

УДК 581.13:633.11«324»

## **ОРИЕНТАЦИЯ ЛИСТЬЕВ, СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА, ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**

Петрова Л.Н., – академик Россельхозакадемии

Ерошенко Ф.В., – к.с.-х.н.

*Ставропольский научно-исследовательский институт сельского  
хозяйства*

Ориентация листьев в пространстве влияет на структурную организацию фотосинтетического аппарата растений озимой пшеницы. При изменении положения в пространстве флаг-листа у растений одного и того же генотипа изменяется урожай и качество зерна.

Orientation of leaves in space influences to the structural organization of the photosynthetic apparatus of plants of winter wheat. Change of position in space flag-leaf of plants of same genotype changes a crop and quality of grain of winter wheat.

Максимальное количество ФАР может поглощать посев с площадью листьев в 5-6 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> (Ничипорович, 1982). Важное значение для посева с таким листовым индексом имеет пространственная ориентация листовых пластинок, так как ФАР должна не только максимально поглощаться, но и усваиваться с наибольшим КПД. Для этого необходимо, чтобы листья верхнего яруса как можно меньше затеняли листья второго и последующих ярусов. Структура посевов должна при этом не препятствовать нормальной вентилируемости посевов. Это достигается путем оптимизации геометрической структуры, ориентации листьев, густоты и выравнивания посева (Росс, 1975; Тооминг, 1977).

Так как фотосинтез – структурно организованная система, активность и направленность реакций фотосинтеза зависит от состояния пигмент-белковых комплексов тилакоидных мембран хлоропластов, которые чувствительны к условиям освещения. Ориентация листьев в пространстве влияет не только на распределение солнечной радиации внутри посева, но и на освещенность самих листовых пластинок, и, как следствие, на структуру фотосинтетического аппарата. На наш взгляд,

практический интерес для селекционеров представляют данные по изучению влияния изменения ориентации листьев на процессы фотосинтеза, урожай и его качество.

**Методика.** Исследования проводили в Ставропольском НИИ сельского хозяйства. Объектом исследований служили сорта озимой пшеницы, полевая повторность 3-х кратная. Содержание зеленых пигментов определяли по методике Я.И.Милаева и Н.П.Примак, структуру урожая, качество зерна – общепринятыми методами.

Для изучения влияния расположения листьев в пространстве на структуру фотосинтетического аппарата растений озимой пшеницы нами был поставлен эксперимент на одном сорте (Донской Маяк). В период налива зерна с помощью растяжек флаг-лист располагали вертикально (под углом примерно  $75^\circ$ ) и горизонтально (по 60 растений на повторности). В таком положении растения находились в течение 7 суток. Затем листья разделялись на три равные части: начало (от стебля), середина и конец листовой пластинки. В целом листе и в каждой части определялась концентрация пигментов.

**Результаты и обсуждение.** При равных условиях температурного, водного и пищевого режимов, а так же интенсивности приходящей солнечной радиации, но различных углах пространственного расположения листовых пластинок, происходит кардинальная перестройка структуры фотосинтетического аппарата.

Наши исследования показали, что наибольшее количество хлорофилла, как *a*, так и *b*, в среднем для листа, отмечается в горизонтально расположенных листьях, минимальное – в контрольных (табл. 1). Отношение *a* к *b* для всех вариантов, в среднем для листа, практически одинаковое.

Таблица 1 – Влияние пространственной ориентации на количество пигментов в разных частях листовых пластинок, мкг/г

Показатель	Начало листа	Середина листа	Конец листа	Среднее для листа
<b><i>Контроль</i></b>				
Хлорофилл <i>a</i> , мкг/г	2,25±0,04	2,27±0,02	2,08±0,06	2,20±0,05
Хлорофилл <i>b</i> , мкг/г	1,78±0,02	1,70±0,01	1,56±0,02	1,68±0,03
<i>a+b</i> , мкг/г	4,03	3,97	3,64	3,88
<i>a/b</i>	1,26	1,34	1,33	1,31
X <sub>Л<sub>ССК</sub></sub> /X <sub>Л<sub>ФС</sub></sub>	35,60	16,30	16,30	22,73
<b><i>Вертикальное расположение</i></b>				
Хлорофилл <i>a</i> , мкг/г	2,55±0,05	2,51±0,04	2,18±0,04	2,41±0,05
Хлорофилл <i>b</i> , мкг/г	1,99±0,02	1,90±0,02	1,55±0,03	1,81±0,02
<i>a+b</i> , мкг/г	4,54	4,41	3,73	4,22
<i>a/b</i>	1,28	1,32	1,41	1,34
X <sub>Л<sub>ССК</sub></sub> /X <sub>Л<sub>ФС</sub></sub>	27,40	18,2	10,70	18,77
<b><i>Горизонтальное расположение</i></b>				
Хлорофилл <i>a</i> , мкг/г	2,60±0,06	2,68±0,05	2,40±0,04	2,56±0,06
Хлорофилл <i>b</i> , мкг/г	2,02±0,04	2,08±0,03	1,85±0,02	1,98±0,02
<i>a+b</i> , мкг/г	4,62	4,76	4,25	4,54
<i>a/b</i>	1,29	1,29	1,30	1,29
X <sub>Л<sub>ССК</sub></sub> /X <sub>Л<sub>ФС</sub></sub>	24,70	25,40	22,6	24,23

