

ДИАГНОСТИКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ РАЗНОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО ОСМОРЕГУЛЯТОРНЫМ СВОЙСТВАМ СЕМЯН

© В. А. Варавкин, Н. Ю. Таран

Семена озимой пшеницы сортов Краснодарская 99, Эпоха одесская в условиях высокого осмотического давления сохраняют существенную способность к прорастанию. Интенсивность корнеобразования, роста зародышевых корней и стеблей в длину у проростков снижается у всех сортов с повышением концентрации сахарозы. Сорт Наталка в меньшей степени подвержен отрицательному воздействию осмоса, что проявляется в сохранении высокой всхожести семян, снижении угнетения, роста корней и стеблей проростков.

Ключевые слова: Triticum aestivum L., сорт, засухоустойчивость, осмотическое давление, интенсивность корнеобразования, линейный рост

Seeds of Krasnodarsakaia 99, Epokha Odessa winter wheat varieties under high osmotic pressure retain significant ability to germinate. The rooting intensity, growth of embryonic roots and stems in length in seedlings decreased in all varieties with sucrose concentration increasing. Natalka variety is less exposed to the adverse effects of osmosis, which is shown in maintaining of high seed germination, oppression reducing, and growth of roots and stems of seedlings.

Keywords: Triticum aestivum L., variety, drought resistance, osmotic pressure, rooting intensity, linear growth

1. Введение

В результате недостатка влаги в почве возникает индукция механизмов устойчивости, что даёт возможность пережить растениям действие стрессора. В зависимости от интенсивности влияния стресс-фактора возникает угнетение ростовых процессов в растительном организме, изменяется интенсивность процессов дыхания и фотосинтеза, нарушается ферментативная активность [1, 2].

Достаточно большое значение, для стабильного получения зерновой продукции и для селекции в целом, имеет подбор генотипов озимой пшеницы, способных переносить дефицит воды в почве и усваивать её в условиях повышенного осмотического давления водного раствора. Известно, что действие экстремальных факторов на растения озимой пшеницы, в том числе гипотермии, существенно снижает в ювенильный период интенсивность ростовых процессов надземной и подземной частей проростков [3–6].

2. Постановка проблемы

Выявление устойчивых экотипов озимой пшеницы к высокому осмотическому давлению водного раствора широкого диапазона через ростовую реакцию корней и стеблей проростков.

3. Литературный обзор

Возникновение водного дефицита у растений происходит в случае превосходства скорости транспирации над скоростью поглощения воды корневой системой. Ситуация недостатка воды может возникать при засухе [7], в условиях почвенного

засоления [8], в условиях низких температур [9, 10]. В условиях почвенного засоления и действия низких температур дегидратация развивается в растениях, когда количество воды в почве достаточно, однако эта вода недоступна для растения. Из-за высокого осмотического давления (низкого водного потенциала) почвенного раствора вода не поглощается корневой системой. При водном дефиците увеличивается концентрация ионов в цитоплазме, возникают нарушения в структуре и функциях биополимеров, нарушается целостность и структура липидного бислоя мембран [11]. Модификации в мембранах в условиях высокого осмоса приводят к подавлению электрогенеза, изменению внутриклеточной компартментации веществ.

Недостаток воды в клетках проявляется в потере тургора, а на уровне целого растения в обращении градиента водного потенциала в системе почва — корень — побег и ингибировании роста. Выживание растений в условиях водного дефицита зависит от защитных механизмов растения закреплённых генетически. В условиях недостатка воды в клетках изменяется экспрессия *lea* – генов, которая зависит от интенсивности и длительности действия стресса [12–14].

