

УДК 581.1: 633.1
AGRIS F30

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/71/06>

ВЛИЯНИЕ ЗАСУХИ НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ ИЗУЧЕННЫХ МЕСТНЫХ ГЕНОТИПОВ ПШЕНИЦЫ

©**Тамразов Т. Г.**, канд. биол. наук, Научно-исследовательский институт земледелия МСХ
Азербайджана, г. Баку, Азербайджан, tamraz.tamrazov@mail.ru

THE DROUGHT EFFECT ON MORPHOPHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND CROP PERFORMANCE INDICATORS OF THE STUDIED LOCAL WHEAT GENOTYPES

©**Tamrazov T.**, Ph.D., Research Institute of Crop Husbandry, Ministry of Agriculture of the
Republic of Azerbaijan (RICH), Baku, Azerbaijan, tamraz.tamrazov@mail.ru

Аннотация. Стресс засухи является наиболее важным фактором и все более серьезной проблемой, ограничивающей рост пшеницы (*Triticum aestivum L.* / *Triticum durum*) в мире. Пшеница обладает физиологическими механизмами, которые позволяют адаптироваться к стрессу засухи, и варьируют в зависимости от генотипа. Исследования проводились на генотипах пшеницы на Апшеронской опытной базовой станции Азербайджанского научно-исследовательского института земледелия. Эксперимент был спланирован по факторному плану с двумя обработками (с поливом и без полива) и тремя повторениями в течение сезона урожая 2020–2021 гг. Дисперсионный анализ выявил значительные различия между обработками и между сортами. Взаимодействие обработка × сорт также было значимым для всех признаков, за исключением урожайности зерна с растения. Значительные взаимодействия показали, что сорта по-разному показали себя в стрессовых условиях, но стабильно в отношении урожайности зерна. Изученные сорта Кийматли-2/17, Гюнашли и Тале-38 показали минимальное снижение физиологических характеристик, а также характеристик урожайности при стрессе во время цветения, однако снижение от низкого до высокого наблюдалось в стрессовых условиях по сравнению с отсутствием стресса. Корреляции между морфологическими, физиологическими и морфофизиологическими признаками, такими как высота растения, количество зерен на колос, индекс семян, урожайность зерна с растения, индекс урожая, относительное содержание воды, устьичная проводимость, площадь листьев и плодovitость колоса, как правило, были надежными индикаторами для скрининга засухоустойчивых сортов пшеницы и потенциально с более высокой урожайностью. Кроме того, наблюдается, что улучшение любого из этих признаков приведет к увеличению урожайности зерна в условиях водного стресса.

Abstract. Drought stress is the most important factor and an increasingly serious problem limiting the growth of wheat (*Triticum aestivum L.* / *Triticum durum*) in the world. Wheat possesses physiological mechanisms that allow it to adapt to the stress of drought and can vary depending on the genotype. The studies were carried out on wheat genotypes at the Absheron Experimental Base Station of the Azerbaijan Scientific Research Institute of Crop Husbandry. The experiment was designed in a factorial design with two treatments (irrigated and non-irrigated) and three repetitions

during the 2020–2021 harvest season. Analysis of variance revealed significant differences between treatments and between varieties. The treatment \times cultivar interaction was also significant for all traits, with the exception of grain per plant yield. Significant interactions showed that varieties performed differently under stressful conditions, but consistently with respect to grain yield. The studied varieties Giymatly-2/17, Gunashly and Tale-38 showed a minimal decrease in physiological characteristics, as well as in yield characteristics under stress during flowering, however, a decrease from low to high was observed under stress conditions compared with no stress. Correlations between morphological, physiological, and morphophysiological traits such as plant height, number of grains per ear, seed index, grain yield per plant, yield index, relative water content, stomatal conductance, leaf area and ear fertility have generally been reliable indicators for screening for drought tolerant wheat varieties and potentially higher yields. In addition, it is observed that improvement in any of these traits will lead to an increase in grain yield under water stress conditions.

Ключевые слова: пшеница, морфофизиологический показатель, засуха, продуктивность культур, устойчивость, корреляция.

Keywords: wheat, morphophysiological parameter, drought, crop performance, sustainability, correlation.

