

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПОЧВЕННОЙ ЗАСУХИ НА ПАРАМЕТРЫ ВОДНОГО  
ОБМЕНА ПОЛИПЛОИДНЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ**

*В статье обсуждается влияние длительной почвенной засухи на показатели водного обмена (общее содержание воды, водоудерживающая способность листьев, интенсивность транспирации, водный дефицит) полиплоидных сортов мягкой пшеницы. Показано, что на фоне воздействия почвенной засухи происходят существенные изменения параметров водообмена у изученных сортов пшеницы.*

*Ключевые слова: пшеница, почвенная засуха, водообмен, водоудерживающая способность, транспирация, водный дефицит.*

A.R. Rustamov  
Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics,  
Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan**EFFECT OF LONG-TERM SOILS DROUGHT ON THE PARAMETERS OF WATER  
EXCHANGE OF POLYPLOID VARIETIES OF SOFT WHEAT**

*The influence of prolonged soil drought on water exchange parameters (total water content, water retention capacity of the leaves, transpiration intensity, water deficit) of polyploid varieties of soft wheat is discussed in the article. It is shown that, against the backdrop of soil drought, there are significant changes in the parameters of water exchange in the studied varieties of wheat.*

*Key words: wheat, soil drought, water exchange, transpiration, water retention capacity, water deficit.*

Глобальное изменение климата является одной из серьезнейших экологических проблем биосферы. Изменение климата, наряду с другими последствиями, может индуцировать стрессовые факторы (температурный, водный, солевой), которые могут оказать сильное воздействие на продукционный процесс агрофитоценозов [1-3]. Под влиянием этих стрессоров происходят нарушения метаболических процессов, в частности, распад белков, изменение коллоидно-химического состояния цитоплазмы, осмотический шок, и в конечном итоге, снижение качества и количества запасаемого растениями органического вещества [5,7,9]. Для Таджикистана с континентальным климатом данная проблема имеет свою специфику и особое значение, поскольку наблюдаются самые разнообразные типы климата – от типичной жаркой пустыни с малым годовым количеством осадков до климата высокогорной зоны с отрицательной среднегодовой температурой. В связи с этим нами была поставлена цель изучить влияние засухи на некоторые показатели водообмена различных сортов мягкой пшеницы.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования служили сорта мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с различной ploidy: Голоколоска (гексаплоид) и Галгалос (тетраплоид), полученные из коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова и местный сорт Зафар (диплоид).

Полевые опыты проводились на экспериментальном участке Института ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан, расположенном в восточной части Гиссарской долины на высоте 834 м над ур. м.

Растения выращивались в вегетационных сосудах и были разделены на две группы: 1.

Растения, выращенные в условиях оптимальной почвенной влажности 75-80% от НВ (наименьшая влагоемкость) – контроль (полив); 2. Растения, выращенные в условиях недостаточной почвенной влажности 50-55% от НВ - опыт (засуха). В каждом сосуде 20-25 растений пшеницы.

Интенсивность транспирации срезанных листьев определяли методом быстрого взвешивания по Л.А.Иванову и др. [4], водоудерживающую способность листьев по А.А.Ничипоровичу [6]. Водный дефицит листьев определяли по методике Дж. Чатского [8]. Статистический анализ полученных результатов проводили с использованием программы Microsoft Excel 2007 г.

