

## ФИТОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИИ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА

**Серажетдинов Илдар Ваизович<sup>1</sup>**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства

**Терехов Михаил Борисович<sup>2</sup>**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология производства, хранения и переработки продукции растениеводства»

**Серажетдинова Татьяна Николаевна<sup>2</sup>**, аспирант кафедры «Технология производства, хранения и переработки продукции растениеводства»

<sup>1</sup>ФГБНУ «Нижегородский НИИСХ»

607686, Россия, Нижегородская область, Кстовский район, с.п. Селекционной станции, 38, тел. 8(831)456-53-77, тел. сот. 8-904-060-37-77,

e-mail:ildar070487@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА

603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97, тел. 8(831)462-65-21

**Ключевые слова:** *тритикале, удобрение, фотосинтез, площадь листовой поверхности.*

В статье представлены результаты полевых опытов по изучению комплексного влияния сортовых особенностей и расчетных доз минеральных удобрений на фотометрические показатели посевов озимой тритикале. Приведены результаты фотосинтетический потенциал посевов в зерне, накопление сухого вещества, выход зерна на 1 тыс. ед. ФП, аккумулялирование ФАР и КПД ФАР сортами озимой тритикале.

### Введение

Основой достижения продовольственной безопасности страны является зерновое производство, от успешного развития которого зависит обеспечение все возрастающих потребностей населения в продуктах питания и животноводства в полноценных кормах. Однако в силу сложного комплекса природных, экономических, организационных и других факторов производство зерна в Российской Федерации в последние годы значительно уменьшилось [1, 2]. Выход из сложившейся ситуации предполагает, прежде всего, повышение урожайности зерновых культур за счет внедрения в сельскохозяйственное производство наиболее продуктивных культур и сортов и совершенствование технологии их возделывания [3].

Особое значение в решении данной проблемы отводится озимой тритикале – новой зерновой культуре, в которой удачно сочетаются ценные качества пшеницы (высокая урожайность, хорошие технологические качества зерна) и ржи (высокая зимо-

стойкость, нетребовательность к условиям произрастания, повышенное по сравнению с пшеницей содержание незаменимых кислот в зерне) [4, 5]. Несмотря на достигнутые успехи в выращивании данной культуры, зачастую ее средняя урожайность не соответствует потенциальным возможностям, что связано, в первую очередь, с несовершенством технологии возделывания. В связи с этим особую актуальность в настоящее время приобретают исследования, направленные на разработку комплекса технологических приемов, обеспечивающих оптимизацию регулируемых факторов среды для получения заданного уровня урожая озимой тритикале [6].

Важным условием получения максимального количества зерна тритикале является создание посевов с оптимальной ассимилирующей площадью листьев. Интегральным показателем работоспособности листовой поверхности является фотосинтетический потенциал [7, 8].

### Объекты и методы исследований

Полевые опыты были заложены в 2011 - 2014 годы на опытном поле филиала ООО «Волготрансгаз» п/х «Пушкинский» Б-Болдинского района Нижегородской области. Почвы опытного участка темно-серые лесные по гранулометрическому составу тяжелосуглинистые.

Опыт закладывали по двухфакторной схеме. Первый фактор – сорта: Корнет, Трибун, Александр, Никлап, Михась. Второй фактор – дозы удобрений на запланированную урожайность: без удобрений (контроль), удобрения, рассчитанные на получение 3,0 т зерна с 1 га ( $N_{60} P_{20} K_{10}$ ); на 4,0 т/га ( $N_{90} P_{60} K_{40}$ ) и 5,0 т/га ( $N_{130} P_{110} K_{90}$ ).

Предшественник - чистый пар. В качестве удобрения использовали аммиачную селитру (34,4 %), двойной гранулированный суперфосфат (49,0 %), хлористый калий (60,0 %). Расположение делянок систематическое. Площадь делянки 200 м<sup>2</sup>. Повторность 4-х кратная.

$$N_{д.в.} = \frac{(Y * B_1) - (П * K_m * K_n)}{K_y},$$

где:  $N_{д.в.}$  – норма внесения питательного элемента с туками, кг/га действующего вещества;

$Y$  – планируемая урожайность, ц/га;

$B_1$  – вынос питательного элемента на 1 ц урожая основной и соответствующее количество побочной продукции, кг;

$П$  – содержание питательного элемента в почве, мг/100 г;

$K_m$  – коэффициент глубины пахотного слоя почвы;

$K_n$  – коэффициент использования питательного элемента из почвы;

$K_y$  – коэффициент использования питательного элемента из удобрений.

