом 2012 г. Дефицит влаги условий вегетации 2012 г. привел к резкому понижению (в 4 раза) средних значений урожайности зерна по обоим сортам в сравнении с 2011 г. Вместе с тем степень снижения урожайности была более выражена у сорта «Салават Юлаев» (в 4,5 раза), чем у сорта «Ватан» (в 3,6 раза). Следовательно, превосходство сорта «Ватан» по урожайности зерна проявлялось более заметно в засушливых условиях. Если в 2011 г. средняя урожайность сорта «Ватан» по вариантам опыта составила 29,2 ц/га, превысив на 10% аналогичное значение сорта «Салават Юлаев» (26,5 ц/га), то уже в 2012 г. данное превышение было свыше 37%.

Таким образом, сравнение данных по урожайности зерна в контрастных по влагообеспеченности условиях вегетации сезонах свидетельствует о более высокой засухоустойчивости растений сорта «Ватан», что обусловлено, в первую очередь, повышенным содержанием осмотически активных веществ в листьях растений данного сорта.

Предпосевная обработка семян, в свою очередь, оказывая дополнительное влияние на накопление осмотиков в тканях листьев, тем

самым обеспечивала увеличение прибавки урожайности зерна относительно контроля, что особенно заметно проявлялось на фоне пониженной влагообеспеченности. В 2011 г. урожайность вариантов обработанных препаратами в среднем по обоим сортам была примерно на 6% выше, чем в контроле, и в 2012 г. данное превышение составило около 9% (различия достоверны при  $p < 0,05$ , парный  $t$ -тест). Растения сорта «Салават Юлаев» оказались более отзывчивыми на препараты предпосевной обработки семян. У сорта «Салават Юлаев» под влиянием этих воздействий урожайность возростала несколько больше, чем у сорта «Ватан»: от 5 до 17% – в 2011 г. и от 4 до 15% в 2012 г. У сорта «Ватан» прибавки урожайности составили от 1 до 7% в 2011 г. и от 3 до 10% в 2012 г. (различия по отзывчивости сортов на предпосевную обработку были достоверны в 2011 г. при  $p < 0,05$ , парный  $t$ -тест). Таким образом, относительно большая стабильность урожайности зерна сорта «Ватан» проявлялась не только в меньших параметрах ее снижения при дефиците влаги, но и в сравнительно меньшем ее изменении после вариантов предпосевных обработок семян относительно сорта «Салават Юлаев».

Представляло интерес то, что предпосевные обработки диаметрально противоположным образом сказывались на концентрации осмотически активных веществ в листьях растений. У растений сорта «Салават Юлаев» она возростала при всех обработках (возрастание достоверно при  $p < 0,01$ ), а у растений сорта

Т а б л и ц а 2

*Урожайность зерна сортов яровой пшеницы в зависимости от препаратов предпосевной обработки семян, ц/га (2011–2012 гг.)*

Варианты обработки семян	2011 г.		2012 г.	
	«Салават Юлаев»	«Ватан»	«Салават Юлаев»	«Ватан»
Контроль (обр. водой)	24,7	28,3	5,4	7,6
Фитоспорин-М	26,1	29,6	6,2	7,8
Гуми-20М	25,9	29,0	5,6	8,4
Биорам	29,0	30,2	6,0	8,0
Биосил	26,8	29,4	5,8	8,4
Дивидент	26,3	28,5	6,2	8,2
Среднее по сорту	26,5	29,2	5,9	8,1
НСР 05 (фактор А)	1,28		0,50	
НСР 05 (фактор В)	0,90		0,29	

*Примечания:* фактор А – сорта яровой мягкой пшеницы «Салават Юлаев» и «Ватан»; фактор В – препараты предпосевной обработки семян.