Хотя селекционеры продолжают улучшать потенциал урожайности пшеницы, однако прогресс в повышении урожайности пшеницы в условиях засухи было труднее. В общем, для разведения засухоустойчивости включает объединение хорошего потенциала урожайности при отсутствии напряжения и выборе высоких наследуемых признаков, которые обеспечивают устойчивость к стрессу засухи. При определении стратегии селекции пшеницы в условиях засухоустойчивости [3] предположили, что одновременная оценка зародышевой плазмы должна проводиться как в условиях, близких к оптимальным (для использования высокой наследуемости и выявления генотипов с высоким потенциалом урожайности), так и в условиях стресса (для сохранения аллелей устойчивости к засухе). Урожайность пшеницы значительно снижается, в основном, когда стресс от засухи возникает во время колошения, цветения и формирования зерно [2, 12]. Стресс засухи во время созревания привел к снижению урожайности примерно на 10%, в то время как умеренный стресс в ранний вегетационный период практически не повлиял на урожайность. Они сообщили, что количество зерен, урожай зерна, биологический урожай и индекс урожая снизились в большей степени, когда водный стресс был наложен на стадии цветения.

Gupta et al. изучали физиологические характеристики и признаки урожайности двух генотипов пшеницы со стрессом при росте и цветении [6].

Также хорошо известно, что любое увеличение или уменьшение агрономических признаков происходит из-за различной реакции генотипов пшеницы через физиологические изменения. Следовательно, разработка культурных сортов для ограниченной водной среды будет включать отбор и включение как физиологических, так и морфологических механизмов засухоустойчивости с помощью традиционных программ селекции. С тех пор был достигнут значительный прогресс для быстрой сканирования методов в обоих направлениях [1, 7]. Однако, поскольку они регулярно выбирают желаемое выражение этих характеристик и физиологи адаптации и дополнительного выхода, физиологические изменения при времени цветения, проводимости устьиц, относительное содержание воды, площадь листа,

продуктивность зерен и т. д. Он был расценен как важные критерии развития доходности [2, 5].

Корреляционные исследования также очень полезны для селекционеров, поскольку любой физиологический признак или признак урожайности с высокой пластичностью можно использовать в качестве косвенного критерия отбора для повышения урожайности в условиях дефицита воды, любой физиологический признак или признак урожайности можно использовать в качестве косвенного критерия отбора [3, 12]. Gupta et al. наблюдали положительную корреляцию между высотой растений, площадью листьев и приростом на стадиях цветения у двух сортов пшеницы [6]. Таким образом, основными целями настоящего исследования были:

- 1) определение высокоурожайных сортов пшеницы, устойчивых к стрессовым условиям засухи в фазе цветения;
- 2) определение морфофизиологических признаков как индикаторов засухоустойчивости генотипов пшеницы при цветении;
- 3) расчет корреляций между физиологическими признаками и признаками урожайности.

Материалы и методы

Сорта пшеницы и экспериментальный план были изучены двенадцать генотипов пшеницы, а именно Гарагыльчыг-2, Алинджа-84, Нурлу-99, Гобустан, Вугар, Кийматли-2/17, Азаметли-95, Гюнашли, Баракетли-95, Тартар, Гырмызыгюл-1и Тале-38 с различными признаками и происхождением. Эксперимент проводился по факторному плану с двумя обработками (без стресса и стрессом при цветении) с тремя повторностями в течение 2020-2021 гг. в Азербайджанском научно-исследовательском институте земледелия. Фактор орошения рассматривается как основной фактор, а сорта рассматриваются как вспомогательные факторы. В режимах орошения без применения стресса, частых поливов без стресса от засухи и в режиме стресса от засухи воду поливали в течение 20 дней от начала цветения до начала формирования зерна, а при посеве применяли стресс.

Физиологические наблюдения проводились во время цветения перед поливом растений, тогда как большая часть данных о росте и развитии регистрировалась на стадиях после цветения и созревания. Высоту растений (без учета ости) измеряли от поверхности почвы до кончика колоса после примерно половины стадии налив зерна. Индекс семян регистрировали как массу 1000 зерен в г, тогда как индекс урожая % рассчитывали как отношение выхода семян к общему сухому веществу $\times 100$. Для физиологических измерений было взято 10 случайных проб от сорта.

Площадь листа (см^2) измеряли для каждого генотипа с помощью измерителя AAS-400, а устьичную проводимость ($\text{ммоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$) с помощью устройства LI-6400 (Американского производства), относительное содержание воды в листьях (RWC %) определяли путем срезания листьев у основания пластинки, помещения в полиэтиленовые пакеты и транспортировки в лабораторию как можно быстрее. Вес в свежем виде определяли через 2 ч после удаления, а объемный вес — после замачивания листьев в дистиллированной воде через 18 часов при относительной влажности 60% при комнатной температуре (20 ± 2 °C) и в условиях низкой освещенности. Затем листья вынимали из воды, промокали салфеткой и получали пухлую массу. Сухой вес был получен после сушки в печи пухлых листьев при 70 °C в течение 24 ч. RWC % рассчитывали на основе этих весов по следующей формуле [9]: $\text{RWC \%} = (\text{свежий вес} - \text{сухой вес}) / (\text{набухший вес} - \text{сухой вес}) \times 100$. Процент

фертильности колосков определяли путем подсчета общего количества колосков минус стерильные колоски и деления на общее количество колосков $\times 100$.