#### Агротехника опыта:

Обработку почвы начинали осенью сразу после уборки урожая, и она состояла из культурной зяблевой вспашки агрегатом ЕвроДиамант на глубину пахотного слоя (27-29 см). Весной проводили боронование (закрытие влаги). Летом обработка полей заключалась в культивации агрегатом КПС-4. Предпосевную культивацию почвы

проводили агрегатом СМАРАГД. Посев проводили сеялкой СН-16 рядовым способом. Удобрения вносили вручную. Семена протравливали препаратами Ламадор (КС, 0,2 л/т). Уход за посевами включал опрыскивание от сорняков в фазу кущения баковой смесью Секатор Турбо (МД, 0,1 л/га) и Пума Супер-100 (КЭ, 0,75 л/га) и обработку от вредителей препаратом Карате Зеон (МКС, 0,15 л/га). Уборку проводили комбайном «SAMPO-500» поделаячно при полной спелости зерна.

### Результаты исследований

Из данных таблицы 1 видно, что фотосинтетический потенциал посевов повышается по мере увеличения площади листовой поверхности, сформированной в тот или иной межфазный период, и длительности межфазного периода.

В фазу кущения отмечаются минимальные показатели фотосинтетического потенциала в связи с непродолжительным межфазным периодом и небольшой площадью листовой поверхности. Поэтому у сортов Корнет, Трибун, Александр, Никлап, Михась, показатели ФП изменялись в пределах соответственно 171,1-335,3 тыс. м<sup>2</sup>.сут./га; 209,6-374,8; 175,2-272,4; 180,7-339,6 и 182,9-311,8 тыс. м<sup>2</sup>.сут./га.

За проведенный 3-летний период исследований наблюдалось резкое увеличение фотосинтетического потенциала в фазах выхода в трубку, колошения, молочной спелости. У сортов Корнет, Александр и Никлап в эти периоды наблюдалось и пропорциональное увеличение в вариантах с запланированной урожайностью. ФП у данных сортов в эти фазы варьировал в пределах соответственно: 402,0-1073,4 тыс. м<sup>2</sup>.сут./га; 386,3-905,8 и 454,4-1053,5 тыс. м<sup>2</sup>.сут./га. У сортов Трибун и Михась не наблюдается прогрессивной тенденции увеличения фотосинтетического потенциала с увеличением дозы внесения минеральных удобрений в расчете на запланированный урожай. В варианте с запланированной урожайностью на 4,0 т/га она нарушается вследствие снижения формируемой площади листовой поверхности. Фотосинтетический потенциал у сортов составил соответственно: 432,4-930,4

Таблица 1

Фотосинтетический потенциал посевов озимой тритикале, тыс. м<sup>2</sup>.сут./га (2012-2014 гг.)