4. Интенсивность ростовых процессов проростков озимой пшеницы в условиях осмотического стресса

Изучали сорта озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) полученные в различных научных учреждениях, разных экологических зон:

краснодарской – Краснодарская 99, одесской – Эпоха одесская и селекции Мироновского института пшеницы им. В. М. Ремесла – Наталка. Для оценки устойчивости к высокому осмотическому давлению использовали методику, которая определяет способность семян прорасти на растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением [15]. Определение устойчивости к недостатку воды проводили по проращению семян озимой пшеницы различных генотипов в растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением. Метод основан на способности семян различных сортов неодинаково прорасти в растворах сахарозы. В качестве контроля семена сортов пшеницы проращивали на дистиллированной воде. Семена, имеющие большую сосущую силу, чем сосущая сила внешнего раствора характеризовали как устойчивые к экстремальному фактору. Высокий процент проросших семян характеризовал способность сорта прорасти в почве при очень малых запасах влаги.

Применяли растворы сахарозы с осмотическим давлением от 12 до 22 атм. с градицией в 2 атм. В чашки Петри помещали кружки фильтровальной бумаги. Отбирали порции неповрежденных семян каждого сорта растений озимой пшеницы и равномерно раскладывали их в чашки по 10 штук в каждую. Чашки закрывали крышками и помещали в темное место. Через неделю подсчитывали количество проросших семян, количество зародышевых корней, длину наибольшего зародышевого корня проростка и длину стебля в каждом варианте [16]. Опыт проводили в четырех повторностях. Статистическую обработку данных проводили согласно общепринятым методам [17].

5. Апробация результатов исследования

Достоверную разницу по количеству проросших семян озимой пшеницы сорта Краснодарская 99 в растворах сахарозы разной концентрации наблюдали при использовании наиболее высокого осмотического давления (22 атмосферы), которое применялось в проводимых нами опытах (табл. 1). Тенденция снижения всхожести семян в целом незначительно прослеживалась от уровня 16 атмосфер раствора сахарозы и выше. Это характеризует сорт как имеющий большую поглотительную способность,

чем способность внешнего раствора препятствовать проникновению воды, что даёт возможность прорасти в условиях слабой доступности влаги для клеток растений пшеницы.

Количество зародышевых корешков озимой пшеницы сорта Краснодарская 99 достоверно уменьшалось с повышением осмотического давления раствора сахарозы относительно контроля. Действие осмотического давления в диапазоне с 12 до 16 атм., на образование зародышевых корешков проростков пшеницы, существенно снижало их формирование. Уменьшение количества корешков зависело от роста концентрации раствора сахарозы. Установлено усиление ростовых процессов в нарастании зародышевых корней при повышении осмотического давления раствора до 18 атм. При повышении осмоса до 22 атм. наблюдали снижение корне-образовательной способности. Колебательную тенденцию нарастания количества зародышевых корней у данного сорта, в условиях высокого осмотического давления, мы связываем с физиолого-биохимическими особенностями, происходящими в цитоплазме клеток в ювенильный период роста озимой пшеницы. Повышение концентрации раствора до уровня 18 атм. усиливало, на наш взгляд, адаптационные возможности проростков растений пшеницы через увеличение количества зародышевых корней.

Интенсивность роста надземной и подземной частей проростков пшеницы в условиях повышенного осмотического давления водного раствора характеризует возможности генотипа выживать в экстремальных условиях. После действия на проростки озимой пшеницы сорта Краснодарская 99 концентрированных растворов сахарозы наблюдали значительное уменьшение наибольшей длины зародышевого корня. С увеличением осмотического давления раствора интенсивность линейного роста корней существенно снижалась. Подобную тенденцию наблюдали в условиях высокого осмоса с ростом стеблей проростков в длину. При этом отмечено положительное действие раствора сахарозы 18 атм. Установлено увеличение длины корней относительно вариантов имеющих более низкую концентрацию подобно их действию на корнеобразовательную способность проростков пшеницы в условиях осмостресса.