Дисперсионный анализ, наименее значимые различия между средними значениями и коэффициентами корреляции (r) были рассчитаны с использованием программного обеспечения.

Результаты и обсуждение

Дисперсионный анализ выявил значительные различия между обработками и между сортами. Взаимодействие обработка \times сорт также было значимым для всех признаков, за исключением урожайности зерна с растения (Таблица 1). Это взаимодействие показало, что сорта непоследовательно выдерживали стрессовые условия. Устойчивость содержания ОСВ сортах в условиях водного стресса может служить хорошим индикатором засухоустойчивости. Merah сообщил, что ОСВ (относительное содержание воды) % был важным показателем водного стресса в листьях [7]. ОСВ тесно связан с объемом клеток, поэтому он может более точно отражать баланс между подачей воды на лист и скоростью транспирации [10, 11]. Это влияет на способность растения восстанавливаться после стресса и, следовательно, влияет на урожайность и стабильность урожая [6, 13].

Таблица 1
 СРЕДНИЕ КВАДРАТЫ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ,
 ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ВОДНОГО СТРЕССА

Физиологические особенности	Средние квадраты				
	Повторности	Процедуры	Разновидность	T*С	Ошибка
Относительное содержание воды	1,61	7859,01**	62,88**	9,55**	5,13
Устьичная проводимость	401,71	456413,00**	9125,40**	527,50*	193,90
Площадь листьев	2,14	3133,68**	190,33**	47,28**	0,67
Продуктивность	7,16	4170,88**	252,96**	55,95**	6,31
	Урожайность				
Высота растений	1,36	1440,50**	257,72 **	58,04 **	4,36
Колос /зерен ⁻¹	12,42	1088,88 **	214,87 **	22,16 *	6,94
Индекс семян	2,38	17000,00 **	61,72 **	2,00 *	0,30
Урожайность	106,92	36,51 **	44,61 **	0,34	2,48
Индекс урожайности	0,52	132,72 **	13,40 **	2,08 **	0,49

** , * = значимо при $p < 0,01$ и $p < 0,05$.

Значительное сокращение на 53,83% в % ОСВ было отмечено из-за водного стресса. В отсутствие стресса ОСВ % варьировался от 79,67% до 90,00%, тогда как диапазон от 34,34% до 45,56% в условиях водного стресса (Таблица 2).

Тремя ведущими сортами, сохраняющими более высокий процент ОСВ в стрессовых условиях, Азаметли-95 (45,6%), Гарагыльчыг-2 (45,1%) и Гюнашли (42,68%), а самый низкий процент ОСВ был отмечен у Алинджа-84, Вугар, Тале-38 и Гырмызыгюл-1 (Таблица 2).

Результаты показали, что первая группа была засухоустойчива, а вторая — восприимчивой к засухе. Однако остальные сорта были умеренно засухоустойчивыми. Подобно данным, полученным в настоящее время [8, 10], обнаружили, что некоторые сорта сохраняли более высокий процент ОСВ в момент цветения, однако водный стресс снизил ОСВ % с 88% до 45%.

Таблица 2

СРЕДНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ
 В УСЛОВИЯХ ВОДНОГО СТРЕССА

Сорта	Относительное содержание влаги, %		Устьичная проводимость, $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$		Площадь листа, cm^2		Плодовитость колоса, %	
	Без стресса	Стресс при цветении	Без стресса	Стресс при цветении	Без стресса	Стресс при цветении	Без стресса	Стресс при цветении
Гарагыльчыг-2	88,8	45,1	420,7	259,7	28,7	22,7	84,6	46,0
Алинджа-84	81,0	34,3	301,7	211,0	32,0	14,7	82,0	38,0
Нурлу-99	83,0	37,0	433,0	162,6	26,9	18,7	83,7	39,8
Гобустан	89,7	39,4	408,3	163,8	30,0	20,3	84,0	39,2
Вугар	80,7	35,6	305,0	244,6	30,7	15,0	80,3	38,8
Кийматли-2/17	76,8	37,8	311,7	211,6	22,7	10,9	80,2	38,7
Азаметли-95	91,0	45,6	475,0	139,7	30,3	24,5	88,6	47,0
Гюнашли	87,0	42,7	416,7	141,3	29,0	23,0	85,0	46,8
Баракетли-95	89,0	38,9	450,0	346,7	31,3	26,6	88,0	39,7
Таргар	76,8	37,6	351,7	221,8	17,7	8,6	80,0	37,9
Гырмызыгюл-1	80,7	36,9	321,7	211,3	33,0	13,6	78,6	35,0
Тале-38	80,7	36,8	340,1	200,6	29,7	15,0	80,2	38,2
<i>средний</i>	<i>83,7</i>	<i>39,1</i>	<i>377,8</i>	<i>184,6</i>	<i>28,5</i>	<i>16,9</i>	<i>82,9</i>	<i>40,4</i>
R.D.	-53,83		-51,14		-40,40		-51,32	
LSD (5%) (T)	1,077		6,43		0,389		1,192	
LSD (5%) (C)	2,637		15,76		0,9540		2,920	
LSD (0,05) (T × C)	3,730 2		22,29		1,349		4,129	

