



## ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.В. Ашаева (фото)

к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и селекции растений ФГБОУ ВПО «Нижегородская ГСХА»

В.Н. Шахалов

к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и селекции растений ФГБОУ ВПО «Нижегородская ГСХА»

*Яровая твёрдая  
пшеница, сорт,  
почвенно-  
климатические условия  
возделывания, площадь  
листовой поверхности,  
фотосинтетический  
потенциал, чистая  
продуктивность  
фотосинтеза,  
фотосинтетически  
активная радиация*

*Summer durum wheat,  
kind, soil-environmental  
conditions of cultivation,  
the leaf area, photosynthetic  
potential, net productivity  
of photosynthesis,  
photosynthetically active  
radiation*

Зерно твёрдой пшеницы является лучшим сырьём для производства высококачественных макаронных изделий [1, 2]. В Нижегородской области отмечается повышенный спрос на зерно этой культуры со стороны региональных перерабатывающих предприятий. В последние годы ареал распространения этой культуры значительно расширился и частично охватил Волго-Вятский регион Нечерноземной зоны России. Нижегородская область по сумме эффективных температур является северной границей возделывания яровой твёрдой пшеницы.

В настоящее время созданы сорта этой культуры, которые хорошо адаптируются к нерегулируемым условиям внешней среды и способны формировать высокую урожайность при возделывании в различных агроклиматических зонах [3, 4].

В результате фотосинтеза происходит рост, развитие растений и формируется урожайность. Поэтому актуальным является изучение фотосинтетической деятельности посевов твёрдой пшеницы в разных условиях произрастания.

Цель исследований заключалась в проведении сравнительного анализа (как общих закономерностей, так и сортовых особенностей) фотосинтетической деятельности посевов яровой твёрдой пшеницы в агроклиматических районах Нижегородской области.

Для достижения поставленной цели необходимо было определить и рассчитать:

- площадь листовой поверхности;
- фотосинтетический потенциал посевов;
- количество сухой фитомассы;
- чистую продуктивность фотосинтеза;
- продуктивность работы листьев;
- аккумуляцию и КПД ФАР.

### Методика

Исследования проводили в 2013 году, в двухфакторном полевом опыте, заложенном на Большеболдинском, Кстовском и Сергачском ГСУ Нижегородской области.

Почвенно-климатические условия возделывания явились одним из изучаемых факторов. В качестве второго фактора выступал сорт яровой твёрдой пшеницы. По существующей классификации агроклиматических районов Нижегородской области Кстовский ГСУ находится в четвёртом – умеренно тёплом районе, а Большеболдинский и Сергачский ГСУ расположены в пятом – тёплом агроклиматическом районе.

Тип почв в опыте – серая лесная различных подтипов. Так, на Кстовском сортоиспытательном участке почва светло-серая лесная легкосуглинистая; на Сергачском ГСУ – серая (типичная) лесная; на Большеболдинском ГСУ – темно-серая лесная среднесуглинистая по гранулометрическому составу.

В опыте изучали 4 сорта яровой твёрдой пшеницы:

- Валентина (контроль);
- Безенчукская степная;
- Безенчукская 182;
- Греммэ.

Расположение делянок в опыте – рендомизированное, площадь учётной делянки составила 30 м<sup>2</sup>.

Агрохимическая характеристика почв в опыте следующая: на Кстовском сортоиспытательном участке почва слабокислая (рН – 5,24), малогумусированная (1,48%), с повышенным содержанием обменного калия и очень высоким количеством подвижного фосфора. На Большеболдинском и Сергачском ГСУ кислотность почв близка к нейтральной, содержание гумуса повышенное (3,68 – 4,28%), а количество доступного фосфора и калия очень высокое.

Погодные условия в агроклиматических районах области различались по распределению осадков в период вегетации и сложились наиболее благоприятно для пшеницы на Большеболдинском ГСУ. В условиях Кстовского сортоиспытательного участка в первой и второй декаде июня на фоне высоких среднесуточных температур (на 4,4°С выше среднесуточных) отмечался дефицит влаги. К тому же 21 июня выпал град, который сильно повредил растения пшеницы.

Исследования в опыте проведены в соответствии с действующими методиками [5].

Корреляционный анализ выполнили с ис-

пользованием компьютерной программы «Апроксимация экспериментальных данных с автоматическим подбором оптимального типа функции» (НПО Южный Урал, 1992 г.).