Запланированная урожайность	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость	ФП за вегетацию
Корнет					
Контроль	171,1	510,2	402,0	581,8	1665,1
3,0 т/га	250,6	734,1	570,9	837,5	2393,2
4,0 т/га	282,2	789,6	612,8	947,9	2632,4
5,0 т/га	335,3	949,3	761,3	1073,4	3119,3
Трибун					
Контроль	209,6	546,4	432,4	578,5	1766,9
3,0 т/га	307,3	792,1	627,3	841,3	2568,0
4,0 т/га	292,7	735,0	571,3	770,5	2369,6
5,0 т/га	374,8	917,8	729,3	930,4	2952,4
Александр					
Контроль	175,2	575,0	386,3	537,9	1674,4
3,0 т/га	225,1	725,2	521,1	748,8	2220,2
4,0 т/га	251,5	807,3	562,2	864,5	2485,6
5,0 т/га	272,4	857,5	606,7	905,8	2434,2
Никлап					
Контроль	180,7	530,5	454,4	580,7	1746,3
3,0 т/га	278,8	741,1	671,6	849,7	2541,1
4,0 т/га	304,8	841,8	744,2	971,9	2862,7
5,0 т/га	339,6	949,8	809,0	1053,5	3151,9
Михась					
Контроль	182,9	501,3	441,2	547,3	1672,7
3,0 т/га	279,3	710,7	622,9	776,9	2389,8
4,0 т/га	274,6	694,9	617,1	766,9	2353,5
5,0 т/га	311,8	775,1	689,9	852,1	2628,9
НСП <sub>05</sub> уровня запл. ур., тыс. м <sup>2</sup> .сут./га	16,8	51,0	39,4	62,9	142,0
НСП <sub>05</sub> сорта, тыс. м <sup>2</sup> .сут./га	18,8	56,0	44,0	70,4	158,8
НСП <sub>05</sub> средних, тыс. м <sup>2</sup> .сут./га	Fэ<Fт	Fэ<Fт	Fэ<Fт	Fэ<Fт	317,5

тыс. м<sup>2</sup>.сут./га; 441,2-852,1 тыс. м<sup>2</sup>.сут./га.

Максимальное значение фотосинтетического потенциала за вегетацию отмечается у сорта Никлап в варианте 5,0 т/га и равен 3151,9 тыс. м<sup>2</sup>.сут./га.

Положительная динамика накопления сухой биомассы с увеличением дозы внесения минеральных удобрений под запланированный урожай проявлялась у сортов Никлап (7,7; 11,0; 11,3; 12,2 т/га) и Корнет (7,4; 10,0; 10,7; 12,4 т/га). У остальных сортов данная тенденция четко не выражена (табл.2).

Максимальные и минимальные значения биомассы наблюдаются у сорта Корнет и составляют соответственно 12,4 и 7,4 т/га.

Динамика накопления сухого вещества за вегетацию у сортов Трибун, Александр и Михась находилась в диапазоне соответственно 8,0-11,0 т/га; 7,9-10,2 т/га; 7,6-10,2 т/га.

Таким образом, сортовые особенности озимой тритикале и удобрения, внесенные под запланированный урожай, оказывают решающее влияние на величину прироста по фазам вегетации и в целом на накопление общей биомассы посева к концу вегетации растений.

Объективным показателем, характеризующим уровень интенсивности работы листьев, является выход получаемой продукции на 1000 единиц фотосинтетического

Таблица 2

Накопление сухого вещества озимой тритикале по фазам роста и развития, т/га (2012-2014 гг.)

Запланированная урожайность	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость	Полная спелость
Корнет					
Контроль	1,0	2,2	3,8	6,1	7,4
3,0 т/га	1,3	3,0	5,3	8,2	10,0
4,0 т/га	1,5	3,2	5,8	8,8	10,7
5,0 т/га	1,7	3,8	6,8	10,2	12,4
Трибун					
Контроль	1,0	2,4	4,2	6,5	8,0
3,0 т/га	1,4	3,2	5,5	8,6	10,5
4,0 т/га	1,2	2,7	4,9	7,5	9,1
5,0 т/га	1,6	3,2	6,0	9,2	11,0
Александр					
Контроль	1,0	2,3	4,1	6,5	7,9
3,0 т/га	1,3	2,9	5,2	8,0	9,8
4,0 т/га	1,4	3,0	5,3	8,1	9,9
5,0 т/га	1,4	3,1	5,5	8,3	10,2
Никлап					
Контроль	1,0	2,3	4,0	6,3	7,7
3,0 т/га	1,5	3,3	5,8	8,9	11,0
4,0 т/га	1,5	3,4	6,1	9,3	11,3
5,0 т/га	1,7	3,7	6,6	10,0	12,2
Михась					
Контроль	1,0	2,3	3,9	6,2	7,6
3,0 т/га	1,3	3,0	5,4	8,3	10,2
4,0 т/га	1,3	2,8	5,1	7,7	9,4
5,0 т/га	1,5	3,1	5,5	8,4	10,2
НСП <sub>05</sub> уровня запл. ур., т/га	0,09	0,17	0,34	0,50	0,60
НСП <sub>05</sub> сорта, т/га	0,10	0,20	0,38	0,56	0,67
НСП <sub>05</sub> средних, т/га	Fэ<Fт	0,39	Fэ<Fт	Fэ<Fт	Fэ<Fт