Засуха вызвана в основном более высокой потерей воды из устьиц в условиях водного стресса, что делает растения более уязвимыми к условиям засухи. Устьичная проводимость была намного выше при обработке без стресса, чем в условиях водного стресса, что свидетельствует о том, что сорта сопротивлялись потере воды из-за транспирации в условиях засухи. В среднем снижение устьичной проводимости из-за водного стресса при цветении наблюдалось на 51,14%. Сорта Гюнашли, Таргар и Гобустан показали минимальную устьичную проводимость. Хотя эти сорта показали более высокую ОСВ, тем не менее, скорость транспирации была намного ниже в стрессовых условиях, что позволило лучше выжить в условиях засухи. Наиболее уязвимыми сортами, дающими более высокую устьичную проводимость и пропускающими больше воды, были Алинджа-84, Гарагыльчыг-2 и Баракетли-95, которые очень восприимчивы к состоянию водного стресса (Таблица 2). Также обнаружена более высокая диффузионная устойчивость листьев к водному стрессу при цветении у некоторых изученных сортов пшеницы [4, 6]. Уменьшение площади листьев (ПЛ) из-за водного стресса является важной причиной снижения урожайности сельскохозяйственных культур из-за снижения фотосинтеза [10, 13]. Существенное снижение на 40,40% было обнаружено в ПЛ из-за водного стресса, но минимальный эффект стресса наблюдался у cvs. Алинджа-84, Таргар и Гырмызыгюл-1, Кийматли-2/17 и максимальные эффекты у cvs. Гарагыльчыг-2, Азаметли-95 и Баракетли-95.

Эти результаты свидетельствуют о том, что которые показали небольшое снижение ПЛ из-за водного стресса, по-прежнему поддерживают достаточное количество ПЛ для разумного количества фотосинтеза.

Gupta et al. также отметили значительное снижение ПЛ при цветении [6]. Напротив, Valota et al. обнаружили, что у засухоустойчивых генотипов пшеницы были более мелкие, более узкие, но более толстые листья с более высокой фотосинтетической активностью, что приводило к большему урожаю зерна [2]. Стресс на стадии перед цветением или даже на стадии цветения может вызвать бесплодие у цветков и, следовательно, может привести к потере потенциальной продуктивности. В условиях стресса плодовитость колоса снижается примерно на половину по сравнению с обычными условиями, и снижение фертильности составило 51,32%.

Плодовитость колоса в стрессовых условиях варьировала от 35,00% до 47,00%; однако три основных сорта с более высоким уровнем плодородия были Алинджа-84 (35,6%), Нурлу-99 (36,1%), Гобустан(45,7%) и Азаметли-95 (46,9%), тогда как более низкая плодовитость была отмечена у сортов Гюнашли, Тартар и Тале-38, следовательно, эта группа из трех сортов устойчивы к засухе, а первая группа — к засухе. Али и др. [1] изучали влияние стресса на потенциальные соцветия на один колос и наблюдали значительное снижение плодовитости цветков из-за водного стресса как у мягкой, так и у твердой пшеницы в период от начала цветения до стадии цветения.

Урожайность

Водный стресс во время цветения оказал значительное влияние на признаки урожайности, и сорта также показали значительную изменчивость по высоте растений, зернам / колосу, индексу семян, урожайности зерна с растения и индексу урожая (Таблица 3). Значительные вариации из-за генотипов почти для всех признаков предполагали, что величина различий в генотипах была достаточной, чтобы предоставить некоторые возможности для выбора признаков засухоустойчивости пшеницы. Взаимодействия обработка × сорт были значимыми для всех признаков урожайности, за исключением урожайности зерна на растение (Таблица 1).

Незначительное взаимодействие обработки и сорта для урожайности зерна с растения может быть более интересным в том смысле, что сорта устойчиво работают в условиях водного стресса, что свидетельствует о том, что устойчивые к засухе сорта могут быть надежно выбраны. Оптимальная высота растений считается важным признаком, позволяющим избежать полегания и, таким образом, максимизировать индекс урожая. Высота растений в среднем уменьшилась на 4,73%, при этом снижение этого признака было минимальным у сортов Гарагыльчыг-2, Баракетли-95 и Азаметли-95 и максимум по сортам Гюнашли, Тартар и Кийматли-2/17.