**Результаты исследования.** Как видно из рисунка, 1 в контрольном варианте - полив оводненность листьев в фазе трубкования у Голоколоска 85,6%, у Галгалос 86,8 %, Зафар -87,6%. В то же время в условиях почвенной засухи оводненность тканей листа заметно падает и составляет 78.8%, 81,0% и 75,6% соответственно. Такая закономерность сохранялась до конца вегетации у исследуемых растений. Как видно из рисунка общее содержание воды в листьях растений контрольного варианта (полив) оказалось достаточно высоким. У сорта Зафар оно находилось в пределах 87,6 - 74,0 %, у сорта Галгалос- 86,8 – 65,8%, а у сорта Голоколоска – 85,6 – 67,2%. В целом, оводненность листьев у изученных сортов в фазу кущения в контрольном варианте была на уровне 85,6 – 87,6%, а при почвенной засухе – 75,3 – 81,8%. Содержание воды в листьях сортов обоих вариантов опыта постепенно снижалось вплоть до фазы молочно-восковой спелости. Различия между вариантами во всех фазах вегетации сохранялись. Однако можно заметить, что у сорта Галгалос по сравнению с сортами Голоколоска и Зафар содержаные воды заметно ниже и минимальное ее содержание достигло 59,2% в фазе молочно-восковой спелости.

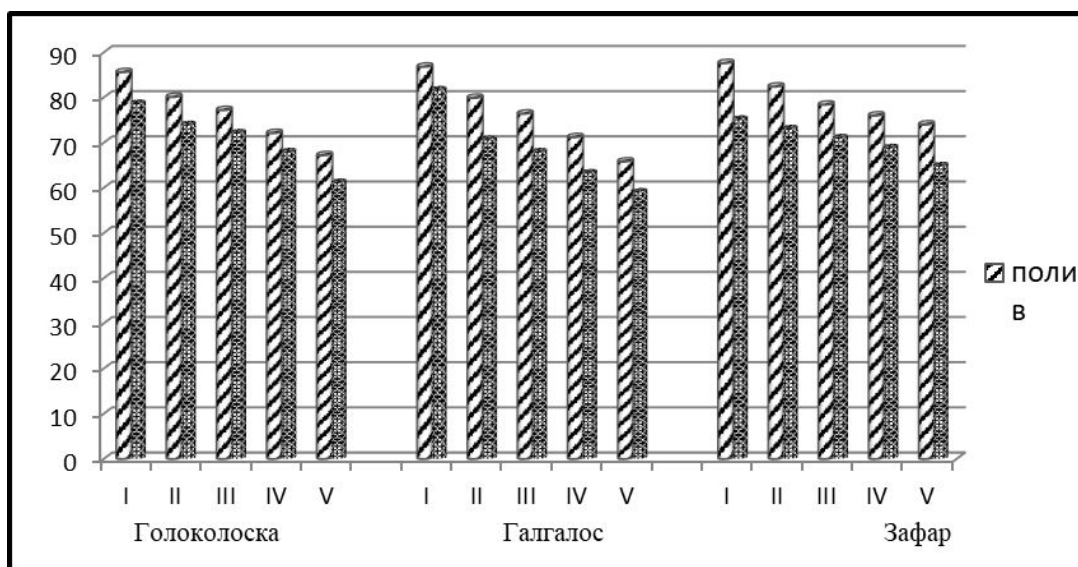


Рис. 1. Общее содержание воды в листьях растений сортов мягкой пшеницы, %.

**Примечание:** Фазы развития I- трубкование, II-колошение, III-цветение, IV- молочно - восковая спелость.

В таблице 1 представлены данные о дневном ходе интенсивности транспирации листьев сортов мягкой пшеницы в условиях почвенной засухи.

Таким образом, содержание воды во всех фазах вегетации в контрольном варианте держится почти на одном уровне, а в опытном варианте по мере развития растения незначительно уменьшается. Содержание воды в листьях изученных сортов пшеницы в зависимости от условий водообеспечения было различным. В условиях оптимального водоснабжения оводненность листьев была выше, чем при почвенной засухе.