потенциала посевов. В практике программирования эту величину стали именовать продуктивностью работы листьев (ПРЛ). Методика ее определения проста: урожай зерна относят к величине ФП, которая формируется к уборке. Используют следующую формулу [8].

$$\text{ПРЛ} = 10^{-2} \times \text{У тов.}/\text{ФП},$$

где: ПРЛ – выход зерна на одну тысячу единиц ФП, кг;

$10^2$  – коэффициент для приведения урожайности в кг/га;

У<sub>тов</sub> – урожайность зерна, ц/га;

ФП – фотосинтетический потенциал посева в фазу полной спелости (тыс. м<sup>2</sup>/га × дней).

В ходе проведения исследований выявилась зависимость продуктивности работы листьев от реакции сортов на агроклиматические условия среды в течение вегетационного периода. Самое большое отрицательное воздействие отмечается в 2014 году, когда максимальное значение продуктивности работы листьев составило 1,01 кг (урожайность во всех вариантах значительно ниже по сравнению с предыдущими годами исследований), а самый большой показатель по продуктивности работы листьев наблюдаются в 2013 году (табл. 3).

В среднем за три года исследований максимальные значения продуктивности

Таблица 3

## Выход зерна тритикале на 1 тыс. ед. ФП, кг (2012-2014 гг.)

Сорт	Запланированная урожайность			
	Контроль	3,0 т/га	4,0 т/га	5,0 т/га
Корнет	0,97	1,08	1,24	1,27
Трибун	0,97	1,05	1,30	1,35
Александр	1,01	1,10	1,22	1,45
Никлап	0,97	1,07	1,20	1,31
Михась	0,94	1,04	1,22	1,26

Таблица 4

## Аккумуляция ФАР и КПД ФАР сортами озимой тритикале (2012-2014 гг.)

Показатель	Корнет	Трибун	Александр	Никлап	Михась
Урожай сухой биомассы, т/га	7,1	7,2	6,7	7,5	6,4
Теплотворная способность растений, кДж/кг	19259	19259	19259	19259	19259
Аккумуляция ФАР, млн. кДж/га	137,2	138,2	129,0	144,0	123,2
Приход ФАР, кДж/см <sup>2</sup>	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7
КПД ФАР, %	1,4	1,4	1,3	1,5	1,2

работы листьев наблюдались у сорта Александр, кроме варианта с запланированной урожайностью на 4,0 т/га. На каждые тысячу единиц фотосинтетического потенциала посевов у этого сорта приходилось от 1,01 до 1,45 кг зерна из-за усредненных показателей урожайности и минимального значения ФП. Минимальные значения (0,94-1,26 кг) выхода зерна озимой тритикале на тысячу единиц ФП отмечаются у сорта Михась.

Следует отметить, что продуктивность работы листьев у всех сортов возрастает с повышением норм вносимых удобрений. Так, по отношению к контрольному варианту, где удобрения не вносились, значения ПРЛ в варианте 3,0 т/га возросло на 0,08-0,11 кг, или 8,9-11,3 %.

Значительное увеличение можно отметить при внесении НРК на 4,0 т/га, где превышение по отношению к контролю составляло 0,21-0,33 кг, причем сорт Трибун имел самое высокое значение этого показателя, а в варианте на 3,0 т/га оно у сорта Трибун было наименьшее. При уровне запланированной урожайности на 5,0 т/га увеличение выхода зерна озимой тритикале на 1 тысячу единиц ФП составляло по сравнению с контрольным вариантом 30,9-43,6 %.