Агротехника явилась типичной для зоны возделывания. Перед весенней культивацией вносили нитроаммофоску в дозе 200 кг/га. Посев проведён сеялкой ССНП-16 с нормой высева 5 млн всхожих зёрен на 1 га. Против сорняков в фазу кущения применяли гербициды Секатор Турбо + Пума Супер 7,5 (0,1 + 0,6 л/га). Урожай убрали комбайном Sampo-Rostov поделяночно.

### Результаты исследований

При проведении исследований определялась максимальная площадь листовой поверхности в период окончания выхода в трубку. Полученные результаты измерений и расчётов представлены в таблице 1.

В пятом (тёплом) агроклиматическом районе области на темно-серых лесных почвах площадь листовой поверхности была наибольшей и составила 27,09–31,68 тыс. м<sup>2</sup>/га, что в 1,5–1,8 раз больше, чем на Сергачском ГСУ на серых лесных почвах и в 2,0–2,6 раза выше, чем в условиях светло-серых лесных почв Кстовского ГСУ.

Сортовая специфика в формировании площади листьев в пределах отдельно взятой почвенно-климатической зоны была выражена слабо. Тем не менее, в условиях Большеболдинского ГСУ минимальную площадь листовой поверхности (27,09 тыс. м<sup>2</sup>/га) сформировал сорт Безенчукская 182, на Сергачском сортоиспытательном участке – наибольшая площадь листьев – 20,22 тыс. м<sup>2</sup>/га отмечена у сорта Греммэ, а на Кстовском ГСУ – 14,89 тыс. м<sup>2</sup>/га у Безенчукской степной.

Фотосинтетический потенциал посева – величина, характеризующая возможность использования для фотосинтеза солнечной радиации посевами в течение вегетации. Фотосинтетический потенциал определяется интегральной площадью листьев с учётом времени их активного функционирования.

Высокая продуктивность растений обеспечивается достаточно длительной работой фотосинтетического аппарата, которая зависит от ряда факторов, среди которых важное значение имеют почвенно-климатические условия [6].

Синеговская В.Т. и Абросимова Т.Е. считают, что оптимальными являются посевы яровой твёрдой пшеницы, фотосинтетический потенциал которых находится в пределах 2 млн м<sup>2</sup>×сут./га в расчёте на каждые 100 дней вегетации [7].

Таблица 1 - Показатели фотосинтетической деятельности посевов пшеницы

Сорт	Площадь листьев максим., тыс.м <sup>2</sup> /га	ФП за вегетацию, тыс. дн./га	ПРЛ, кг зерна на 1000 ед. ФП	Сухая фитомасса, т/га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> в сутки
Большеболдинский ГСУ					
Валентина (контроль)	31,68	1220	3,21	8,24	6,75
Безенчукская степная	29,64	1141	3,34	7,79	6,84
Безенчукская 182	27,09	1043	3,63	7,75	7,43
Греммэ	31,29	1205	3,05	8,39	6,96
НСР <sub>05</sub>	4,17	–	–	0,42	–
Кстовский ГСУ					
Валентина (контроль)	12,70	394	2,97	2,33	5,91
Безенчукская степная	14,89	462	3,29	2,81	6,08
Безенчукская 182	13,04	404	3,17	2,54	6,29
Греммэ	11,92	370	3,08	2,33	6,30
НСР <sub>05</sub>	3,03	–	–	0,29	–
Сергачский ГСУ					
Валентина (контроль)	17,91	681	2,95	4,54	6,67
Безенчукская степная	18,15	690	3,03	4,53	6,57
Безенчукская 182	17,85	678	3,39	4,96	7,32
Греммэ	20,22	768	2,94	5,32	6,93
НСР <sub>05</sub>	2,61	–	–	0,38	–

В наших исследованиях на величину фотосинтетического потенциала посевов пшеницы существенно повлияли почвенно-климатические условия района возделывания. Так, в пятом агро-районе на Большеболдинском ГСУ фотосинтетический потенциал посевов был наибольший и составил 1043 – 1220 тыс.м<sup>2</sup>хсут./га, что в 1,5-1,8 раза больше по сравнению с Сергачским ГСУ, а также в 2,5-3,3 раз выше по сравнению с Кстовским ГСУ.