Таблица 1

Дневной ход интенсивности транспирации (мг/г. сыр. вес за ч.)			
Сорта	Голоколоска	Галгалос	Зафар

Время дня						
	полив	засуха	полив	засуха	полив	засуха
<b>Фаза кущения</b>						
08 <sup>00</sup>	1.1±0.1	0.8±0.0	1.2±0.0	0.6±0.0	1.8±0.1	0,7±0.0
10 <sup>00</sup>	1.8±0.2	1.3±0.1	3.1±0.1	1.3±0.1	1.7±0.0	1.1±0.1
12 <sup>00</sup>	2.8±0.1	2.1±0.2	2.6±0.2	1.9±0.4	2.4±0.2	1.8±0.2
14 <sup>00</sup>	3.4±0.4	1.6±0.0	2.9±0.0	1.1±0.3	3.3±0.0	2.0±0.3
16 <sup>00</sup>	2.3±0.1	1.2±0.2	3.3±0.4	0.9±0.1	2.7±0.0	2.0±0.3
<b>Фаза трубкования</b>						
08 <sup>00</sup>	1.3±0.1	1.0±0.2	1.3±0.1	1.1±0.4	1.8±0.0	1.0±0.2
10 <sup>00</sup>	1.6±0.1	1.2±0.2	1.8±0.1	1.2±0.1	2.3±0.0	1.4±0.2
12 <sup>00</sup>	1.8±0.2	1.5±0.3	2.8±0.3	2.0±0.2	2.5±0.1	1.8±0.1
14 <sup>00</sup>	1.9±0.3	1.6±0.1	2.5±0.1	2.2±0.5	3.1±0.2	2.4±0.3
16 <sup>00</sup>	1.2±0.1	1.0±0.0	1.4±0.0	0.7±0.1	2.1±0.1	1.5±0.0
<b>Фаза колошения</b>						
08 <sup>00</sup>	1.5±0.0	1.2±0.0	1.4±0.3	0.8±0.3	1.3±0.1	1.1±0.0
10 <sup>00</sup>	1.6±1.1	1.4±0.2	1.5±0.1	1.2±0.0	1.5±0.1	1.2±0.1
12 <sup>00</sup>	2.1±0.2	1.9±1.3	2.2±0.4	1.7±0.6	2.2±0.2	1.8±0.1
14 <sup>00</sup>	2.5±0.3	2.1±0.2	2.6±0.0	2.1±0.1	3.1±0.1	2.4±0.1
16 <sup>00</sup>	1.4±0.1	1.1±0.0	1.7±0.0	1.3±0.2	2.5±0.1	1.9±0.3
<b>Фаза цветения</b>						
08 <sup>00</sup>	1.2±0.2	1.0±0.1	1.5±2.1	0.7±0.1	1.5±0.1	1.2±0.3
10 <sup>00</sup>	1.4±0.1	1.2±0.2	1.7±1.1	1.1±2.1	2.1±0.1	1.7±0.2
12 <sup>00</sup>	2.3±0.0	1.9±1.2	2.2±0.4	1.5±0.3	2.3±0.1	2.0±0.1
14 <sup>00</sup>	2.6±0.2	2.3±2.1	1.9±0.1	1.3±0.1	2.7±0.2	1.7±0.3
16 <sup>00</sup>	1.5±0.1	1.3±0.1	1.5±2.2	1.1±0.3	2.6±0.1	1.4±0.1
<b>Фаза молочно-восковой спелости</b>						
08 <sup>00</sup>	1.3±0.2	1.1±0.1	1.4±0.1	0.6±0.2	1.0±0.2	0.8±0.2
10 <sup>00</sup>	1.5±1.1	1.3±0.3	1.1±0.1	0.9±0.1	0.9±0.2	1.5±0.3
12 <sup>00</sup>	2.1±0.2	1.9±0.3	2.5±0.2	1.3±0.1	2.4±0.3	1.6±0.3
14 <sup>00</sup>	1.8±0.3	1.4±0.1	1.3±0.0	1.0±0.1	2.3±0.4	1.3±0.1
16 <sup>00</sup>	1.3±0.1	1.0±0.1	1.2±0.1	0.8±0.2	1.5±0.1	1.1±0.1