При минимальном и максимальном сокращении сортов по высоте растений первая группа была отнесена к засухоустойчивым, а вторая - к восприимчивым [1, 12] высказали мнение, что меньшее уменьшение высоты растений в стрессовых условиях может быть важным адаптивным механизмом для сред, характеризующихся засухоустойчивостью во время цветения в условиях стресса влаги. Количество зерен в колосе считается наиболее важным признаком урожайности. Количество зерен в колосе сильно варьировалось из-за водной обработки и различных эффектов. Поскольку количество зерен на колосе является типичным компонентом урожая и наиболее чувствительным к высоким температурам и засухе, поэтому предлагается как наиболее надежный критерий выбора устойчивости к

засухе [4, 11]. В отсутствие стресса диапазон семян на колос в нестрессовом состоянии составлял 50–68, в то время как в стрессовом состоянии — 32–50 семян на колос. Таким образом, в среднем водный стресс вызвал снижение количества зерен на колос на 31,09%.

Сорта Баракетли-95, Вугар и Азаметли-95 давали более 50 зерен на колос, тогда как при водном стрессе этот порядок поддерживали Гарагыльчыг-2 и Алинджа-84с добавлением засухоустойчивых сортов Гобустан. Подобно этим результатам можно сообщить, что дефицит влаги влияет на количество семян на один колос, что приводит к снижению урожайности зерна.

Тамразов проанализировал исследования последних 10 лет и обнаружил, что увеличение количества зерен на квадратный метр по-прежнему тесно связано с генетическим прогрессом урожайности зерна, а новые исследования подтверждают важность сухого веса колоса ($г/м^2$) в момент цветения при его определении [11, 13]. Индекс семян в тысячах зерен (г) снизился в условиях водного стресса на 21,53%.

Однако это снижение было меньше у Гарагыльчыг-2 (5,0 г), Алинджа-84 (6,0 г) и Вугар (6,3 г) и выше в сортах Гырмызыгюл-1, Гюнашли, Нурлу-99 и Кийматли-2/17.

Урожайность зерна с растения — это конечный результат всех физиологических и агрономических реакций сортов на стрессовые условия засухи. Засуха по-разному влияла на урожай зерна в зависимости от стадии развития, на которой она возникает [14]. Было отмечено значительное снижение урожайности зерна с растения из-за водного стресса. Среднее снижение произошло на 27,51% из-за водного стресса. Более высокий продуктивность зерна с растения был произведен Азаметли-95, Баракетли-95 и Нурлу-99 в нестрессовых условиях, тогда как Гарагыльчыг-2, S Азаметли-95 и Тале-38 сохранили свои более высокие урожаи с минимальным снижением водного стресса во время цветения, следовательно, эти сорта выдержали водный стресс, вызванный засухой. устойчив к другим сортам в испытании (Таблица 3). Зафиксировали снижение урожайности зерна на 32% по сравнению с контролем из-за стресса от засухи. Полезный подход состоит в том, чтобы разделить урожай на биомассу в период созревания и индекс урожая (ИУ).

Таблица 3

СРЕДНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ
 В УСЛОВИЯХ ВОДНОГО СТРЕССА

Сорта	Высота растения (см)		Зерна в колосе		Индекс семян (г)		Продуктивн ость Зерна(г)		Индекс урожайя (%)	
	Без стресса	Стресс при цветении	Без стресса	Стресс при цветении	Без стресса	Стресс при цветении	Без стресса	Стресс при цветении	Без стресса	Стресс при цветении
Гарагыльчыг-2	82,3	79,7	53,7	35,0	37,7	32,7	20,7	18,8	49,0	38,4
Алинджа-84	79,0	66,0	50,0	48,7	36,3	30,0	18,0	13,5	48,3	37,8
Нурлу-99	72,7	66,0	61,7	42,3	44,7	33,7	24,0	16,0	49,6	42,3
Гобустан	75,0	62,0	60,3	47,0	45,3	32,3	24,3	15,7	49,3	42,5
Вугар	85,0	74,7	62,7	50,0	43,3	38,3	23,0	20,3	49,3	44,6
Кийматли-2/17	84,7	64,0	54,0	36,0	38,3	28,3	18,8	12,7	46,3	38,6
Азаметли-95	62,3	60,3	68,3	50,0	42,7	36,7	26,6	20,2	50,0	45,0
Гюнашли	79,7	66,0	66,0	45,7	48,7	39,7	23,0	23,6	55,7	47,8
Баракетли-95	58,3	57,7	67,7	50,3	47,3	34,3	25,8	16,3	50,5	47,3