Так как хлорофилл *b* в основном находится в светособирающем комплексе (ССК), то по отношению *a/b* можно судить о его размерах. Следовательно, на контрольном варианте и на варианте с вертикальным расположением листьев у прилегающей к стеблю части листа, условия для светосбора лучше, чем в остальных частях. При горизонтальной

ориентации размеры светособирающего комплекса достаточно велики по всей длине листа и примерно равны.

Для контрольного варианта характерна максимальная величина отношения хлорофилла, входящего в светособирающий комплекс, к хлорофиллу, обслуживающему фотосистему I и фотосистему II, в начале листа, а середина и конец имеют равные значения. В пространстве эти части располагаются под одинаковым углом и имеют равные условия освещения, что объясняет полученные нами данные. Вертикальная ориентация листа позволяет формировать фотосинтетический аппарат, у которого доля хлорофилла, входящего в ССК пропорционально уменьшается к концу листа.

Горизонтальное расположение листовой пластинки создает одинаковую освещенность для всех частей. Этим можно объяснить, практически одинаковые величины отношения хлорофилла, входящего в ССК к хлорофиллу реакционных центров фотосистем для всех частей.

Таким образом, изменение пространственной ориентации листовых пластинок, при одинаковой интенсивности приходящей солнечной радиации, существенно влияет на структурную организацию фотосинтетического аппарата.

На процессы формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы оказывают влияние такие факторы как аттрагирующая способность колоса, интенсивность фотосинтеза, транспорт ассимилятов, ферментативная активность, реутилизация азотистых веществ, работа корневой системы и многое другое. Наши исследования показали, что пространственная ориентация листовых пластинок в пределах одного генотипа оказывает влияние на структурную организацию фотосинтетического аппарата, следовательно, меняется его активность. Логично предположить, что в таком случае должны меняться и показатели

урожайности зерна и его качества. Для проверки наших предположений в посеве озимой пшеницы одного сорта (Победа 50) были отобраны колосья (по 60 с каждой повторности) у растений трех типов ориентации в пространстве первого с верху листа:

- 1) со сгибом на  $2/3$  длины листа;
- 2) с вертикальным расположением листовой пластинки;
- 3) с горизонтальным расположением листовой пластинки;
- 4) контроль (образец со всего посева).

Зерно с этих колосьев анализировали по количественным и качественным показателям. Исследования показали, что у растений с вертикальным расположением флаг-листа самая низкая масса 1000 зерен, а у растений с флаг-листом со сгибом на  $2/3$  длины этот показатель на 2,46 г выше, чем у контрольных растений (табл. 2). Максимальная масса 1000 зерен нами получена у растений с горизонтальным расположением флаг-листа – 41,52 г, что на 11,7% выше, чем у растений с вертикально ориентированным 1-м сверху листом.

Значимые отличия по вариантам нами получены и для озерненности колосьев. Так, если у растений озимой пшеницы с вертикально расположенным флаг-листом насчитывалось около 26 зерен в колосе, то с горизонтальным расположением и у образца, взятого с целого посева, этот показатель был выше на 27%. Наибольший урожай зерна с одного колоса получен у растений со сгибом флаг-листа на  $2/3$  длины (1,85г), а самый низкий – с вертикальным расположением листовых пластинок.

Таблица 2 – Структура урожая озимой пшеницы (Победа 50) в зависимости от пространственного расположения флаг-листа

№ п/п	Вариант	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, Г	Количество зерен в колосе, шт
1.	Контроль	37,39±2,02	1,24±0,05	33,0±1,2
2.	Сгиб на 2/3 длины	39,59±1,11	1,89±0,16	29,9±1,3
3.	Вертикальное	37,13±0,94	0,96±0,03	25,9±1,6
4.	Горизонтальное	41,52±1,32	1,34±0,07	32,3±2,2

Вертикальное расположение листовых пластинок в пространстве способствует более равномерному распределению приходящей солнечной радиации внутри посева (рис. 1). В связи с этим растения в посеве формируют мощный стеблестой, который и определяет их продуктивность. Например, если сорт Дея, листовые пластинки которого имеют сгиб на 2/3 листа, к уборке урожая формирует 543 продуктивных стебля на квадратном метре, то у сорта Прикумская 140, с вертикальным расположением листьев, этот показатель больше на 47,2%. Такой плотный стеблестой у этого сорта к уборке урожая позволяет получить 930,4 г/м<sup>2</sup> зерна, что на 224,1 г/м<sup>2</sup> больше, чем у сорта Дея (табл. 3).