Как видно из этих данных, интенсивность транспирации у исследуемых растений сорта Голоколоска в фазе кущения в условиях почвенной засухи была почти в два раза ниже, чем при поливе, а у сорта Галгалос интенсивность транспирации снизилась примерно в три раза. В фазе трубкования у сорта Голоколоска интенсивность транспирации по сравнению с фазой кущения в варианте «полив» уменьшилась на 28%, а при засухе оставалась на том же уровне. У сорта Галгалос интенсивность транспирации в этой фазе при поливе уменьшилась на 23%, а в условиях засухи, наоборот повысилась на 39%. Анализ данных показывает, что при почвенной засухе в фазе кущения интенсивность транспирации снижается у сортов Голоколоска и Зафар на 38% и 35%, а у сорта Галгалос на 55% соответственно. В фазах трубкования, колошения и цветения снижение транспирации у всех сортов были на уровне 35-22%. В фазе молочно-восковой спелости интенсивность транспирации сорта Галгалос снизилось на 37%, а у сортов Голоколоска и Зафар на более чем 27%.

В целом, можно отметить, что среди изученных сортов сорт Галгалос в условиях почвенной

засухи имел более ощутимое снижение интенсивности транспирации (на 55-27%). Изучение сезонной динамики интенсивности транспирации исследуемых сортов пшеницы показало, что почвенная засуха во всех фазах развития оказала существенное ингибирующее воздействие. Среднесезонные показатели интенсивности транспирации у сортов мягкой пшеницы свидетельствуют о том, что реакция изученных видов оказалась неодинаковой.

В табл. 2 представлены данные среднедневногохода интенсивности транспирации при разной почвенной влажности. Как видно из этой таблицы, в условиях почвенной засухи у изученных сортов среднедневная интенсивность транспирации заметно ниже, чем при оптимальном режиме влажности почвы. По мере повышения температуры воздуха и прохождения последующих фаз развития эти различия в показателях транспирации растений становятся более существенными. Интенсивность среднедневной транспирации листьев у Голоколоска в условиях полива в фазе кущения была на уровне 2,28г/г сырого веса. ч, а при засухе – 1,40г/г сырого веса. ч, у Галгалос соответственно – 2,62 и 1,16г/г сырого веса. ч, а у Зафар была 2,38 и 1,58г/г сырого веса.

**Таблица 2**

**Влияние почвенной засухи на интенсивность среднедневной транспирации  
(мг воды/г. сыр. вес за ч.)**

Сорт	Варианты	Фазы развития				
		кущение	трубкование	колошение	цветение	молочно-восковая спелость
Голоко-лоска	полив	2,28±0,07	1,74±0,06	1,88±0,02	1,80±0,07	1,60±0,03
	засуха	1,40±0,02	1,26±0,03	1,54±0,01	1,50±0,03	1,34±0,06
Галгалос	полив	2,62±0,04	1,96±0,08	1,88±0,02	1,76±0,05	1,50±0,07
	засуха	1,16±0,03	1,34±0,02	1,36±0,03	1,14±0,04	0,94±0,14
Зафар	полив	2,38±0,14	2,36±0,05	2,12±0,05	2,24±0,06	1,82±0,05
	засуха	1,58±0,05	1,62±0,04	1,68±0,06	1,60±0,02	1,50±0,06

Таким образом, проведенные нами исследования убедительно показали, что засуха во всех фазах развития у изученных сортов мягкой пшеницы существенно подавляла интенсивность транспирации.

В табл. 3 представлены данные по водоудерживающей способности листьев разных сортов пшеницы в условиях почвенной засухи. Как следует из таблицы, этот показатель зависит от условий выращивания и фазы вегетации растений. При почвенной засухе водоудерживающая способность листьев увеличивается в пределах от 5 до 15%.