Учитывая важность изучения влияния площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала на урожайность зерна, нами был проведён регрессионный анализ экспериментальных данных, в результате которого выявлены тесные прямые корреляционные связи между:

- урожайностью зерна и площадью листовой поверхности  $r = 0,985$ ;

- урожайностью зерна и фотосинтетическим потенциалом  $r = 0,987$ .

Установленные взаимосвязи можно описать следующим уравнением регрессии:

$$Y = -0,236 + 3,939 \times X_1 + 2,438 \times X_2,$$

где:  $Y$  – урожайность зерна, т/га;

$X_1$  – площадь листовой поверхности, тыс. м<sup>2</sup>/га;

$X_2$  – фотосинтетический потенциал посева, тыс м<sup>2</sup>хсут./га.

Коэффициент множественной корреляции  $r = 0,987$ .

Коэффициент детерминации – 97,4%.

В процессе фотосинтеза образуется органическое вещество, из которого, в основном, состоит фитомасса растений. В проводимом нами опыте сухая фитомасса растений представлена надземной частью, которую определяли в период восковой спелости. Массу корней в ходе исследований не учитывали.

На формирование сухой фитомассы существенное влияние оказали почвенно-климатические условия и в меньшей степени сорта.

Так, на Большеболдинском ГСУ посевы яровой твёрдой пшеницы сформировали наибольшую массу: 7,75 – 8,39 т/га. На Сергачском ГСУ сухой надземной массы было на 2,79 – 3,70 т/га, а на Кстовском ГСУ – на 4,98 – 6,06 т/га меньше, чем на Большеболдинском ГСУ.

Следует отметить, что изучаемые сорта по-разному проявили себя при возделывании в агроклиматических районах области. На Большеболдинском ГСУ сорта Безенчукская степ-

ная и Безенчукская 182 сформировали сухой надземной массы на 0,45 – 0,49 т/га меньше по сравнению с контролем. На Сергачском ГСУ по количеству накопленной фитомассы сорта Безенчукская 182 и Гремме превзошли контроль на 0,42 – 0,78 т/га, на Кстовском ГСУ сорта Валентина и Гремме сформировали равное количество надземной массы, а сорт Безенчукская степная по накопленной фитомассе превысил контроль на 0,48 т/га.

Производительность работы ассимиляционного аппарата характеризуется чистой продуктивностью фотосинтеза (ЧПФ). Ряд исследователей, проводивших изучение яровой твёрдой пшеницы отмечают, что интенсивность фотосинтеза определяется сортовыми особенностями этой культуры [8, 9].

В проводимом нами опыте ЧПФ зависела преимущественно от сорта и в меньшей мере от агроклиматического района возделывания.

Так, сорт Безенчукская 182 при возделывании на Большеболдинском и Сергачском ГСУ отличался наиболее высокой чистой продуктивностью фотосинтеза как по отношению к контролю, так и в сравнении с другими изучаемыми сортами. Значение ЧПФ у Безенчукской 182 составило в указанных ГСУ 7,43 и 7,31 г/м<sup>2</sup> в сутки, что на 0,68 и 0,65 выше, чем на контроле. На втором месте по интенсивности фотосинтеза на Большеболдинском и Сергачском ГСУ находился сорт Гремме – 6,96 и 6,93 г/м<sup>2</sup> в сутки. На Кстовском ГСУ сорта Безенчукская 182 и Гремме также характеризовались высокой ЧПФ – 6,29 и 6,30 г/м<sup>2</sup> в сутки.

При сравнении чистой продуктивности фотосинтеза у изучаемых сортов по агроклиматическим районам следует отметить, что значения этого показателя на Большеболдинском и Сергачском ГСУ были примерно одинаковыми, а на Кстовском ГСУ на 0,63–1,14 г/м<sup>2</sup> в сутки ниже.

Таким образом, несмотря на более высокую урожайность сухой фитомассы и площади листьев на Большеболдинском ГСУ, чистая продуктивность фотосинтеза не увеличилась. По всей видимости, это произошло в результате отрицательного влияния ценотического фактора, когда при высоких значениях площади листовой поверхности часть их оказывается в затенении и активность функционирования листьев, выражающаяся количеством накопленной биомассы, снижается.

