

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра микробиологии и физиологии растений

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ ПШЕНИЦЫ

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 422 группы

Направления 06.03.01 Биология

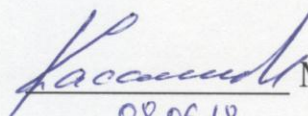
Биологического факультета

Загнухиной Натальи Андреевны

Научный руководитель

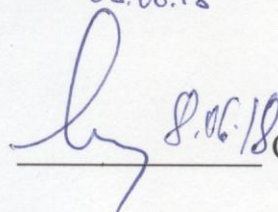
доцент кафедры микробиологии

и физиологии растений, к.б.н., доцент


08.06.18 М.Ю. Касаткин

Зав. кафедрой микробиологии

и физиологии растений, д.б.н., профессор


8.06.18 С.А. Степанов

Саратов 2018

Актуальность темы. Изучение особенностей анатомии и оптических свойств фитомеров пшеницы имеет важное теоретическое и практическое значение. Одним из самых важных для сельского хозяйства и пищевой промышленности семейств растений является семейство Злаковые (Poaceae). Poaceae или Gramineae - большое и практически повсеместно распространенное семейство однодольных цветковых растений. Оно включает приблизительно 780 родов и около 12 000 видов, самыми важными из которых являются растения, используемые в сельском хозяйстве - пшеница, рожь, овес, кукуруза, рис, просо, бамбук, ячмень, сорго и сахарный тростник [1]. Несмотря на сельскохозяйственное значение Злаковых, в частности пшеницы, большинство исследований длительное время были посвящены особенностям анатомического строения листа, в то время как другие части фитомера, в том числе узел и междоузлие, изучены значительно хуже [2, 3, 4]. Недостаточно исследована анатомия междоузлий и узлов стебля пшеницы [5, 6], а также оптические свойства тканей элементов фитомеров. Исследование оптических свойств в данный момент является перспективным направлением в физиологии растений, поскольку знания об оптических свойствах растения необходимы для понимания поглощения света фоторецепторами, которые контролируют рост и развитие, и для понимания механизма поглощения света хлорофиллом в процессе фотосинтеза.

Цель и задачи исследования. Целью работы является изучение особенностей фитомерной организации проводящей системы пшеницы.

Для достижения указанной цели были определены следующие задачи:

1. Определить особенности анатомического строения проводящей системы пшеницы;
2. Выявить закономерности распределения проводящих пучков в фитомере пшеницы;
3. Оценить изменение ультраструктуры клеток различных тканей по изменению оптических свойств *in vivo*;

Материал и методы исследования. Объектом исследования являлась мягкая яровая пшеница *Triticum aestivum* L. сорта Саратовская 29 из лаборатории селекции пшеницы НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов). Растения выращивались на богарных условиях. Исследования проводились на базе кафедры микробиологии и физиологии растений Саратовского Государственного университета имени Н. Г. Чернышевского.

Анатомические исследования тканей в узлах и междоузлиях побега проводили на поперечных срезах. Срезы проводились ниже узла (или колоса) на 3-5 мм, в средней части междоузлия и в нижней части. Для этого соломинку либо зажимали между кусочками сердцевины бузины и проводили срез бритвой, либо проводили срезы с помощью микротомы.

Изучение спектральных характеристик в области от 380 до 750 нм проводили согласно методике для цитофотометрических исследований [7]. Источником света служила галогеновая лампа накаливания мощностью 75 Вт. Пучок света большой степени монохроматичности (± 2 нм) подавался на микроскоп МББ-1А. Для получения света с узкой длиной волны использовался монохроматор спектрофотометра SPEKOL 11. Интенсивность прошедшего через ткани света определяли с помощью фотоэлектронного умножителя ФЭУ-68 со спектральной чувствительностью, лежащей в области 300 – 820 нм. Временные препараты растительного материала готовились на ручном микротоме. Толщина среза была подобрана таким образом, чтобы оптическая плотность исследуемых тканей лежала в пределах от 0.2 до 0.8. Это необходимо для уменьшения погрешности измерения [7]. Для сравнения неодинаковых по толщине срезов все значения оптической плотности пересчитывались на 1000 мкм. Микрофотографирование осуществляли на микроскопе БИО-МЕД 6 при помощи цифровой камеры Touptek Photonics UCMOS05100КРА (5.1 MPx), которая была подключена через специальный адаптер к микроскопу.

Расчет средней площади сечения проводящего пучка проводился по формуле, используемой в методике, описанной у Е.В. Ионовой [8]:

$$S_{\text{ср}} = \frac{\pi d_{\text{ср}}^2}{4} = 0,785 * d_{\text{ср}}^2,$$

где $d_{\text{ср}}^2$ - средний диаметр пучка.