Сорта	Высота растения (см)		Зерна в колосе		Индекс семян (г)		Продуктивность Зерна(г)		Индекс урожайя (%)	
	Без стресса	Стресс при цветении	Без стресса	Стресс при цветении	Без стресса	Стресс при цветении	Без стресса	Стресс при цветении	Без стресса	Стресс при цветении
Таргар	86,0	69,3	51,7	32,3	36,7	29,7	16,6	10,8	48,8	39,4
Гырмызыгюл-1	67,7	61,3	57,3	37,3	39,3	30,3	19,4	13,0	49,0	40,4
Тале-38	70,0	64,7	58,3	34,7	38,0	28,0	23,2	16,0	48,0	39,6
<i>средние</i>	68,6	65,4	59,3	40,9	41,5	32,6	21,6	15,7	49,5	42,0
	-4,73		-31,09		-21,53		-27,51		-15,10	
	0,891		1,250		0,260		0,748		0,335	
	2,428		3,062		0,6386		1,833		0,8213	
	3,434		4,331		0,9031		2,593		1,1614	

Наибольший рост потенциальной урожайности пшеницы был связан с увеличением ИУ. Часто говорят, что прогресс в ИУ исчерпан, потому что значения приближаются к пределу в 60%, поэтому мы должны сосредоточиться на биомассе. Было отмечено, что даже у лучших озимых пшениц Великобритании ИУ составляет около 0,48–0,50, что все еще намного ниже предельных значений, в то время как ИУ у современных яровых пшениц редко превышает 0,45 [8], оставляя много возможностей для улучшения. В настоящем исследовании средний ИУ из-за водного стресса снизился на 15,10%.

Таким образом, эти сорта можно рассматривать как высоко засухоустойчивые, умеренно устойчивые и высокочувствительные соответственно.

Корреляция между признаками урожайности

Среди характеристик урожайности урожай зерна с одного растения достоверно и положительно коррелировал с количеством зерен на колос ($r=0,47$), индексом семян ($r=0,51$) и индексом урожайя ($r=0,54$), тогда как количество зерен на колос значимо и положительно коррелировало с семенами, индекс ($r=0,65$) и индекс урожайя ($r=0,37$) (Таблица 4).

Индекс семян и индекс урожайя также значимо и положительно коррелировали ($r=0,78$). Эти корреляции показали, что увеличение количества зерен на колос, индекса семян и урожайя вызывает одновременное увеличение количества зерна на растение. Некоторые из этих корреляций между признаками урожайности соответствуют корреляциям [6], которые в своих исследованиях также отметили значительную и положительную корреляцию между зерном на колос, индексом семян, урожайностью зерна с растения и индексом урожайя.

Корреляция физиологических признаков

Среди физиологических признаков относительное содержание воды было достоверно и положительно коррелировано с устьичной проводимостью ($r=0,94$), площадью листа ($r=0,74$) и плодovitостью колоса ($r=0,78$), в то время как устьичная проводимость была достоверно связана с площадью листьев ($r=0,69$), плодородия колоса ($r=0,84$) и площади листьев с плодородием колоса ($r=0,62$) (Таблица 4).

Результаты показали, что физиологические признаки показали тесную взаимосвязь друг с другом, поэтому можно предположить, что, если надежный признак с высокой

наследуемостью используется в качестве критерия засухоустойчивости, это может увеличить признаки урожайности в том же направлении [6].

Таблица 4

КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ ПРИЗНАКАМИ УРОЖАЙНОСТИ

<i>Параметры</i>	<i>Высота растений</i>	<i>Зерен в колосе</i>	<i>Индекс семян</i>	<i>Продуктивность зерна</i>	<i>Индекс урожая</i>
Высота растений	—	0,47	0,51	-0,31	0,01
Зерна в колосе		—	0,65**	0,48**	0,37*
Индекс семян			—	0,51**	0,78**
Продуктивность зерна				—	0,55**
<i>Коэффициент корреляции урожайности с физиологическими признаками.</i>					
<i>Параметры</i>	<i>Высота растений</i>	<i>Зерен в колосе</i>	<i>Индекс семян</i>	<i>Продуктивность зерна</i>	<i>Индекс урожая</i>
Относительное содержание влаги	0,41*	0,63**	0,92**	0,34*	0,70**
Устьичная проводимость	0,36*	0,72**	0,91**	0,42*	0,72**
Площадь листа	0,28	0,54*	0,72**	* 0,30**	0,39*
Продуктивность зерна	0,22	0,67**	0,88**	0,47**	0,75**
<i>Коэффициент корреляции физиологических признаков</i>					
<i>Параметры</i>	<i>Относительное содержание влаги</i>	<i>Устьичная проводимость</i>	<i>Площадь листа</i>	<i>Продуктивность зерна</i>	
Относительное содержание влаги	—	0,94**	0,74**	0,78**	
Устьичная проводимость		—	0,69**	0,84**	
Площадь листа			—	0,62**	