Таблица 1

Устойчивость проростков озимой пшеницы сорта Краснодарская 99 к условиям высокого осмоса

Осмотическое давление раствора, атм.	Количество проросших семян, %	Количество зародышевых корешков, шт.	Длина наибольшего зародышевого корня проростка, см.	Длина стебля проростка, см.
Контроль (дистиллированная вода)	87,5	4,93	16,04	11,14
12	95,0	3,07	2,77	1,63
14	87,5	3,05	1,77	0,82
16	77,5	2,65	0,84	0,27
18	80,0	2,91	0,42	0,36
20	75,0	2,72	0,29	0,28
22	70,0	2,20	0,21	0,17
НСР ₀₅	17,00	0,470	0,635	0,765

Сорт озимой пшеницы Эпоха одесская в ювенильный период проявлял повышенные адаптационные возможности в условиях высокого осмоса (табл. 2). Существенное снижение количества проросших семян наблюдали только в условиях максимально взятой нами концентрации раствора 22 атм., где происходило уменьшение количества проростков на 15 %.

Отмечено, что в результате действия высокого осмотического давления на прорастающие семена происходило снижение количества образовавшихся зародышевых корней проростков при повышении концентрации водного раствора сахарозы. Установлено положительное влияние осмотического давления в 16 атм. на корнеобразование относительно действия концентраций в 12 и 14 атм. через усиление реализации адаптационных возможностей сорта.

Длина зародышевого корня проростков озимой пшеницы сорта Эпоха одесская уменьшалась

в условиях опыта с повышением концентрации водного раствора сахарозы, за исключением действия осмотического давления в 16 атм. Аналогичную ростовую реакцию на повышенный осмос наблюдали у стеблей проростков пшеницы с проявлением положительного пика при таком же давлении в растворе сахарозы.

Установлено стабильность при прорастании семян, в условиях повышенного осмотического давления, сорта Наталка селекции Мироновского института им. В. М. Ремесла. Количество проросших семян в экстремальных условиях с высоким осмотическим давлением в диапазоне 12–22 атм. практически не отличалось от контрольного значения, что характеризует сорт способным переносить неблагоприятные условия, связанные с недостатком поступления воды в клетки растений, за счёт высокой поглотительной способности семян закрепленной генетически (табл. 3).

Таблица 2

Интенсивность роста проростков озимой пшеницы сорта Эпоха одесская в условиях высокого осмотического давления

Осмотическое давление раствора, атм.	Количество проросших семян, %	Количество зародышевых корешков, шт.	Наибольшая длина зародышевого корешка проростка, см.	Длина стебля проростка, см.
Контроль (дистиллированная вода)	92,5	3,91	10,42	8,88
12	87,5	3,23	3,06	1,75
14	80,0	2,33	0,76	0,27
16	97,5	2,67	1,47	0,58
18	80,0	2,32	0,28	0,19
20	82,5	1,86	0,25	0,16
22	77,5	1,66	0,23	0,16
НСР ₀₅	13,72	0,794	2,556	1,380

Таблица 3

Устойчивость проростков озимой пшеницы сорта Наталка к высокой концентрации водного раствора сахарозы

Осмотическое давление раствора, атм.	Количество проросших семян, %	Количество зародышевых корешков, шт.	Наибольшая длина зародышевого корешка проростка, см.	Длина стебля проростка, см.
Контроль (дистиллированная вода)	95,0	3,99	15,12	9,91
12	97,5	4,34	6,85	3,13
14	95,0	4,09	4,34	1,53
16	97,5	2,95	2,03	0,27
18	95,0	2,82	1,37	0,34
20	95,0	2,60	0,70	0,22
22	95,0	2,44	0,51	0,22
НСР ₀₅	10,21	0,606	1,047	0,939

Количество зародышевых корней проростков озимой пшеницы сорта Наталка достоверно уменьшалось в опыте с осмотическим давлением 16 атм. и выше. Корнеобразовательная способность данного сорта явно преобладала в условиях высокого осмотического давления по отношению к сортам Краснодарская 99 и Эпоха одесская, что характеризует его как генотип способным реализовать высокий потенциал продуктивности в

условиях недостатка влаги в верхних горизонтах почвы. Это подтверждает показатель наибольшей длины зародышевого корешка проростков. Длина корней сорта Наталка, которая постепенно уменьшалась с повышением осмотического давления, значительно превышает показания, полученные у сортов Краснодарская 99 и Эпоха одесская на растворах сахарозы изучаемых концентраций.

