

УДК 633.112:632.112

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-345-2-74-77>

Краткий обзор/Brief review

Лобунская И.А.,  
Ионова Е.В.,  
Лиховидова В.А.

ФГБНУ «АНЦ «Донской»  
E-mail: l.fiziologii@yandex.ru

**Ключевые слова:** озимая пшеница, индекс листовой поверхности, хлорофилл, урожайность, засухоустойчивость

**Для цитирования:** Лобунская И.А., Ионова Е.В., Лиховидова В.А. Влияние засушливых условий на урожайность и элементы фотосинтетической деятельности. Аграрная наука. 2021; 345 (2): 74–77.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-345-2-74-77>

**Конфликт интересов отсутствует**

Irina A. Lobunskaya,  
Elena V. Ionova,  
Valentina A. Likhovidova

FSBSI "Agricultural Research Center  
"Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd,  
Nauchny Gorodok str., 3  
E-mail: vniizk30@mail.ru

**Key words:** winter durum wheat, leaf area index, chlorophyll, productivity, drought resistance

**For citation:** Lobunskaya I.A., Ionova E.V., Likhovidova V.A. The effect of arid conditions on productivity and elements of photosynthetic activity of winter soft wheat. Agrarian Science. 2021; 345 (2): 74–77. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-345-2-74-77>

**There is no conflict of interests**

## Влияние засушливых условий на урожайность и элементы фотосинтетической деятельности озимой мягкой пшеницы

### РЕЗЮМЕ

В данной статье представлены результаты оценки влияния условий выращивания на показатели индекса листовой поверхности, сохранности пигмента хлорофилла и урожайности образцов озимой мягкой пшеницы селекции АНЦ «Донской». Исследования выполнены в 2017–2020 гг. в лаборатории физиологии растений. Применяемые методики были следующими: площади листьев определяли по методу Ничипоровича А.А. (1955), индекс листовой поверхности посева во время колошения и цветения рассчитывали по С.А. Тарасенко (2015). Содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы определяли по методу Шматко И.Т. (1976). В результате проведенных исследований установлено, что изменение индексов листовой поверхности и содержание хлорофилла в листьях в течение вегетации связано со степенью засухоустойчивости растений и зависит в основном от запаса почвенной влаги в корнеобитаемой зоне и от изучаемого генотипа. В условиях недостаточной влагообеспеченности максимальные значения индекса листовой поверхности, сохранности пигмента хлорофилла сформировали сорта Краса Дона, Аскет, Этюд и Вольный Дон.

## The effect of arid conditions on productivity and elements of photosynthetic activity of winter soft wheat

### ABSTRACT

The current paper has presented the estimating results of the effect of vegetation conditions on a leaf area index, preservation of chlorophyll pigment and productivity of the winter common wheat samples developed by the ARC "Donskoy". The study was conducted in the laboratory of plant physiology in 2017–2020. There has been used the following methodology: the leaf areas were determined by the Nichiporovich's method (1955), the leaf area index during the periods of ear formation and flowering was estimated according to S.A. Tarasenko (2015). The chlorophyll content in the leaves of winter wheat varieties was assessed by the Shmatko's method (1976). The study results have identified that the leaf area indices and the chlorophyll content in leaves during the vegetation period changed according to the drought resistance degree of plants and depended mainly on the root moisture supply and on the studied genotype. In the conditions of insufficient moisture supply the varieties Krasa Dona, Asket, Etyud and Volny Don formed the maximum values of a leaf area index and preservation of chlorophyll pigment.

Поступила: 12 февраля  
После доработки: 25 февраля  
Принята к публикации: 25 февраля

Received: 12 February  
Revised: 25 February  
Accepted: 25 February

## Введение

Основой урожайности растений является фотосинтез — уникальный биологический процесс, в котором происходит преобразование световой энергии в химическую [1]. Теоретические расчеты показывают, что оптимизация работы фотосинтетического аппарата на разных уровнях его организации может увеличить зерновую продуктивность на 10–60% [2]. Накопление биологического урожая зависит не только от интенсивности фотосинтеза в листьях, но также от площади листьев, скорости их формирования и продолжительности их сохранности, особенно во вторую половину вегетации [3]. Хотя хлорофилл как основной составной компонент растительных фотосистем может оказывать влияние на их урожайность, отмечают, что его содержание в листьях высокопродуктивных сортов пшеницы может быть как высоким, так и невысоким [4]. В то же время растения с более высоким уровнем хлорофилла поглощают больше энергии и вследствие этого имеют более высокую интенсивность фотосинтеза, что связывают с продуцированием большей биомассы [2].

