

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра микробиологии и физиологии растений

**ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ  
ОРГАНИЗАЦИИ ЛИСТОВОГО ВЛАГАЛИЩА ЗЛАКОВ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 422 группы  
Направления подготовки бакалавриата  
06.03.01 Биология  
Биологического факультета  
Крайниковой Вероники Валерьевны

Научный руководитель:

доцент, канд. биол. наук

\_\_\_\_\_

В.В. Коробко

Зав. кафедрой:

профессор, док. биол. наук

\_\_\_\_\_

С.А. Степанов

Саратов 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Злаки Poaceae Barnh. (Gramineae Juss.) – самое крупное семейство покрытосеменных растений. Принимая во внимание важное экономическое значение зерновых злаков, их биология требует детального изучения и глубокого понимания молекулярно-генетических механизмов, лежащих в основе формирования хозяйственно ценных признаков, процессов адаптации и развития в целом [1].

В настоящее время изучение структурных особенностей листа на разных фазах его развития имеют большое значение для изучения потенциала сортов в аспекте продуктивности, для исследования формирования устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды (низким температурам, поражению болезнями и вредителями) [2].

Несмотря на интерес исследователей к изучению анатомо-морфологической и функциональной организации листа злаков, обусловленный проблемами диагностики и продуктивности растений, большая часть работ, посвященных строению листа, не затрагивает организацию влагалища [3,4,5]. До настоящего времени информации о строении листового влагалища не много, а в качестве исследуемого параметра оценки сортового разнообразия используют морфологические признаки – длину, ширину влагалища [6,7,8]. Реже показатели функциональной активности ассимиляционных тканей – содержание фотосинтетических пигментов [9,10,11].

Таким образом, несмотря на то, что лист является доминирующим элементом вегетативного метамера и все его структурные элементы выполняют значимые функции, данных о формировании влагалища, его функциональной значимости недостаточно, чтобы утверждать об изученности данной структуры как в анатомическом, так и в функциональном плане.

Это важные вопросы, так как они имеют отношение к основным проблемам физиологии растений — целостности организма и формированию продуктивности.

Целью работы является установить структурные и функциональные особенности строения влагалища листа злаков на примере пшеницы сорта С 3.

Для реализации поставленной цели определены следующие задачи:

1. Рассмотреть особенности анатомической организации листового влагалища твердой пшеницы.
2. Изучить особенности строения влагалищной подушки листа злаков.
3. Выявить фитомерную изменчивость в развитии тканей листового влагалища твердой пшеницы.

**Материалы исследований.** Исследования проводились в 2020-2021 гг. на кафедре микробиологии и физиологии растений Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского.

Объектом исследования служили растения пшеницы Твёрдой сорта Саратовская золотистая.

Для анатомических исследований влагалище листа со стеблевым узлом фиксировали в слабом растворе Навашина по М.Н. Прозиной [12], промывали в проточной воде в течение суток и в дальнейшем хранили в смеси 96% спирта и глицерина (1:1). Временные препараты были приготовлены с использованием ручного микротомы по общепринятой методике.

Для изучения особенностей организации клеток эпидермиса и хлоренхимы использованы препараты мацерата, полученного при обработке фрагментов тканей влагалища листа в кипящем 10% растворе гидроксида натрия в течение 5-10 минут.

Использован гистохимический метод для идентификации клеток механических тканей. Окраску на лигнин проводили 0,5% флороглюцином (малиновая окраска одревесневших клеточных стенок). Для ее проведения срезы обрабатывали 0,5% раствором флороглюцина в смеси спирта и дистиллированной воды (1:1) в течение 1 - 2 минут, затем воздействовали концентрированной соляной кислотой [12]. Также использовали

комбинированную окраску 2% раствора метиленового синего и 1% раствора эозина [12]: срезы на сутки помещали в 1 - 2% водный раствор метиленового красителя, затем промывали их водой и докрашивали в течение 0,5 часа 1% водным раствором эозина, после чего промывали 96° спиртом. При таком окрашивании не одревесневшие клеточные стенки приобретают розовую окраску, а одревесневшие - голубую.

Фотографии получены при помощи цифровой камеры-окуляра SCIENTIFIC-MOUNTCAMERA 5.1MPAptinacolorCMOS для микроскопа Tension, Биомед 6 тринокулярный.

Статистическую обработку результатов исследований проводили по Б.А. Доспехову [13] с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel 2007.

**Структура работы.** Диплом изложен на 47 страницах и содержит такие структурные элементы: Содержание, Введение, Основная часть, Заключение, Выводы и Список использованных источников. В свою очередь основная часть содержит такие главы:

1. Анатомо-морфологическая и функциональная организация листового влагалища злаков.
2. Материалы и методы исследования.
3. Особенности организации влагалища листа пшеницы.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Анатомическое строение влагалища флагового листа твердой пшеницы сорта Саратовская золотистая**

Выявлены особенности организации влагалища флагового листа. Толщина влагалища в районе крупных пучков составляет 295,4 мкм, в районе расположения пучков меньшего размера - 267,8мкм. Количество пучков составило 15 шт.; при этом можно выделить крупные пучки, размер которых на поперечном срезе составляет  $129,9 \times 101,2$  мкм., которые чередуются с малыми

пучками –  $49,1 \times 60,1$  мкм. Толщина склеренхимного тяжа над крупными проводящими пучками составляет от 88 до 126 мкм. Количество склеренхимных клеток в тяже варьирует от 53 до 67 шт., составляя в среднем 59 шт.