Подсчет площади всех пучков был произведен по формуле:

$$\sum S_{\text{общ}} = S_{\text{ср}} * n,$$

где $S_{\text{общ}}$ – средняя площадь пучка, n - число крупных пучков.

Для подсчета диаметра проводящих пучков и толщины различных тканей использовались снимки срезов растений, полученных из микроскопа под четырехкратным увеличением. При помощи циркуля в программе Gimp, измерялся диаметр каждого пучка междоузлия или толщина нужной ткани. Также замерялась длина микрометрической линейки по ее фотографии, которая также была сделана в микроскопе. Данное измерение было необходимо для дальнейшего пересчета данных на необходимую величину. Измерения циркулем были произведены от нуля и до цены деления, равной 1 миллиметру. Таким образом, в масштабе gimp 1 мм был равен 930 ед на увеличении микроскопа, равном 4x10. Полученное значение переводилось в миллиметры путем деления на 930, а затем миллиметры переводились в микрометры умножением на 1000.

Величина оптической плотности (D) рассчитывалась по формуле:

$$D = \lg \frac{I_0}{I},$$

Где I_0 – интенсивность излучения, падающего на поглощающую среду, I – интенсивность излучения, прошедшего поглощающую среду.

Структура и объем работы. Работа изложена на 50 страницах, включает в себя введение, 3 главы, заключение, выводы, список использованных источников. Работа проиллюстрирована 27 рисунками. Список использованных источников включает 49 наименований.

Основное содержание работы

Исследование можно разделить на два этапа.

Первый этап касался изучения анатомической организации стебля пшеницы. Основная задача первого этапа - выявление закономерностей распределения проводящих пучков в метамерах растения.

На данном этапе были получены срезы различных метамеров растения. В ходе исследования было выяснено, что от первых междоузлий и до пятого включительно в анатомии соломины наблюдалось значительное развитие механической ткани, представленной склеренхимой; проводящие пучки более или менее смещены к периферии, расположены двумя кругами. Внешний круг представлен пучками малого размера, примыкающими к эпидермальной части соломины и полностью окруженными клетками склеренхимы.

В шестом междоузлии появляется четко выраженная хлоренхима, которая располагается под эпидермой рядом с внешним кругом проводящих пучков. Склеренхимная ткань за счет хлоренхимы смещается и становится локализованной в большей степени возле проводящих пучков.

На срезах колосонесущего междоузлия видно, что проводящие пучки располагаются поочередно – малые пучки внешнего круга располагаются между крупными пучками внутреннего круга. При этом малые пучки значительно увеличены в размерах в сравнении с малыми пучками, представленными ранее на срезах других междоузлий. Хлоренхимная ткань становится еще более выраженной. В сравнении с третьим междоузлем паренхима занимает гораздо меньшую площадь, центральная полость представлена достаточно крупным отверстием.

На поперечных срезах в узлах различной локализации относительно стебля было обнаружено, что в данной структуре происходит сложная перекомбинация проводящих пучков. Пучки довольно тесно располагаются относительно друг друга, во многих местах они соединены между собой либо частично, либо полностью, образуя одну структуру. Каждый из проводящих пучков окружен темно-зеленой хлорофиллоносной обкладкой. В нижней

части узла наблюдается перемещение части крупных проводящих пучков к центру стебля. Склеренхимная ткань развита очень хорошо. На рисунке она располагается на периферии среза и образует яркое светло-зеленое кольцо. В центре узла находится паренхима и группа склереид.

В дальнейшем происходит постепенное вычленение двух структур узла – по направлению снизу вверх внешняя область узла с частью периферических проводящих пучков идет выше, уходя во влагалище, внутренняя часть с проводящими пучками, локализованными ближе к центру узла, продолжается в стебель.

Для анализа количественного распределения проводящих пучков было взято 7 растений пшеницы, включая как относительно молодые растения, так и колосья, которые достигли своей зрелости. В ходе работы было подсчитано количество проводящих пучков соломины в трех местах – над узлом, в средней части и под узлом. Подсчет количества пучков проводился с 3 междоузлия. 1 и 2 междоузлия были небольшими (до нескольких сантиметров) и имели достаточно одревесневшую структуру, поэтому сделать на них срезы не удалось и в исследовании они не учитывались. Третье междоузлие также было коротким, поэтому срез был проведен только в средней части. В ходе исследования были получены данные о распределении проводящих пучков в метамерах пшеницы, которые представлены в таблице 1.