У некоторых засухоустойчивых сортов содержание хлорофилла сохранялось в большем количестве, что являлось одним из механизмов адаптивности сортов к засушливым условиям [5]. Физиологические процессы, обуславливающие содержание хлорофилла в листьях и площадь ассимиляционной поверхности, могут по-разному реагировать на различные условия выращивания [6].

Целью исследований являлась оценка влияния неблагоприятных условий выращивания на показатели индекса листовой поверхности (ИЛП) посева, концентрации хлорофиллов (Хл) в листьях и величину урожайности озимой пшеницы в зависимости от величины их влагообеспеченности.

## Методика

Исследования выполнены в 2017–2020 гг. в лаборатории физиологии растений. Объектом исследований являлись сорта озимой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», выращиваемые на экспериментальной площадке

(засушник) при различных условиях увлажнения. Опытные образцы выращивали при 30% ПВ, контрольные — при 70% ПВ путем полива по методике Маймистова.

Изучение площади листьев определяли по методу Ничипоровича А.А. (1955) по формуле:

$$S = a \cdot b \cdot k,$$

где  $a$  — длина листьев,  $b$  — ширина,  $k$  — коэффициент 0,65.

Индекс листовой поверхности посева во время колошения и цветения рассчитывали как произведение суммарной площади зеленых листьев растения на густоту стояния растений озимой пшеницы по формуле:

$$\text{ИЛП} = (S_{\text{ср}} \cdot n \cdot k) / (M - 10000),$$

где  $S_{\text{ср}}$  — средняя площадь одного листа,  $\text{см}^2$ ;  $n$  — общее количество листьев со всех растений пробы, шт.;  $k$  — количество растений на квадратном метре, шт.;  $M$  — количество растений в пробе, шт. (С.А. Тарасенко, 2015).

Содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы определяли по методу Шматко И.Т. (1976). Статистическую обработку полученных данных проводили по Б.А. Доспехову (2014) в Excel и по программе Statistica 8.0.

## Результаты

Показатель площади ассимиляционной поверхности растения широко используется в физиологических и агрономических исследованиях. Площадь отдельного листа и общая листовая поверхность растения позволяют оценить его фотосинтетический потенциал. Лист обладает наибольшими приспособительными качествами к условиям окружающей среды, что выражается в изменении площади ассимиляционной поверхности растения в зависимости от условий выращивания [7].

В условиях провокационного фона «засушник» индексы листовой поверхности сортов озимой мягкой пшеницы в фазы колошения и цветения при различных условиях выращивания достоверно различались (таблица 1).

Анализ полученных результатов показал, что более высокий индекс листовой поверхности по сравнению

Таблица 1. Изменение индекса листовой поверхности при различных условиях выращивания образцов озимой мягкой пшеницы, 2017–2020 гг.

Table 1. Change of a leaf area index of the winter common wheat samples growing under various conditions, 2017–2020

Образец	Фаза развития					
	колошение			цветение		
	опыт	контроль	в % к контр.	опыт	контроль	в % к контр.
Дон 107, st.	4,21	6,37	66,09	1,27	2,74	46,4
Краса Дона	5,99	6,84	87,6	2,55	4,27	59,7
Этюд	3,88	7,24	53,6	2,49	3,79	65,7
Шеф	4,70	6,40	73,4	2,10	3,76	55,9
Аскет	5,44	6,41	84,9	1,84	3,00	61,3
Лучезар	3,12	4,66	66,9	1,49	3,44	43,3
Вольный Дон	2,73	5,09	53,6	1,47	2,92	50,3
Донская степь	4,41	4,92	89,6	1,23	2,88	42,7
Жаворонок	3,06	3,65	83,8	1,19	2,15	55,3
Полина	4,40	6,58	66,9	0,53	1,26	42,1
586/13	4,90	6,94	70,6	1,23	3,52	34,9
1126/13	2,20	4,28	51,4	1,23	2,72	45,2
НСР <sub>05</sub>	0,28	0,13	—	0,11	0,14	—

Таблица 2. Изменение содержания пигментов хлорофилла в листьях образцов озимой мягкой пшеницы при различных условиях выращивания, мг/100 г сырого вещества, 2017–2020 гг.