**Таблица 3**

**Водоудерживающая способность листьев сортов мягкой формы пшеницы  
в условиях почвенной засухи (% сохранения воды)**

Время дня	Голоколоска		Галгалос		Зафар	
	полив	засуха	полив	засуха	полив	засуха
<b>Фаза кущения</b>						
08 <sup>00</sup>	66 .4±0.0	70 .1±0.0	72.1±0.1	73,0± 0,1	70,2±0,1	71,1±2,1
10 <sup>00</sup>	65 .2±1.0	69 .3±1.1	68,2±2,1	70,1± 2,1	68,1±2,1	69,1±0,0
12 <sup>00</sup>	40.0±0. 0	42 .1±0.4	45,1±0,0	63,0± 0,1	52,1±2,2	53,1±0,1
14 <sup>00</sup>	48.2±0. 3	50.0±1 .3	53,2±0,1	67,0± 2,1	54,2±0,0	56,1±1,2

Фаза трубкования						
08 <sup>00</sup>	65,1±3, 0	72,0±2,2	69,1±0,3	68,8± 2,1	70,3±2,2	73,4±1, 2
10 <sup>00</sup>	51,0±0, 3	62,1±0,1	52,4±0,4	57,7± 0,4	50,3±1,0	53,2±1, 2
12 <sup>00</sup>	42,0±2, 1	46,2±1,2	30,0±0,0	42,3± 2,1	42,1±2,1	44,0±0, 0
14 <sup>00</sup>	38,1±3, 1	42,1±0,3	35,1±1,2	43,5± 0,0	37,2±0,0	38,1±0, 3
Фаза колошения						
08 <sup>00</sup>	74,1±0, 1	75,4±2,1	70,4±2,2	72,3± 0,2	68,2±0,1	73,2±1, 1
10 <sup>00</sup>	64,2±0, 2	66,2±0,2	51,1±0,1	54,1± 1,1	53,4±2,1	61,3±0, 0
12 <sup>00</sup>	42,4±1, 0	52,2±0,0	53,2±0,4	58,2± 3,1	42,2±0,4	53,1±0, 1
14 <sup>00</sup>	50,3±0, 0	60,4±2,1	50,1±0,3	53,4± 0,3	44,1±2,4	57,3±0, 2
Фаза цветения						
08 <sup>00</sup>	47,2±3,0	65,2±1,0	54,2±0, 2	57,4± 2,3	62,4±1,0	68,4±0, 3
10 <sup>00</sup>	40,1±2,1	52,1±0,0	39,7±2, 1	44,5± 0,4	47,1±2,2	51,4±2, 4
12 <sup>00</sup>	32,2±0,1	37,4±1,2	32,6±0, 0	37,8± 2,3	34,8±0,4	37,6±0, 4
14 <sup>00</sup>	44,7±0,0	56,2±0,0	43,1±1, 6	51,3± 2,4	57,1±0,0	59,2±0, 3
Фаза молочно-восковой спелости						
08 <sup>00</sup>	46,7±3,0	60,2±2,1	48,1±2, 0	63,1± 0,0	51,2±0,0	67,1±0, 0
10 <sup>00</sup>	39,3±2,2	52,4±3,4	37,4±1, 2	50,1± 1,0	43,4±2,0	51,8±2, 1
12 <sup>00</sup>	27,2±3,1	40,7±0,1	30,3±0, 4	37,8± 2,1	39,1±0,0	43,7±0, 0
14 <sup>00</sup>	44,3±1,4	55,6±2,1	46,7±0, 0	58,2± 0,1	49,0±0,0	57,2±0, 3

**Таблица 4**

**Среднедневные показатели водоудерживающей способности листьев сортов мягкой пшеницы  
в условиях почвенной засухи(% сохранение воды)**

Сорта	Вариан- ты	Фазы развития				
		Куще- ния	Трубкава- ния	Колоше- ния	Цвете- ния	Молочно- восково й спелости
Голоколоска	полив	54,9±0,2	49,0±0,1	57,2±0,0	41,0±0,2	39,3±0,2
	засуха	57,8±0,0	52,6±1,0	63,5±0,2	52,7±0,3	52,2±0,0
Галгалос	полив	59,6±1,0	46,6±1,0	56,2±0,1	44,2±0,2	40,6±0,0
	засуха	68,2±0,0	52,9±0,0	58,0±0,0	47,7±0,3	52,3±0,2

Зафар	полив	61,1±0,0	49,9±0,0	52,2±0,1	50,3±0,0	45,6±0,0
	засуха	61,8±0,0	49,6±0,1	61,2±0,2	54,1±0,0	54,9±0,1

Определение водоудерживающей способности листьев в дневной динамике показало, что в целом по сравнению с оптимальным водообеспечением при водном дефиците происходят заметные изменения.