Объективно оценить работу фотосинтетического аппарата пшеницы позволяет показатель продуктивности работы листьев (ПРЛ), который

выражается в кг зерна, полученных на 1 тыс. единиц фотосинтетического потенциала (ФП). В наших исследованиях продуктивность работы листьев была высокой и обеспечила получение 2,94 – 3,63 кг зерна на 1000 единиц ФП. По продуктивности работы листьев во всех агроклиматических районах среди изучаемых сортов выделялась Безенчукская 182. Значения ПРЛ у этого сорта варьировали в пределах от 3,17 до 3,63 кг зерна на 1000 единиц ФП.

На продуктивность работы листьев отдельных сортов также повлияли и почвенно-климатические условия. Так, в на Большеболдинском ГСУ у сортов Валентина и Безенчукская 182 ПРЛ была на 6,6 – 12,7% выше по сравнению с Кстовским и Сергачским ГСУ.

Урожайность пшеницы формируется в процессе фотосинтеза в результате аккумуляции зелеными растениями фотосинтетически активной радиации (ФАР). В настоящее время большой научный интерес представляют показатели использования посевами ФАР. Аккумуляция фотосинтетически активной радиации ( $Q_A$ ) посевами яровой твёрдой пшеницы в условиях Нижегородской области (табл. 2) определяли с учетом накопленной к уборке абсолютно сухой надземной массы растений и теплотворной способности 1 кг этой массы.

Сухая фитомасса представлена зерном и частями побегов (стеблями, листьями и частями колосьев без зерна), массу корней не учитывали.

Теплотворная способность растений – это количество энергии, образовавшейся при сжигании 1 кг сухой массы. У твёрдой пшеницы теплотворная способность зерна и побега без зерна твёрдой пшеницы составляет 19427 и 18213 кДж соответственно.

В наших исследованиях величина аккумуляции энергии ФАР существенно различалась по агроклиматическим районам, определялась урожайностью зерна и соломы и была максимальной на Большеболдинском ГСУ. Здесь значения  $Q_A$  изменялись от 145 млн кДж/га у сортов Безенчукская степная и Безенчукская 182 до 157 млн кДж/га у сорта Гремме.

При расчете КПД ФАР были взяты среднесезонные данные для условий Нижегородской области по приходу фотосинтетически активной радиации, которую учитывали с даты посева до восковой спелости.

Количество поступившей на посевы яровой твёрдой пшеницы энергии ФАР зависело от продолжительности периода вегетации и было

Таблица 2 – Аккумуляция и КПД ФАР

Показатели		Сорта			
		Валентина	Безенчукская степная	Безенчукская 182	Греммэ
Теплотворная способность растений, (q), кДж/кг	зерна	19427			
	побега без зерна	18213			
Большеболдинский ГСУ					
Сухая масса, ( $Y_{\text{биол.}}$ ), т/га	зерна	3,397	3,337	3,259	3,156
	побега без зерна	4,837	4,452	4,492	5,237
Аккумуляция ФАР, ( $Q_A$ ), млн кДж/га		154,09	145,91	145,13	156,69
Приход ФАР, кДж/см <sup>2</sup>		94,69	93,05	95,52	96,34
КПД ФАР, %		1,63	1,57	1,52	1,63
Кстовский ГСУ					
Сухая масса, ( $Y_{\text{биол.}}$ ), т/га	зерна	1,006	1,307	1,101	0,980
	побега без зерна	1,321	1,497	1,433	1,346
Аккумуляция ФАР, ( $Q_A$ ), млн кДж/га		43,60	52,66	47,49	43,55
Приход ФАР, кДж/см <sup>2</sup>		86,95	86,13	87,77	87,77
КПД ФАР, %		0,50	0,61	0,54	0,50
Сергачский ГСУ					
Сухая масса, ( $Y_{\text{биол.}}$ ), т/га	зерна	2,141	2,227	2,253	2,279
	побега без зерна	2,394	2,299	2,707	3,041
Аккумуляция ФАР, ( $Q_A$ ), млн кДж/га		85,20	85,14	93,07	99,66
Приход ФАР, кДж/см <sup>2</sup>		98,07	96,42	98,07	98,07
КПД ФАР, %		0,87	0,88	0,95	1,02

несколько выше на Сергачском ГСУ (96,42 – 98,07 кДж/см<sup>2</sup>).

В результате проведенных расчетов установлено, что КПД ФАР на Большеболдинском сортоиспытательном участке характеризовался низкими значениями (1,52 – 1,63%), а на Кстовском и Сергачском ГСУ – очень низкими.