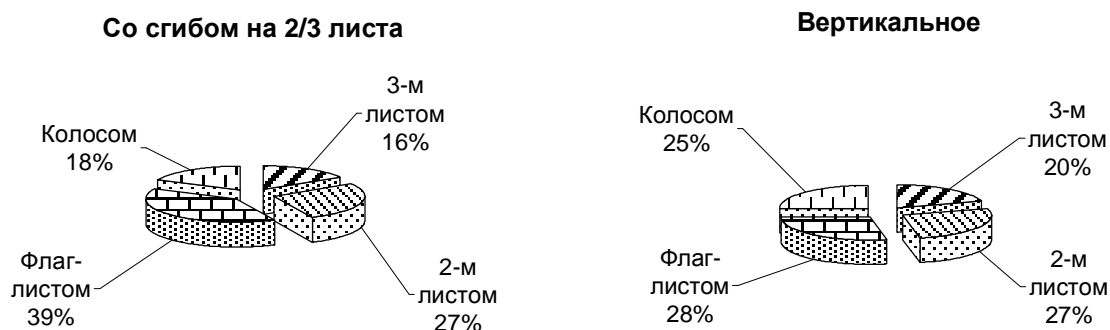


Рис. 1 – Влияние пространственной ориентации листьев на распределение в посеве солнечной радиации.

Таблица 3 – Продуктивный стеблестой и урожай зерна сортов озимой пшеницы с различной ориентацией листовых пластинок

Сорт	Ориентация листьев в пространстве	Продуктивный стеблестой, шт/м <sup>2</sup>	Урожай зерна, г/м <sup>2</sup>
Дея	Со сгибом на 2/3 листа	775	930,4
Прикумская 140	Вертикальная	543	706,3

Наши исследования показали, что, влияя на урожай, пространственная ориентация листьев вносит также коррективы в некоторые показатели качества зерна (табл. 3).

Таблица 3 – Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы и ее качество в зависимости от пространственной ориентации флаг-листа (сорт Победа 50)

№ п/п	Вариант	Количество сырой клейковины, %	Показания ИДК, ед.	Группа клейковины
1.	Контроль	24,4	65	I
2.	Сгиб на 2/3 длины	25,3	73	I
3.	Вертикальное	26,1	77	II
4.	Горизонтальное	23,2	64	I

Растения озимой пшеницы с вертикально расположенным флаг-листом в зерне накапливают больше клейковины, но её качество ухудшается (II группа). Растения с горизонтально ориентированным флаг-листом формируют зерно с меньшим количеством клейковины (23,3%), но она отличается высоким качеством (I группа). На варианте со сгибом листа

на 2/3 длины процентное содержание клейковины составило 25,3 и она I группы.

Таким образом, наши исследования показали, что ориентация листовых пластинок является одним из факторов определяющих структурную организацию фотосинтетического аппарата. Возможно, при её изменениях меняется направленность синтетических процессов, что отражается на качестве зерна. Примером могут служить показатели качества урожая изученных сортов Прикумская 140 и Дея (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние пространственной ориентации листьев у различных сортов озимой пшеницы на качество зерна

Сорт	Ориентация	Количество сырой клейковины, %	Показания ИДК, ед.
Дея	сгиб на 2/3 листа	22,0	73
Прикумская 140	вертикальная	23,0	57

Сорт Прикумская 140 с вертикальной ориентацией листьев формирует урожай зерна с 22,0% сырой клейковины и показаниями ИДК 73 ед. Сорт Дея, растения которого имеют листовые пластинки со сгибом на 2/3 листа, накапливает в зерне на 1% больше клейковинных белков с показаниями ИДК в 57 ед.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что условия освещения оказывают влияние на структурную организацию фотосинтетического аппарата растений, которая определяет его активность и направленность синтетических реакций. Это, по-видимому, не может не сказаться на величине урожая и показателях качества зерна озимой пшеницы. Конечно, о каких-либо количественных изменениях утверждать нельзя, поскольку продукционный процесс определяется целым



комплексом взаимозависимых факторов, однако наблюдаемые нами изменения, происходящие в структуре и эффективности функционирования фотосинтетического аппарата, при изменении ориентации листьев имеют большое значение, как для продукционных процессов растений, так и для установления специфических сортовых особенностей. Выявление подобных закономерностей может стать полезным для селекционеров при выведении новых сортов озимой пшеницы.

### **Литература:**

1. Ничипорович, А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений / А.А.Ничипорович // Физиология фотосинтеза. – М. – 1982. – С. 7-34.
2. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии / А.А.Ничипорович // Фотосинтез и прдукционный процесс. – М.: Наука. – 1988. – С. 5-28.
3. Росс, Ю.К. радиационный режим и архитектура растительного покрова / Ю.К.Росс. – Л.: Гидрометеиздат. – 1975. – С. 327.
4. Тооминг, Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая / Х.Г.Тооминг. – Ленинград.: Гидрометеиздат. – 1977. – С. 200.