В табл. 5 представлены данные по влиянию засухи на реальный водный дефицит листьев у сортов мягкой пшеницы.

**Таблица 5**

**Реальный водный дефицит листьев сортов мягкой пшеницы в условиях почвенной засухи, (%)**

Сорта	Вариан-ты	Фазы развития				
		кущени е	трубковани е	колошени е	цветени е	Молочно- восково й спелости
Голоколос ка	полив	11,5±0,2	12,4±0,4	13,2±0,1	16,2±0,2	21,4±0,2
	засуха	14,2±1,0	17,6±1,4	19,4±0,2	24,1±0,3	30,1±0,4
Галгалос	полив	12,0±1,3	12,6±1,8	13,4±0,4	14,1±0,6	19,3±0,2
	засуха	18,5±0,4	21,7±0,3	22,1±0,5	27,1±0,6	32,3±0,3
Зафар	полив	10,2±0,1	13,4±0,0	15,1±0,2	16,8±0,2	20,3±0,0
	засуха	20,1±0,0	22,3±0,3	23,1±0,0	26,4±0,0	31,7±0,3

Анализ данных по влиянию почвенной засухи на реальный водный дефицит листьев исследуемых растений показывает, что в зависимости от уровня влажности почвы, фазы развития и сорта растений этот показатель подвержен заметному изменению. Определение водного дефицита у исследованных сортов пшеницы в условиях почвенной засухи показало, что во всех периодах вегетации происходит повышение водного дефицита листьев.

В фазе колошения в контрольном варианте водный дефицит у сортов пшеницы Голоколоска, Галгалос и Зафар составлял соответственно; 13,2, 13,4, 15,1 %, а в условиях засухи в пределах 19,4, 22,1, 23,1%. В фазе цветения у изученных сортов водный дефицит листьев заметно повышается. Однако в фазе молочно-восковой спелости различия между вариантами опыта незначительный.

В целом, анализ среднедневного уровня водного дефицита в листьях изученных растений показывает, что во всех случаях засуха способствовала возрастанию водного дефицита. Вместе с тем можно заметить, что у пшеницы сорта Галгалос в контрольном варианте уровень водного дефицита несколько выше, чем у других изученных сортов пшеницы. Показатели водного дефицита у листьев изученных сортов в течение всего периода вегетации между вариантами опыта значительно различались.

Данные рис. 2 показывают, что у всех изученных сортов во всех фазах развития у обоих вариантов опыта в разной степени обнаруживается полуденный водный дефицит. Естественно, при почвенной засухе этот дефицит оказывается на 3-13% больше, чем в условиях оптимального водообеспечения (контроль). Вместе с тем, по уровню полуденного водного дефицита обнаруживаются некоторые сортовые различия. Так, у сорта Голоколоска во всех фазах вегетации

полуденный водный дефицит на 2 – 5% меньше, чем у других сортов. У сорта Зафар, наоборот, во всех фазах вегетации водный дефицит на 2-4% выше, чем у других сортов. У сорта Галгалос заметное возрастание водного дефицита наблюдается в фазе цветения (27,1%) и молочно-восковой спелости (32,3%). Это может быть объяснено повышенным расходом воды на транспирацию в период наступления высоких температур воздуха (35-37°С) или же низкой поглощающей способностью корней при критическом падении уровня влажности почвенной среды.