«Ватан» – снижалась (достоверно при  $p < 0,05$ ). Снижение концентрации осмотиков могло быть следствием более высокой скорости роста растений, семена которых были подвергнуты предпосевной обработке. Так, повышение осмотического потенциала объясняли разбавлением осмотиков в результате более активного роста [6]. Но в этом случае осмотическая регуляция не может быть определяющим фактором в поддержании продуктивности растений. Можно предполагать, что механизм осмотической регуляции реализован в полной мере у растений контрольного варианта сорта «Ватан». При этом повышение роста и продуктивности растений под влиянием предпосевных обработок, очевидно, реализуется за счет иных механизмов у растений этого сорта. У растений сорта «Салават Юлаев» концентрация осмотически активных веществ в листьях ниже, чем у растений сорта «Ватан», но повышается под влиянием предпосевных обработок, что коррелирует с повышением продуктивности растений. Эти результаты указывают на то, что у сорта «Салават Юлаев» потенциал механизма осмотической регуляции реализован не полностью и может быть повышен в результате предпосевной обработки.

**Выводы.** Таким образом, оценка осмотического потенциала листьев растений контрольных вариантов двух сортов мягкой яровой пшеницы показала, что накопление осмотиков было выше у засухоустойчивого сорта «Ватан», рекомендованного по результатам госсортоиспытания для возделывания именно в степных зонах региона. Установленная закономерность повышенной концентрации осмотически активных веществ в листьях растений сорта с устойчивостью к условиям дефицита влаги соответствует также данным научной литературы [1–2] и указывает на перспективность применения показа-

теля осмотического потенциала растений для выявления потенциально засухоустойчивых сортов по физиологическим признакам в условиях южного Предуралья. Вместе с тем измерение осмоляльности клеточного сока растений пшеницы дает неоднозначные результаты при изучении влияния препаратов предпосевной обработки семян, и ее следует проводить с учетом сортовой специфичности растений.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №11-04-97023 и Президента РФ для поддержки российских молодых ученых – докторов наук (МД-3291.2012.4).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Morgan J.M. Growth and yield of wheat lines with differing osmoregulative capacity at high soil water deficit in seasons of varying evaporative demand // *Field Crops Research*. 1995. V. 40. P. 143–152.
2. Zhang J., Nguyen H.T., Blum A. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants // *Journal of Experimental Botany*. 1999. V. 50. P. 291–302.
3. Serraj R. and Sinclair T.R. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions? // *Plant, Cell and Environment*. 2002. V. 25. P. 333–341.
4. Кадиков Р.К., Зыкин В.А. Новые сорта яровой пшеницы с агроэкологической адаптивностью к зональным условиям Башкортостана // *Достижения науки и техники АПК*. 2010. № 2. С. 18–20.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, зернобобовые и кормовые культуры. М.: Колос. 1971. 247 с.
6. Ruggiero B., Koiwa H., Manabe Y., Quist T.M., Inan G., Saccardo F., Joly R.J., Hasegawa P.M., Bressan R.A., Maggio A. Uncoupling the effects of ABA on plant growth and water relations: analysis of *sto1/nced3*, ABA deficient salt stress tolerant mutant in *Arabidopsis thaliana* // *Plant Physiology*. 2004. V. 136. P. 3134–3147.

### CONCENTRATION OF OSMOTIC COMPOUNDS IN WHEAT LEAVES UNDER DROUGHT CONDITIONS OF THE SOUTHERN PRE-URALS

© D.S. Veselov, R.K. Kadikov, R.R. Migranov, G.M. Baimova

Our investigations of the content of osmotically active compounds in the leaves of two summer wheat varieties, Vatan (steppe ecotype) and Salavat Yulaev (forest-steppe ecotype), were performed in 2012 under field conditions. The results were correlated with the yield data in the same dry year 2012 and wetter year 2011. The osmotic accumulation was higher in the drought-tolerant variety Vatan. It is concluded that the osmotic test can be very useful in searching for drought-tolerant wheat varieties under the conditions of the Southern Pre-Urals.

Key words: wheat, drought, osmotic adjustment, yield.