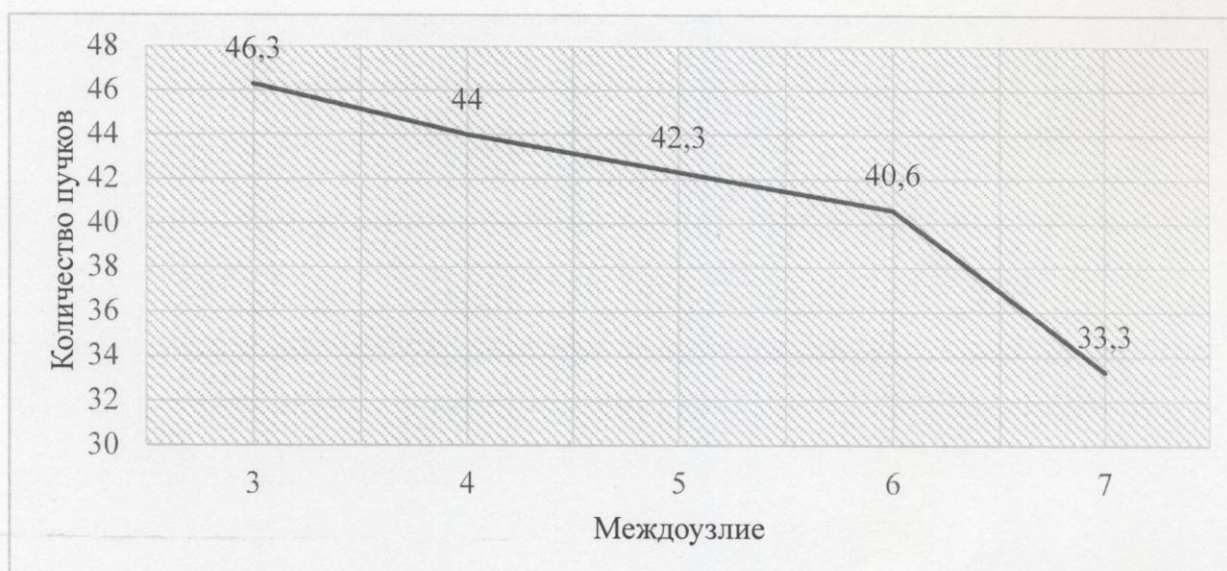
Таблица 1 - Распределение проводящих пучков в метамерах пшеницы

Междоузлие	Локализация	Номер растения						
		1	2	3	4	5	6	7
3 междоузлие	Средняя часть	50±1	58±1	48±1	41±1	46±1	41±1	40±1
4 междоузлие	Над узлом	45±1	46±1	45±1	43±1	46±1	43±1	38±1
	Средняя часть	45±1	45±1	45±1	44±1	47±1	52±1	36±1
	Под узлом	43±1	47±1	46±1	41±1	48±1	46±1	34±1
5 междоузлие	Над узлом	43±1	42±1	43±1	43±1	52±1	40±1	34±1
	Средняя часть	43±1	42±1	44±1	44±1	52±1	40±1	34±1
	Под узлом	41±1	42±1	45±1	39±1	52±1	40±1	34±1
6 междоузлие	Над узлом	43±1	39±1	41±1	38±1	48±1	39±1	34±1
	Средняя часть	44±1	40±1	41±1	39±1	48±1	39±1	34±1
	Под узлом	44±1	39±1	43±1	38±1	48±1	39±1	34±1
7 междоузлие (колосножка)	Над узлом	34±1	37±1	29±1	33±1	46±1	29±1	26±1
	Средняя часть	34±1	37±1	30±1	33±1	46±1	27±1	27±1
	Под колосом	34±1	36±1	30±1	33±1	46±1	25±1	27±1

Также был произведен расчет среднего количества проводящих пучков в междоузлии путем подсчета среднего арифметического. В третьем междоузлии эта величина составила 46, в четвертом – 44, в пятом междоузлии количество пучков было равно 42, в шестом – 41, в колосножке - 33. На

основании этих данных был построен график, представленный на рисунке 1. Наблюдается уменьшение количества проводящих пучков в направлении от 3 междоузлия к колосоножке.

Рисунок 1 - Характер распределения проводящих пучков в солоmine пшеницы



Далее проводился подсчет диаметров проводящих пучков на каждом междоузлии. После этого рассчитывался средний диаметр проводящего пучка путем нахождения среднего арифметического – складывались все значения диаметров для каждого из проводящих пучков, а затем полученная сумма делилась на общее количество проводящих пучков в данном междоузлии.

Расчеты средней площади сечения проводящего пучка и площади всех пучков проводились по формулам, описанным в методах исследования.

Площадь всех проводящих пучков для каждого междоузлия была подсчитана путем суммирования общей площади крупных и мелких проводящих пучков. Для седьмого междоузлия она составила $0,1046 \text{ мм}^2$, для шестого – $0,1229 \text{ мм}^2$, пятого – $0,1591 \text{ мм}^2$. Общая площадь для четвертого междоузлия была равной $0,1734 \text{ мм}^2$, для третьего – $0,1341 \text{ мм}^2$.

Максимальная общая площадь крупного проводящего пучка наблюдается в 4 междоузлии. Наименьшая общая площадь мелкого проводящего пучка также отмечена в 4 междоузлии.