Установлены некоторые особенности организации адаксиального и абаксиального эпидермиса влагалища флагового листа по размеру основных клеток эпидермиса, клеток устьичного комплекса и укороченных парных клеток. Так, частота встречаемости устьиц с абаксиальной стороны составила  $43 \text{ шт./мм}^2$ , что в 1,6 раз превышает значение аналогичного показателя с адаксиальной стороны; при этом устьица адаксиального эпидермиса характеризуются меньшими размерами. Частота встречаемости парных клеток в абаксиальном эпидермисе влагалища составила  $106 \text{ шт./мм}^2$ , что на 16% меньше по сравнению с адаксиальной. Частота встречаемости парных клеток адаксиальной стороны листа составила  $126 \text{ шт./мм}^2$ .

Описано строение тканей краевой части влагалища. Абаксиальный эпидермис имеет значительное – до 50% от толщины эпидермального слоя – утолщение наружной стенки; тогда как клетки адаксиального эпидермиса по сравнению с абаксиальным значительно крупнее (их ширина в 2-2,5 раза больше, толщина примерно равна или в 1,2 -1,4 раза больше, но при этом внешняя клеточная стенка имеет незначительное утолщение).

На параэпидермальном препарате от крайнего проводящего пучка влагалища к краю извилистость эпидермальных клеток сглаживается, ширина уменьшается, частота встречаемости и размеры укороченных - парных-клеток практически не меняются. Устьиц нет. Непосредственно ткани края представлены однотипными клетками прозенхимной формы, окраска временных препаратов позволяет говорить о лигнификации клеточных стенок, следовательно, о склерификации тканей.

**Особенности организации влагалищной подушки листа твердой пшеницы сорта Саратовская золотистая**

Выявлены особенности развития покровных, проводящих, механических тканей нижней части листового влагалища. Основная особенность структурной организации листовой подушки проявляется в формировании значительно выраженных тяжей механической ткани обкладки пучков, площадь сечения которых на поперечных срезах превышает площадь сечения проводящих пучков.

На основании применения гистохимического метода исследования срезов влагалищной подушки, установлено, что клеточные стенки механической ткани над крупными и вокруг малых проводящих пучков являются слабо лигнифицированными в районе формирования стеблевого узла и в верхней части влагалищной подушки, что позволяет идентифицировать их как склеренхимные волокна.

При этом непосредственно над местом формирования узла в тяже механической ткани крупных пучков можно наблюдать участки, состоящие из клеток с неутолщенными целлюлозными клеточными стенками, размеры которых не отличаются от диаметра механических клеток, их окружающих.

### **Фитомерная изменчивость строения листового влагалища твердой пшеницы сорта Саратовская золотистая**

Несмотря на изученность листа злаков до сих пор спорным остается вопрос о применимости к листьям злаковых растений закона Заленского.

Выявлено наличие ярусной изменчивости в строении листовых влагалищ по ряду признаков:

1. В строении покровной ткани от нижних ярусов к верхним происходит увеличение длины основных клеток эпидермиса, частоты встречаемости устьиц, размеров устьиц в абаксиальном эпидермисе, уменьшение количества парных клеток на единицу поверхности с абаксиальной стороны. Наблюдается существенное различие в частоте встречаемости устьиц в абаксиальном и адаксиальном эпидермисе влагалищ флагового и пятого листа: данный показатель с абаксиальной стороны в 1,4-1,5 раз выше, чем в адаксиальном эпидермисе; тогда как во влагалище четвертого листа данный

показатель не имеет статистически значимых различий, составляя от  $10 \pm 1$  шт./мм<sup>2</sup> до  $10 \pm 2$  шт./мм<sup>2</sup>. Наибольшая частота встречаемости устьиц характерна флаговому листу. Размеры основных клеток эпидермиса адаксиальной и абаксиальной сторон листового влагалища листьев не имеют существенных, статистически значимых отличий. С повышением ярусов наблюдается увеличение клеток в длину: длина основных клеток влагалища четвертого листа составила 290 мкм (абаксиальный эпидермис) - 295 мкм (адаксиальный эпидермис), влагалища флагового – шестого листа – 305 (адаксиальный эпидермис) – 306 (абаксиальный эпидермис) мкм.