Table 2. Change of chlorophyll content in the leaves of the winter common wheat samples growing under various condition, mg/100 g, 2017–2020

Образец	Фаза развития					
	колошение			цветение		
	опыт	контроль	в % к контр.	опыт	контроль	в % к контр.
Дон 107, st.	3,0	3,5	85,7	3,2	3,0	106,7
Краса Дона	3,8	3,7	102,7	4,0	3,2	125,0
Этюд	3,5	3,4	102,9	3,8	3,5	108,6
Шеф	3,1	3,0	103,3	3,5	3,3	106,1
Аскет	3,6	3,0	120,0	3,7	3,4	108,8
Лучезар	2,9	2,8	103,6	3,1	2,9	106,9
Вольный Дон	3,3	3,2	103,1	3,6	3,4	105,9
Донская степь	3,0	2,9	103,4	3,4	3,1	109,7
Жаворонок	2,4	2,2	109,1	2,6	2,3	113,0
Полина	3,0	2,8	107,1	3,3	2,9	113,8
586/13	3,0	2,8	107,1	3,2	2,9	110,3
1126/13	3,1	2,7	114,8	3,3	2,9	113,8
НСР <sub>05</sub>	0,18	0,16	–	0,14	0,12	–

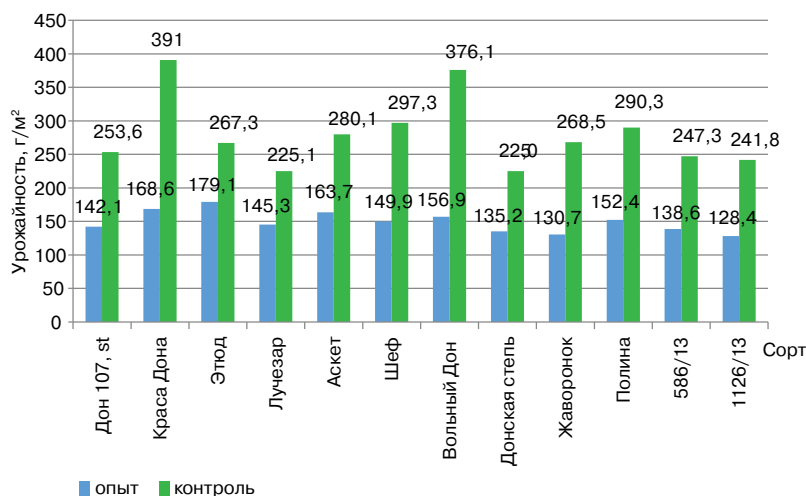
со стандартным сортом Дон 107 отмечен у образцов Краса Дона (5,99), Аскет (5,44) и линия 586/13 (4,90) в фазу колошение, а фазу цветения — у сортов Краса Дона (2,55), Этюд (2,49), Шеф (2,10). Отмечено снижение индекса листовой поверхности в опыте (30% ПВ) по сравнению с контролем (70% ПВ), так как недостаточная влагообеспеченность замедляет рост и развитие растений пшеницы, поэтому индекс листовой поверхности снижался.

Одним из важнейших показателей продуктивности растений является содержание в хлоропластах зеленых пигментов — хлорофилла. Была изучена динамика относительного содержания хлорофилла при различных условиях выращивания сортов озимой пшеницы. Общее содержание хлорофилла в условиях модельной засухи (опыт) варьировало от 3,8 (Краса Дона) до 2,4 (Жаворонок) мг/100 г сырого вещества, а в контроле — от 3,7 (Краса Дона) до 2,2 (Жаворонок) мг/100 г сырого вещества в фазу колошение (таблица 2).