Корреляция между урожайностью и физиологическими признаками

Коэффициенты корреляции между урожайностью и физиологическими признаками (Таблица 4) показали, что относительное содержание воды было положительно и значимо связано с высотой растения ($r=0,41$), количеством зерен на колос ($r=0,63$), индексом семян ($r=0,92$), урожайностью зерна на растение ($r=0,34$) и индексом урожая ($r=0,70$), в то время как устьичная проводимость, площадь листьев и плодородность колоса также были значимо связаны со всеми вышеупомянутыми признаками урожайности, за исключением того, что корреляция как площади листа, так и плодородия колоса с высотой растения не была значительной. Эти результаты также предполагают, что увеличение физиологических характеристик может одновременно повысить урожайность в условиях водного стресса. Это означает, что для повышения урожайности пшеницы существует больше возможностей использования физиологических признаков при селекции.

Заключение

Генетическое улучшение сельскохозяйственных культур на предмет засухоустойчивости требует поиска возможной взаимосвязи физиологических и урожайных признаков, а также использования генетической изменчивости между сортами по таким признакам. Было замечено, что стресс засухи на разных стадиях роста оказывает различное воздействие на культурные растения. Что касается физиологических признаков и признаков урожайности, водный стресс, воздействующий на цветение, обнаружил значительное влияние на эти признаки и на сорта. Взаимодействие между обработкой и сортом было в основном значимым, за исключением урожайности зерна с растения. Результаты выявили дифференциальную, но непостоянную реакцию сортов на стрессовые условия. В целом, сорта Гюнашли, Нурлу-99 и Кийматли-2/17 показали минимальное снижение физиологических характеристик, а также характеристик урожайности при стрессе, возникающем при цветении, будучи засухоустойчивой группой.

Второй минимум снижения отмечен у умеренно толерантных сортов. Гарагыльчыг-2, Гобустан, Азаметли-95 и Баракетли-95 но резкое снижение было выражено Тале-38, Тартар и Вугар. Гарагыльчыг-2 и Азаметли-95 очень восприимчивы к стрессовой среде.

Корреляционные исследования показали, что среди урожайности физиологические и морфофизиологические характеристики, такие как высота растения, количество зерен на колос, индекс семян, урожай зерна с растения, индекс урожая, относительное содержание воды, устьичная проводимость, площадь листьев и плодовитость колоса, были достоверно связаны друг с другом, следовательно, эти отношения могут служить критериями отбора для отбора сортов на устойчивость к засухе и, возможно, с более высокой урожайностью в условиях водного стресса.

Список литературы:

1. Moayedi A. A., Boyce A. N., Barakbah S. S. Spike traits and characteristics of durum and bread wheat genotypes at different growth and developmental stages under water deficit conditions // Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2010. V. 4. №2. P. 144-150.
2. Balota M., Payne W. A., Evett S. R., Peters T. R. Morphological and physiological traits associated with canopy temperature depression in three closely related wheat lines. 2008. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.06.0317>
3. Bauder J. Irrigating with limited water supplies. Montana State Univ // Comm. Ser. Montana Hall. Bozeman, MT. 2001. V. 59717.
4. Farquhar G. D., Wong S. C., Evans J. R., Hubick K. T. Photosynthesis and gas exchange // Plants under stress. Cambridge University Press, Cambridge. 1989. V. 39. P. 47-69.
5. Del Moral L. G., Rharrabti Y., Villegas D., Royo C. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach // Agronomy Journal. 2003. V. 95. №2. P. 266-274. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.2660>
6. Gupta N. K., Gupta S., Kumar A. Effect of water stress on physiological attributes and their relationship with growth and yield of wheat cultivars at different stages // Journal of Agronomy and Crop Science. 2001. V. 186. №1. P. 55-62. <https://doi.org/10.1046/j.1439-037x.2001.00457.x>
7. Merah O. Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions // The Journal of Agricultural Science. 2001. V. 137. №2. P. 139-145. <https://doi.org/10.1017/S0021859601001253>