Исследования по аккумуляции ФАР ( $Q_A$ ) посевами озимой тритикале на се-

рой лесной почве Нижегородской области проводятся впервые. Показатель  $Q_A$  определяется путем умножения количества накопленной к уборке биологической массы ( $U_{биол}$ ) растений на теплотворную способность ( $q$ ) 1 кг этой массы по формуле:

$$Q_A = 100 \times U_{биол} \times q$$

При сжигании 1 кг сухой биологической массы озимой тритикале (солома + листья + зерно) выделяется 19259 кДж энергии.

Увеличение накопления биомассы приводит к повышению аккумуляции ФАР посевами.

В ходе проведенных исследований было установлено, что величина накопления биомассы посевами зависит от сортовых особенностей тритикале. Максимальное значение накопления сухой биомассы отмечается у сорта Никлап и составляет 7,5 т/га. Минимальное значение (6,4 т/га) этого показателя наблюдается у сорта Михась (табл. 4).

Увеличение накопления биомассы приводит к повышению содержания аккумуляции ФАР посевами. Следовательно, максимальное аккумуляция ФАР отмечено у сорта Никлап - 143,96 млн. кДж/га, а минимальное у сорта Михась - 123,2 млн. кДж/га.

Приход ФАР за вегетацию был одинаковый для всех сортов и составил – 98,7 кДж/см<sup>2</sup>.

Каждый сорт характеризуется своим КПД ФАР, значение которого зависит от величины формируемой биологической урожайности и аккумулятивной ФАР. Минимальный коэффициент (1,2) полезного действия ФАР был выявлен у сорта Михась. Максимальное значение КПД ФАР отмечается у сорта Никлап – 1,5 %. У сортов Корнет, Трибун и Александр значение КПД ФАР составили соответственно 1,4; 1,4 и 1,3 %.

На основании проведенных опытов установлено, что максимальное значение КПД ФАР было отмечено в 2013 г. и составило 1,7 %. Минимальное значение КПД ФАР отмечалось в 2014 г. и составило 1,0 %, что связано с очень низкой урожайностью сухой биомассы вследствие неблагоприятных метеорологических условий.

#### **Выводы**

У всех сортов во все фазы развития растений самый большой фотосинтетический потенциал наблюдается в вариантах с запланированной урожайностью на 5,0 т/га.

Таким образом, исследованиями установлено, что на темно-серой лесной почве Нижегородской области сорт Никлап аккумулялировал наибольшую величину солнечной энергии, по сравнению с другими сортами, с максимальным значением КПД ФАР – 1,5 %.

#### **Библиографический список**

1. Гаврилов, А.М. Научные основы сохранения и воспроизводства плодородия

почв в агроландшафтах Нижнего Поволжья / А.М. Гаврилов. – Волгоград, 1997. – 165 с.

2. Лапшин, Ю.А. Создание смешанных озимых агрофитоценозов на основе тритикале в условиях Республики Марий Эл / Ю.А. Лапшин, В.М. Измestьев. – Йошкар – Ола, 2010. – 26 с.

3. Серажетдинов, И.В. Влияние уровня минерального питания на урожайность различных сортов озимой тритикале/И.В. Серажетдинов, М.Б. Терехов, А.В. Горбунов// Земледелие. – 2012. - № 2. – С. 46-48.

4. Минеев, В.Г. Состояние и перспективы применения минеральных удобрений в мировом и отечественном земледелии / В.Г. Минеев, Л.А. Бычкова // Агрехимия. – 2003. – № 8. – С. 5-12.

5. Грабовец, А.И. Итоги и особенности селекции тритикале в условиях нарастания аридности климата/А.И. Грабовец, А.В. Крохмаль// Тритикале России. Материалы заседания селекции тритикале РАСХН. Селекция, агротехника, использование сырья из тритикале. – Ростов-на-Дону, 2008- Выпуск 3. – С.18-29.

6. Зерновые культуры / Д. Шпаар, Ф Элмер, А. Постников [и др.]. – Мн.: ФУ Агроинформ, 2000. – 421 с.

7. Кумаков, В.А. Фотосинтетическая деятельность растений в аспекте селекции. Физиология фотосинтеза / В.А. Кумаков – М.; Наука, 1982. – С. 283-293.

8. Каюмов, М.К. Программирование продуктивности полевых культур / М.К. Каюмов.- 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1989. – 368 с.