Длина стеблей проростков сорта Наталка с

повышением осмотического давления уменьшалась, с образованием пика увеличения при 18 атм. по отношению к предыдущей концентрации раствора. Установлено более интенсивный линейный рост стеблей при осмотическом давлении раствора 12 и 14 атм. относительно к другим изучаемым нами сортам озимой пшеницы.

6. Выводы

Таким образом, нами выявлено:

1. Семена озимой пшеницы сортов Краснодарская 99 и Эпоха одесская и особенно Наталка, прорастают на растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением. При изученных концентрациях семена не всходили только частично, что обуславливает наличие полиморфизма по способности прорастать на растворах с разным осмотическим давлением. Дифференциацию по количеству проросших семян фактически установлено у сортов Краснодарская 99 и Эпоха одесская при осмотическом давлении 22 атм., а у сорта пшеницы Наталка она отсутствовала по причине равномерной всхожести на растворах всех изучаемых концентраций. Это характеризует семена изученных сортов, как имеющих высокую поглотительную способность, выше, чем сила внешнего раствора. Значительное количество проросших семян в данных условиях характеризует способность изученных сортов использовать малые запасы влаги в почве, что достаточно актуально в условиях засухи.

2. Действие концентраций сахарозы угнетает прохождение процессов образования корней. Интенсивность прохождения ростовых процессов при корнеобразовании находится в зависимости от концентрации применяемых растворов сахарозы. Образование корней в условиях высокого осмотического давления зависит от генотипа проростков озимой пшеницы и концентрации раствора. Наиболее высокую корнеобразовательную способность в условиях высокого осмоса выявлено у сорта Наталка.

3. Линейный рост зародышевых корней и стеблей проростков пшеницы снижается с повышением осмотического давления раствора. Влияние высокого осмотического потенциала на рост корней и стеблей проростков в длину находится в прямой зависимости от генотипа растений озимой пшеницы.

Литература

1. Кушниренко, М. Д. Водный обмен растений при различной водообеспеченности в связи с засухоустойчивостью и продуктивностью: Водный обмен сельскохозяйственных растений [Текст] / М. Д. Кушниренко. – К.: Штиинца, 1989. – 229 с.

2. Лебедев Г. В. Дефицит воды и сельскохозяйственное производство [Текст] / Г. В. Лебедев. – Л.: Химия, 1990. – 320 с.

3. Жук, О. І. Ростова реакція проростків озимої пшениці на температурний стрес та обробку препаратом “Димекс” [Текст] / О. І. Жук, І. П. Григорюк, В. О. Варавкін, А. А. Булах, Л. М. Дядюша, Дульнев П. Г. // Физиология и биохим. культ. растений. – 2001. – Т. 33,

№ 6. – С. 485–489.

4. Варавкін, В. О. Ріст проростків озимої пшениці після дії температурного стресу та гумата калію [Електронний ресурс] / В. О. Варавкін // Наукові доповіді НУБІП. – 2011. – № 2 (24). – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_2/11vvo.pdf

5. Варавкін, В. О. Залежність ростової реакції проростків пшениці озимої від дії температурного стресу та обробки етанолом [Текст] / В. О. Варавкін // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 11. – С. 30–32.

6. Жук, О. І. Вплив препарату «Гарт» на ріст проростків озимої пшениці після температурного стресу [Текст] / О. І. Жук, І. П. Григорюк, В. О. Варавкін, А. А. Булах, Л. М. Дядюша, Дульнев П. Г. // Физиология и биохим. культ. растений. – 2002. – Т. 34, № 1. – С. 58–62.