Наибольшая концентрация в условиях опыта (ПВ 30%) отмечена у сортов: Краса Дона — 3,8, Аскет — 3,6, Этюд — 3,5, и Вольный Дон — 3,3 мг/100 г сырого вещества, что достоверно превышает показатели стандартного сорта Дон 107 на 0,8, на 0,6, на 0,5 и на 0,3 мг/100 г сырого вещества соответственно (НСР<sub>05</sub> = ±0,18 мг/100 г сырого вещества). В условиях оптимального увлажнения (контроль) показатели сорта Краса Дона превышали стандарт Дон 107, а у остальных изучаемых образцов озимой пшеницы содержание хлорофилла было ниже (НСР<sub>05</sub> = ±0,16 мг/100 г сухого вещества). При нарастающей засухе к фазе

Рис. 1. Урожайность образцов озимой мягкой пшеницы при различных условиях выращивания, 2017–2020 гг.

Fig. 1. Productivity of the winter common wheat samples growing under various conditions, 2017–2020



цветения наибольшая сохранность пигментов хлорофилла отмечалась у 7 изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы (НСР<sub>05</sub> = ±0,14 мг/100 г сухого вещества). Максимальная сохранность пигментов хлорофилла в опыте зафиксирована у сортов Краса Дона — 4,0, Этюд — 3,8, Аскет — 3,7, и Вольный Дон — 3,6 мг/100 г сырого вещества. В контроле максимальную сохранность пигментов хлорофилла по сравнению с сортом Дон 107 отмечали у пяти изучаемых сортов (НСР<sub>05</sub> = ±0,12 мг/100 г сухого вещества). Максимальное содержание пигментов хлорофилла в условиях оптимального увлажнения отмечено у сортов Этюд (3,5 мг/100 г сухого вещества), Аскет и Вольный Дон (по 3,4 мг/100 г сухого вещества). Следует отметить, что при различных условиях выращивания наблюдаются различия концентрации пигментов хлорофилла в листьях ози-

мой пшеницы. Таким образом, от структурной организации зеленых пигментов, от состояния пигмент-белковых комплексов хлоропластов и от длительности их сохранности зависит активность и эффективность работы фотосинтетического аппарата.

Фотосинтезу принадлежит ведущая роль в формировании урожая и повышении общей продуктивности растений. В условиях недостаточного увлажнения урожайность варьировала от 128,4 (1126/13) до 179,1 (Этюд) г/м<sup>2</sup>. Достоверно стандарт превысили сорта Этюд (37 г/м<sup>2</sup>), Краса Дона (26,5 г/м<sup>2</sup>), Аскет (21,6 г/м<sup>2</sup>), Вольный Дон (14,8 г/м<sup>2</sup>), Полина (10,3 г/м<sup>2</sup>), Шеф (7,8 г/м<sup>2</sup>). НСР составило 6,5 г/м<sup>2</sup> (рисунок 1).

В условиях оптимального увлажнения урожайность была в пределах от 225,0 (Донская степь) до 391,0 г/м<sup>2</sup> (Краса Дона). Максимальную урожайность сформировали сорта Краса Дона, Вольный Дон, Шеф, Полина, Аскет, Жаворонок, Этюд. НСР составила 13,2 г/м<sup>2</sup>.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рахимов М.М. Ниязмухамедова М.Б. Формирование листовой поверхности посевов озимой пшеницы интродуцированных сортов в разных природно-экологических регионах // Известия академии наук республики Таджикистан. Отделение медицинских наук, 2011. – № 2(175). – С. 51-61. [Rakhimov M.M. Niyazmukhamedova M.B. Leaf surface formation of the winter wheat varieties introduced in different natural and ecological regions // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of Medical Sciences, 2011. - No. 2 (175). - P. 51-61. (In Russ)].
2. Прядкин Г.Л. Пигменты, эффективность фотосинтеза и продуктивность пшеницы / Plant Varieties Studying and Protection. 2018. Т. 14. № 1. С. 97-108. 001: 10.21498/2518-1017.14.1.2018.126524. [Pryadkin G.L. Pigments, photosynthesis efficiency and wheat productivity/ Plant Varieties Studying and Protection. 2018.V. 14. No. 1. P. 97-108. 001: 10.21498 / 2518-1017.14.1.2018.126524 (In Russ)].
3. Подушин Ю.В., Ольховский М.Ю., Федулов Ю.П. Влияние факторов агротехники на индекс листовой поверхности и содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ, 2009. – № 51(7). – С. 319-326. [Podushin Yu.V., Olkhovsky M.Yu., Fedulov Yu.P. The effect of agro-engineering factors on a leaf surface index and chlorophyll content in the leaves of winter wheat// Polythematic electronic scientific journal KubSAU, 2009. - No. 51 (7). - P. 319-326. (In Russ)].
4. Саксанова Н.А., Каримов Х.Х., Абдуллаев Х.А., Рахимов М.М. Содержание хлорофилла у озимой пшеницы, выращенной в условиях Согдийской области Таджикистана // Известия

## Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что изменение индексов листовой поверхности и содержание хлорофилла в листьях в течение вегетации связано со степенью засухоустойчивости растений и зависит, в основном, от запаса почвенной влаги в корнеобитаемой зоне и от изучаемого генотипа. В условиях недостаточной влагообеспеченности максимальные значения индекса листовой поверхности, содержания пигмента хлорофилла сформировали сорта Краса Дона, Аскет, Этюд и Вольный Дон. В заключение следует подчеркнуть, что для того чтобы получить объективную информацию о физиологических особенностях сортов озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения необходимы дальнейшие всесторонние исследования физиологических показателей элементов фотосинтетической деятельности, засухоустойчивости, формирования урожая, роста и развития.

академии наук Республики Таджикистан. 2009. № 2. С. 44-52. [Saksanova N.A., Karimov Kh.Kh., Abdullaev Kh.A., Rakhimov M.M. Chlorophyll content of winter wheat grown in the Sughdy region of Tajikistan// Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. 2009. No. 2. P. 44-52. (In Russ)].

5. Николаева М.К., Маевская С.Н., Шугаев А.Г., Бухов Н.Г. Влияние засухи на содержание хлорофилла и активность ферментов антиоксидантной системы в листьях трех сортов пшеницы, различающихся по продуктивности // Физиология растений. 2010. Т. 57. № 1. С. 94-102 [Nikolaeva M.K., Mayevskaya S.N., Shugaev A.G., Bukhov N.G. The effect of drought on chlorophyll content and enzyme activity of the antioxidant system in the leaves of three wheat varieties with different productivity // Plant physiology. 2010. V. 57. No. 1. P. 94-102 (In Russ)].

6. Бондаренко В.В., Кормилицына О.В., Коолен Д. Определение индекса листовой поверхности на основе анализа цифровых изображений кроны и его использование для оценки категорий состояния деревьев // Вестник московского государственного университета леса - Лесной вестник, 2016. – № 1. С. 94-98. [Bondarenko V.V., Kormilitsyna O.V., Koolen D. Identification of a leaf surface index based on the analysis of digital images of the crown and its use for estimating the categories of tree condition // Bulletin of the Moscow State University of Forest. - Lesnoy Bulletin, 2016. No. 1. P. 94-98. (In Russ)].

7. Николенько В.В., Котов С.Ф. Метод определения площади листовой декоративных сортов земляники / Экосистемы, их оптимизация и охрана, 2010, Вып. 2, С. 99-105. [Nikolenko V.V., Kotov S.F. Identification method of the foliage area of the decorative strawberry varieties / Ecosystems, their optimization and protection, 2010, V. 2, P. 99-105. (In Russ)].

## НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

### Восстановление пересыхающих рек позволит нарастить производство сельхозпродукции

Усиление влияния засухи в Краснодарском крае намерены преодолеть, восстанавливая и «оживляя» пересыхающие степные реки. Соответствующее обращение с просьбой выделить на эти цели средства из федерального бюджета губернатор Краснодарского края Вениамин Кондратьев направил в Правительство России.

Речь идет о восстановлении шести рек. Их общая протяженность составляет более 60 км. Реализация данных

мероприятий позволит устранить дефицит воды в прилегающих районах, сохранить рыбные запасы, увеличить производство сельхозпродукции. На проведение всех необходимых работ потребуется около миллиарда рублей. Если реки удастся восстановить, то производство зерновых и масличных культур вырастет на 300 тысяч тонн, а овощей — на 150 тысяч тонн. Однако одним только расширением и расчисткой русел пересыхающих рек ограничиться не получится. Необходимо также провести ревизию дамб и плотин, многие из которых построены без учета требований водопользования. Конкретные предложения по улучшению состояния водных объектов будут сделаны по результатам проведения всех необходимых исследований.