По тому же методу были произведены замеры диаметра стебля, а также толщина различных тканей соломины – паренхимы, склеренхимы, хлоренхимы. Измерения проводились в четырех местах, после этого находилась средняя величина. Для удобства приведены усредненные данные, представленные в таблице 5.

Толщина тканей на протяжении соломины сильно варьирует. Паренхима нижней части стебля – в третьем междоузлии, составляет 628,5 мкм, в верхней части – колосонесущем междоузлии, она равна 213,44 мкм. Склеренхима, располагающаяся по периферии среза третьего междоузлия, заметно толще, чем в колосоножке, однако в колосонесущем междоузлии склеренхима существует также в виде плотной обкладки вокруг проводящего пучка, толщина которой превышает значение толщины склеренхимы третьего междоузлия. В шестом и седьмом междоузлиях на срезах хорошо различима хлоренхимная ткань, толщина которой возрастает с 49,82 мкм до 79,3 мкм. В пятом междоузлии наблюдается прирост всех показателей, что может говорить о функциональной. значимости этого междоузлия для растения.

Таблица 5 – Усредненные значения толщины различных тканей стебля пшеницы, мкм

Междоузлие	Диаметр стебля	Паренхима	Склеренхима		Хлоренхима
			По периферии стебля	В обкладке	
3	1876,88	628,50	76,88	-	-
4	2196,42	475,63	45,88	-	-
5	2861,56	535,22	57,58	-	-
6	2373,12	319,63	36,02	-	49,82
7	1549,47	213,44	15,32	81,45	79,3

Второй этап работы был посвящен изучению оптических свойств различных тканей в фитомерах побега пшеницы.

Для определения оптических свойств тканей исследовались поперечные срезы эпикотилия, колосонесущего междоузлия и его узла. Измерения проводились в начале и в конце вегетации.

В ходе исследования было выяснено, что оптические свойства исследованных структур тканеспецифичны и обладают выраженной зональной приуроченностью. В ходе онтогенеза спектральные характеристики принципиально не изменяются, но наблюдаются изменения общей оптической плотности. В узле показатели оптической плотности к концу вегетации тканей увеличиваются в три раза (с 3 до 10). Это может говорить об оптическом экранировании избытка солнечного излучения в нити лакоидными пигментами, которые синтезируются и накапливаются при воздействии неблагоприятных факторов как механизм защиты от фотоповреждений. Это также косвенно говорит о значимости поддержания постоянства светового градиента в узловой зоне и о высокой активности анатомо-морфологических перестроек клеточных структур в процессе онтогенеза.

Выводы

1. Наблюдается уменьшение количества проводящих пучков соломины пшеницы от третьего междоузлия к колосоножке.

2. Общая площадь проводящей системы, представленная большими проводящими пучками, имеет максимальный показатель в 4-м междоузлии. Наоборот, наименьшая общая площадь мелких пучков также отмечена в 4-м междоузлии.

3. В узловой зоне к концу вегетации отмечается значительное повышение оптической плотности тканей, что может рассматриваться как механизм защиты от фотоповреждений функционально значимых структур побега.

Список использованных источников

1. Christenhusz, M. J. M. The number of known plants species in the world and its annual increase / M. J. M. Christenhusz, J. W. Byng // Phytotaxa. Magnolia Press, 2016. №261 (3). P. 201–217
2. Ордина, Н. А. О методике изучения меристематической деятельности / Н. А. Ордина // Доклады АН СССР. 1952. Т. 84. №4. С. 825-828.
3. Ордина, Н. А. Интеркалярная меристема и её роль в онтогенезе пшеницы: Автореф. дис... канд. биол. наук. / Н. А. Ордина. Л, 1953. 28 с.
4. Серебрякова, Т.И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков / Т. И. Серебрякова. М.: Наука, 1971. 357 с.
5. Дорофеев, В. Ф. Анатомические особенности строения стебля и корня пшеницы в связи с устойчивостью к полеганию / В. Ф. Дорофеев // Труды Всесоюз. СХИ заоч. образования. 1961. Вып. 5. С. 56-63.
6. Patrick, J.W. Vascular system of the stem of the wheat plant. 2. Development / J. W. Patrick // Austral. J. Bot, 1972. Vol.20. N1. P.65-78.
7. Агроскин, Л. С. Цитофотометрия. Аппаратура и методы анализа клеток по светопоглощению / Л. С. Агроскин, Г. В. Папаян // Л.: Ленингр. Отделение, 1977. 295 с.
8. Ионова, Е. В. Методика оценки уровня развития проводящей системы колосонесущего междоузлия озимой пшеницы при различной водообеспеченности / Е. В. Ионова // Зерновое хозяйство России, 2009. №4. С. 18-22