### Выводы

1. На темно-серых лесных почвах площадь листьев пшеницы и фотосинтетический потенциал посева были наибольшими и составили 27,09–31,68 тыс. м<sup>2</sup>/га и 1043 – 1220 тыс. м<sup>2</sup>·хдн./га соответственно.

2. В пятом агроклиматическом районе Ни-

жегородской области посева яровой твердой пшеницы сформировали максимальную сухую фитомассу: 7,75–8,39 т/га.

3. Высокой чистой продуктивностью фотосинтеза (6,29–7,43 г/м<sup>2</sup>) в сутки характеризовались посева пшеницы Безенчукская 182 независимо от района возделывания.

4. Продуктивность работы листьев пшеницы в опыте была высокой и обеспечила получение 2,94–3,63 кг зерна на 1000 ФП.

5. Коэффициент использования посевами пшеницы ФАР в условиях Большеболдинского сортоиспытательного участка оказался низким (1,52–1,63%), а на Кстовском и Сергачском ГСУ – очень низким (0,50–1,02%).

### Литература

1. Производство высококачественного зерна яровой твердой пшеницы в Среднем Поволжье [Текст]: науч.-практ. руковод. / С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин, О.И. Горянин, П.Н. Мальчиков, А.А. Вьюшков, А.П. Чичкин; науч. ред., сост. В.А. Корчагин; Самарский НИИСХ. – Самара: СамНЦ РАН, 2010. – 75 с.

2. Кондрок, Р.Х. Совершенствование процессов подготовки зерна твёрдой пшеницы, содержащей белозёрную пшеницу и зерна с «чёрным зародышем», к макаронному помолу [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук / Р.Х. Кондрок. – Москва, 2013. – 24 с.

3. Лихенко, И.Е. Проблемы сортового разнообразия в современном растениеводстве (обзор) [Текст] / И.Е. Лихенко // Зерновое хозяйство России – 2010. – №3(9). – С. 71-75.

4. Бесалиев, И.Н. Погодные условия межфазных периодов вегетации яровой твердой пшеницы и её урожайность в Оренбургском Предуралье [Текст] / И.Н. Бесалиев, А.Г. Крючков // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №2. – С.26-28.

5. Опытное дело в полеводстве [Текст] / под ред. Г.Ф. Никитенко. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 177 с.

6. Кочержинская, И.В. Продуктивность фотосинтеза яровой пшеницы с разной нормой высева при применении удобрений [Электронный ресурс] / И.В. Кочержинская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.– Краснодар: КубГАУ, 2007. – №03 (27). – С. 241 – 256.

7. Синеговская, В.Т. Активизация фотосинтетической деятельности яровой пшеницы при длительном применении удобрений [Текст] / В.Т. Синеговская, Т.Е. Абросимова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – №5. – С. 43-45.

8. Алиев, Д.А. Фотосинтез, фотодыхание и продуктивность генотипов пшеницы и сои [Электронный ресурс] / Д.А. Алиев // АМЕА-нын Хябярляри (биолоэия елмлярит), жилд 66, 2011. – № 1. – Сящ. 5. – 52.

9. Мальчиков, П.Н. Относительное развитие признаков продуктивности твёрдой пшеницы в процессе селекции [Текст] / П.Н. Мальчиков, М.Г. Мясникова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Том 16. – № 4/2. – С. 987-997.



## ОБЪЯВЛЕНИЕ

**В издательстве ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА» в 2011 г.  
вышло учебное пособие «Основы животноводства» /  
Р.В. Тамарова, А.С. Ермашин.**

Допущено Министерством сельского хозяйства РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агрономия».

В учебном пособии рассмотрены вопросы кормления и содержания с элементами кормопроизводства и механизации технологических процессов, а также разведения и этологии сельскохозяйственных животных, правила безопасной работы с животными. Даны основы знаний об организации сельскохозяйственного производства и технологии производства и первичной переработки животноводческой продукции.

Издание предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Агрономия», и составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по данному направлению подготовки.

УДК 636; ББК 45; ISBN 978-5-98914-102-9; 290 с. (ТВЕРДЫЙ ПЕРЕПЛЕТ)

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:  
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58. ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»**

**E-mail: vlv@yarcx.ru**