8. Sayar R., Khemira H., Kameli A., Mosbahi M. Physiological tests as predictive appreciation for drought tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) // *Agronomy research*. 2008. V. 6. №1. P. 79-90.
9. Schonfeld M. A., Johnson R. C., Carver B. F., Mornhinweg D. W. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators // *Crop Science*. 1988. V. 28. №3. P. 526-531. <https://doi.org/10.2135/cropsci1988.0011183X002800030021x>
10. Siddique M. R. B., Hamid A., Islam M. S. Drought stress effects on water relations of wheat // *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. 2000. V. 41.
11. Tamrazov T. H., Khudayev F. A. Morphophysiological parameters of late maturing wheat genotypes with various yield and dry resistance // *Аграрная наука*. 2020. №4. С. 56-59. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-337-4-56-59>
12. Tamraz H. T. The research of drought influence to the development dynamics of wheat plant and to the change of morphophysiological indicators // *International conference on. New Approaches in Biotechnology & Biosciences" NABB-2016"-feb 2016*. V. 11. P. 18-20.
13. Tamrazov T. H. Morphophysiological Study Of Wheat Genotypes Differing In Maturity And Architectonics Grown In Different Soil Climates // *Актуальные проблемы физиологии, биохимии и биотехнологии растений: Материалы Международной научно-практической интернет-конференции*. 2020. С. 21-23.
14. Agboma P. C., Jones M. G. K., Peltonen-Sainio P., Rita H., Pehu E. Exogenous glycinebetaine enhances grain yield of maize, sorghum and wheat grown under two supplementary watering regimes // *Journal of Agronomy and Crop Science*. 1997. V. 178. №1. P. 29-37. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.1997.tb00348.x>

References:

1. Moayedi, A. A., Boyce, A. N., & Barakbah, S. S. (2010). Spike traits and characteristics of durum and bread wheat genotypes at different growth and developmental stages under water deficit conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(2), 144-150.
2. Balota, M., Payne, W. A., Evett, S. R., & Peters, T. R. (2008). Morphological and physiological traits associated with canopy temperature depression in three closely related wheat lines. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.06.0317>
3. Bauder, J. (2001). Irrigating with limited water supplies. *Montana State Univ. Comm. Ser. Montana Hall. Bozeman, MT, 59717*.
4. Farquhar, G. D., Wong, S. C., Evans, J. R., & Hubick, K. T. (1989). Photosynthesis and gas exchange. *Plants under stress. Cambridge University Press, Cambridge*, 39, 47-69.
5. Del Moral, L. G., Rharrabti, Y., Villegas, D., & Royo, C. (2003). Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach. *Agronomy Journal*, 95(2), 266-274. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.2660>
6. Gupta, N. K., Gupta, S., & Kumar, A. (2001). Effect of water stress on physiological attributes and their relationship with growth and yield of wheat cultivars at different stages. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186(1), 55-62. <https://doi.org/10.1046/j.1439-037x.2001.00457.x>
7. Merah, O. (2001). Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. *The Journal of Agricultural Science*, 137(2), 139-145. <https://doi.org/10.1017/S0021859601001253>
8. Sayar, R., Khemira, H., Kameli, A., & Mosbahi, M. (2008). Physiological tests as predictive appreciation for drought tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Agronomy research*, 6(1), 79-90.

9. Schonfeld, M. A., Johnson, R. C., Carver, B. F., & Mornhinweg, D. W. (1988). Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. *Crop Science*, 28(3), 526-531. <https://doi.org/10.2135/cropsci1988.0011183X002800030021x>
10. Siddique, M. R. B., Hamid, A. I. M. S., & Islam, M. S. (2000). Drought stress effects on water relations of wheat. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 41.
11. Tamrazov, T. H., & Khudayev, F. A. (2020). Morphophysiological parameters of late maturing wheat genotypes with various yield and dry resistance. *Agrarian Science*, (4), 56-59. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-337-4-56-59>
12. Tamraz, H. T. (2016). The research of drought influence to the development dynamics of wheat plant and to the change of morphophysiological indicators. In *International conference on. New Approaches in Biotechnology & Biosciences" NABB-2016"-feb (18-20 (Vol. 11)*.
13. Tamrazov, T. H. (2020). Morphophysiological Study Of Wheat Genotypes Differing In Maturity And Architectonics Grown In Different Soil Climates. In *Aktual'nye problemy fiziologii, biokhimii i biotekhnologii rastenii, Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi internet-konferentsii*, 21-23.
14. Agboma, P. C., Jones, M. G. K., Peltonen-Sainio, P., Rita, H., & Pehu, E. (1997). Exogenous glycinebetaine enhances grain yield of maize, sorghum and wheat grown under two supplementary watering regimes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 178(1), 29-37. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.1997.tb00348.x>

Работа поступила
в редакцию 21.09.2021 г.

Принята к публикации
24.09.2021 г.

Ссылка для цитирования:

Тамразов Т. Г. Влияние засухи на морфофизиологические показатели и показатели продуктивности изученных местных генотипов пшеницы // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №10. С. 45-56. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/71/06>

Cite as (APA):

Tamrazov, T. (2021). The Drought Effect on Morphophysiological Parameters and Crop Performance Indicators of the Studied Local Wheat Genotypes. *Bulletin of Science and Practice*, 7(10), 45-56. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/71/06>