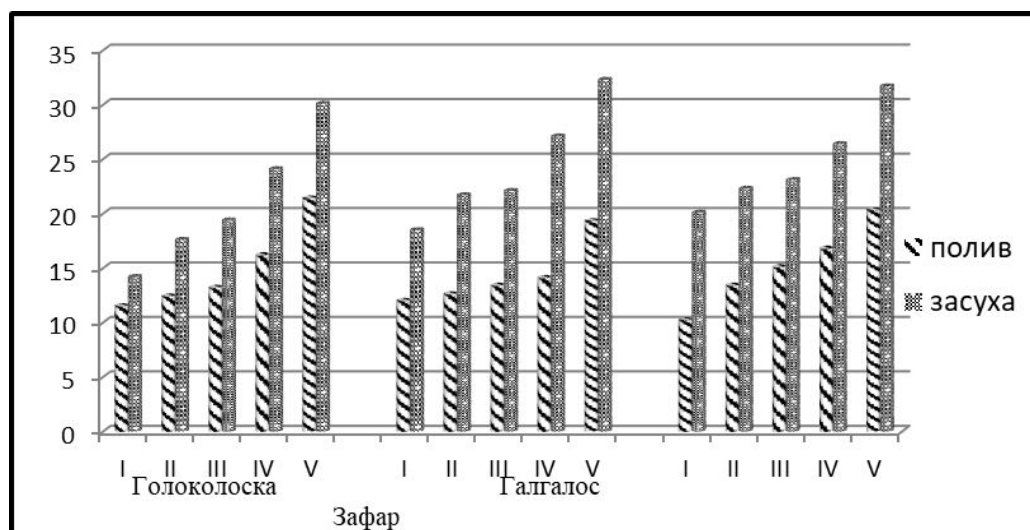


Рис.2. Полуденный водный дефицит листьев у сортов мягкой пшеницы (%)

Примечание: Фазы развития I- кущение, II- трубкование, III-колошение, IV-цветение, V-молочно - восковая спелость.

Таким образом, полученные нами данные показывают, что почвенная засуха, как экстремальный экологический фактор, оказала существенное влияние на процесс водообмена листьев сортов пшеницы. Анализ полученных данных показывает, что сорт Голоколоска характеризуется более стабильным водообменом, чем сорт Галгалос.

#### Литература:

1. **Абдуллоев, А.** Физиология пшеницы в условиях изменения климата в Таджикистане [Текст] / Эргашев А., Джумаев Б.Б., Касимова Г. Ф., Маниязова Н.А., Сабоиев И., Усмонов Т., Абдуллаев С.Ф. // Душанбе, 2015, 153 с.
2. **Альтергот, В.Ф.** Действие повышенной температуры на растения в эксперименте и природе. 40-е Тимирязевское чтение [Текст] – Москва, Наука, 1981, 56 с.
3. **Дроздов, С.Н.** Эколого-физиологические аспекты устойчивости растений. Сб; Эколого-физиологические механизмы устойчивости растений к действию экстремальных температур [Текст] - Петрозаводск, 1978, С. 3-13.
4. **Иванов, Л.А.** О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях [Текст] / Иванов Л.А., Силина А.А., Цельникер Ю.Л. // Ботанический журнал, 1950, Т. 35, № 2, С.171-185.
5. **Кершанская, О.И.** Фотосинтетические основы продукционного процесса у пшеницы [Текст] - Алматы, 2007, 244 с.
6. **Ничипорович, А.А.** О патере воды срезанными растениями в процессе завядания [Текст] - Журнал опытной агрономии Юго-Востока (Россия). - 1926, Т. 3, Вып. 1, С.76-78.
7. **Эргашев, А.** Влияние климатообразующих факторов на водообмен листьев пшеницы [Текст] / Эргашев А., Абдуллоев А., Иброхимов К., Кобиллов Ю. // Доклады АН РТ, 2011, Т. 54, № 7, С. 576-582.
8. **Chatsky, L.** Determination of water deficit in disks cup out from leaf blades [Text] Biological Plantarum, 1960, Vol. 2, № 1, pp. 76-78.

9. **Levitt, J.** Response of plants to environmental stress-chilling freezing and high temperature stress [Text]  
New-York: Acad. Press, 1980, 479 p.