7. Маменко, Т. П. Водний статус і продуктивність озимої пшениці за дії посухи та саліцилової кислоти [Текст] / Т. П. Маменко, О. А. Ярошенко, Р. А. Якимчук // Физиология и биохимия культ. растений. – 2009. – Т. 41, № 5. – С. 447–453.

8. Иванов, А. А. Совместное действие водного и солевого стрессов на фотосинтетическую активность листьев пшеницы разного возраста [Текст] / А. А. Иванов // Физиология и биохимия культ. растений. – 2013. – Т. 45, № 2. – С. 155–163.

9. Лукаткин, А. С. Ростовые реакции клеток конуса нарастания теплолюбивых растений при действии и последствии пониженных температур [Текст] / А. С. Лукаткин, Э. Ш. Шаркаева, С. В. Апарин // Физиология и биохимия культ. растений. – 2010. – Т. 42, № 3. – С. 256–269.

10. Майор, П. С. Взаємозв'язок між вмістом вільного проліну, розчинних цукрів та обводненістю тканин у рослинах озимої пшениці протягом осінньо-зимового періоду [Текст] / П. С. Майор // Физиология и биохимия культ. растений. – 2010. – Т. 42, № 4. – С. 298–305.

11. Адамовская, В. Г. Активность лектинов клеточных стенок и нитрат редуктазы у проростков кукурузы при действии водного дефицита и гипертермии [Текст] / В. Г. Адамовская, А. А. Молодченкова, А. А. Белоусов, В. М. Соколов, О. В. Тихонова, С. П. Попов, Л. Я. Безкровная, И. А. Якименко // Физиология и биохимия культ. растений. – 2010. – Т. 42, № 4. – С. 331–338.

12. Baker, J. Sequence and characterization of 6 Lea proteins and their genes from cotton [Text] / J. Baker, C. Stelle, L. Dure // Plant Mol. Biol. – 1988. – Vol. 11, Issue 3. – P. 277–291. doi:10.1007/bf00027385

13. Bostock, R. M. Regulation of Em gene expression in rice. Interaction between osmotic stress and abscisic acid [Text] / R. M. Bostock, R. S. Quatrano // Plant Physiol. – 1992. – Vol. 98, Issue 4. – P. 1356–1363. doi:10.1104/pp.98.4.1356

14. Bray, A. E. Molecular responses to water deficit [Text] / A. E. Bray // Ibid. – 1993. – Vol. 103, Issue 5. – P. 1035–1040.

15. Олейникова, Т. В. Определение засухоустойчивости сортов пшеницы и ячменя, линий и гибридов кукурузы по прорастанию семян на растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением [Текст] / Т. В. Олейникова, Ю. Ф. Осипов. – Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. – Ленинград. Колос, 1976. – С. 23–32.

16. Шевелуха, В. С. Способы отбора высокопродуктивных растений ячменя на первом этапе органогенеза [Текст] / В. С. Шевелуха, М. А. Прыгун, С. И. Гриб. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 32 с.

17. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта [Текст] / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Kushnirenko, M. D. (1989). Water metabolism in plants under different water availability due to drought tolerance and productivity: Water exchange of agricultural plants. Chisinau. Shtiintsa, 229. (In Ukrainian).
2. Lebedev, G. V. (1989). Water scarcity and agricultural production. Leningrad. Chemistry, 320.
3. Zhuk, O. I., Grigoruk, I. P., Varavkin, V. O., Bulah, A. A., Dadusha, L. M., Dulnev, P. G. (2001). The growth reaction of winter wheat seedlings on temperature stress and treatment by substance "Dimex". Physiology and biochem. the cult. plants., 33 (6), 485–489 (In Ukrainian).
4. Varavkin, V. O. (2001). The growth of winter wheat seedlings after exposure to heat stress and potassium Humate. Scientific reports NUBIP, 2(24), Available at: http://www.nbu.gov.ua/ejournals/Nd/2011_2/11vvo.pdf (In Ukrainian).
5. Varavkin, V. O. (2011). The dependence of the growth response of seedlings of winter wheat from the effects of temperature stress and treatment etamon. Visnykagrarо science, 11, 30-32 (In Ukrainian).
6. Zhuk, O. I., Grigoruk, I. P., Varavkin, V. O., Bulah, A. A., Dadusha, L. M., Dulnev, P. G. (2002). The influence of the drug "Hart" on the growth of winter wheat seedlings after thermal stress. Physiology and biochem. the cult. Plants, 34, 58–62 (In Ukrainian).
7. Mamenko, T. P. (2009). Water status and productivity of winter wheat under the effect of drought and salicylic acid. Physiology and biochemistry of the cult. Plants, 41 (5), 447–453. (In Ukrainian).
8. Ivanov, A. A. (2013). The combined effect of water and salt stress on photosynthetic activity of leaves of wheat of different ages. Physiology and biochemistry of the cult. Plants, 45 (2), 155–163. (In Ukrainian).
9. Lukatkin, A. S., Cherkaeva, A. S., Aparin, S. V. (2010). Growth response of the cone cells of the growing heat-loving plants under the effect and aftereffect low temperatures. Physiology and biochemistry of the cult. Plants, 42 (3), 256–269. (In Ukrainian).
10. Major, P. S. (2010). The relationship between the content of free proline, soluble sugars and water content tissues in plants of winter wheat during the autumn-winter period. Physiology and biochemistry of the cult. Plants, 42 (4), 298–305. (In Ukrainian).
11. Adamovskaya, V. G., Molodchinkova, A. A., Belousov, V. M., Sokolov, O. V., Tikhonova O. V., Popov S. P., White, L. Y., Yakimenko I. A. (2010). Activity of cell wall lections and nitrate reductive in maize seedlings under the effect of water deficit and hyperthermia. Physiology and biochemistry of the cult. Plants, 42 (4), 331–338. (In Ukrainian).
12. Baker, J., Van denn Steele, C., Dure, L. (1988). Sequence and characterization of 6 Lea proteins and their genes from cotton. Plant Molecular Biology, 11 (3), 277–291. doi:10.1007/bf00027385
13. Bostock, R. M., Quatrano, R. S. (1992). Regulation of Em Gene Expression in Rice: Interaction between Osmotic Stress and Absciscic Acid. PLANT PHYSIOLOGY, 98 (4), 1356–1363. doi:10.1104/pp.98.4.1356
14. Bray, A. E. (1993). Molecular responses to water deficit. Ibid, 103 (5), 1035–1040.
15. Oleinikova, T. V., Osipov, Ū. F. (1976). Determination of drought tolerance in wheat and barley lines and hybrids of maize for seed germination on sucrose solutions with high osmotic pressure. Methods for evaluating the resistance of plants to adverse environmental conditions, 23–32.
16. Shevelukha, V. S., Springer, M. A. (1976). Mushroom SR methods of selecting the high-yielding barley plants at the first stage of organogenesis. Howto. Moscow, 32.
17. Dospehov, B. A. (1976). Methods of field experience. Moscow. Agropromizdat, 351.

Дата надходження рукопису 19.09.2014

Варавкин Владимир Алексеевич, кандидат биологических наук, доцент, кафедра селекции и семеноводства им. проф. Н. Д. Гончарова. Сумской национальный аграрный университет, 40021, Украина, г. Сумы, ул. Герасима Кондратьева, 160.

E-mail: varvl13@yandex.ru

Таран Наталия Юрьевна, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедры, кафедра физиологии и экологии растений учебно-научного центра «Институт биологии», Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, 01033, Украина, г. Киев, ул. Владимирская, 64.

E-mail: tarantul@univ.kiev.ua