2. Наблюдается ярусная изменчивость по выраженности механической ткани. Количество механических волокон в обкладке крупных пучков, хорошо выраженной под абаксиальным эпидермисом над флорой, увеличивается от влагалища четвертого листа ( $22 \pm 2$  шт.) к флаговому ( $59 \pm 2$  шт.). При этом средний диаметр волокон не изменяется. С повышением ярусности увеличивается толщина механической обкладки пучка под абаксиальным эпидермисом, что отражается на расположении проводящих пучков относительно эпидермиса. Так, расстояние от больших проводящих пучков во влагалище флагового листа до эпидермиса составляет 104,8 мкм., от малых - 30,7 мкм, тогда как в ниже расположенных листьях расстояние от больших проводящих пучков до эпидермиса составляет 52,9 мкм., от малых - 23,2 мкм. - во влагалище 5 листа. Расстояние от больших проводящих пучков во влагалище 4 листа до эпидермиса составляет 36,2 мкм., от малых - 2,8 мкм. Количество склеренхимных волокон под ксилемной частью крупных пучков во влагалище флагового листа составляет 18 шт., во влагалище 5 листа – 22 шт., во влагалище 4 листа – 21 шт.: максимальное значение отмечено во влагалище 5 листа, минимальное - во влагалище флагового листа. Такая же особенность развития механической ткани наблюдается относительно малых пучков влагалища: количество склеренхимных волокон увеличивается с повышением яруса листа, как и удаленность от эпидермиса.

3. В строении проводящих тканей - уменьшение высоты проводящих пучков при отсутствии статистически значимых различий в диаметре сосудов ксилемы. Установлено, что для таких признаков как высота крупного пучка и ширина крупного пучка, количество склеренхимных волокон над пучком (флаговый и пятый лист), характерна средняя степень варьирования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Злаки изучаются активно, учитывая их ценность. Но даже в строении такого важного органа, как лист, остались вопросы. Например, по особенностям формирования и организации влагалищной подушки — есть общие сведения и данные, например по толщине; много информации о листовых пластинках. Но о влагалищах известны только общие данные - нет узко - специфичных. Это важные вопросы, так как они имеют отношение к основным проблемам физиологии растений — целостности организма, формированию продуктивности.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Выявлены особенности организации влагалища флагового листа. Количество проводящих пучков составило 15 шт.; при этом можно выделить крупные пучки, их размер на поперечном срезе составляет  $129,9 \times 101,2$  мкм, которые чередуются с малыми пучками –  $49,1 \times 60,1$  мкм. Толщина склеренхимного тяжа над крупными проводящими пучками составляет от 88 до 126 мкм. Толщина влагалища в районе крупных пучков составляет 295,4 мкм, в районе расположения малых пучков размера - 267,8 мкм.

2. Установлены особенности организации эпидермиса влагалища флагового листа по размеру основных клеток эпидермиса, клеток устьичного комплекса, укороченных парных клеток. Частота встречаемости устьиц с абаксиальной стороны влагалища флагового листа составила 43 шт./мм<sup>2</sup>, что в 1,6 раз превышает значение аналогичного показателя с адаксиальной стороны; при этом устьица адаксиального эпидермиса характеризуются меньшими размерами. Частота встречаемости парных клеток в абаксиальном эпидермисе влагалища составила 106 шт./мм<sup>2</sup>, что на 16% меньше по сравнению с адаксиальной. Частота встречаемости парных клеток адаксиальной стороны листа составила 126 шт./мм<sup>2</sup>.

3. Для краевой части влагалища характерны следующие особенности: клетки адаксиального эпидермиса характеризуются менее утолщенной по

сравнению с абаксиальным эпидермисом клеточной стенкой, но более крупными размерами. Ближе к краю влагалища извилистость основных эпидермальных клеток сглаживается, ширина уменьшается; частота встречаемости и размер парных клеток не меняются; устьица отсутствуют. Край влагалища представлен однотипными клетками прозенхимной формы с лигнифицированными клеточными стенками.

4. Выявлены особенности развития покровных, проводящих, механических тканей нижней части листового влагалища. Характерная особенность структурной организации листовой подушки проявляется в формировании значительно выраженных тяжелой механической ткани обкладки пучков, площадь сечения которых на поперечных срезах превышает площадь сечения проводящих пучков.

5. Гистохимическим методом установлено, что клеточные стенки механической ткани над крупными и вокруг малых проводящих пучков являются слабо лигнифицированными в районе формирования стеблевого узла и в верхней части влагалищной подушки, что позволяет идентифицировать их как склеренхимные волокна.

6. С повышением ярусности в листовых влагалищах наблюдается увеличение длины основных клеток эпидермиса; увеличение частоты встречаемости устьиц; снижение частоты встречаемости парных клеток с абаксиальной стороны листового влагалища; увеличение ширины замыкающих клеток и всего устьичного комплекса в абаксиальном эпидермисе; увеличение длины и ширины замыкающих клеток устьиц абаксиального эпидермиса. В листовых влагалищах верхних фитомеров увеличивается толщина механической обкладки пучков за счет увеличения количества склеренхимных волокон; уменьшается высота проводящих пучков при отсутствии статистически значимых различий в диаметре сосудов ксилемы.

Таким образом, выполненная работа вносит вклад в понимание структуры влагалища, гистологического состава, фитомерной изменчивости в структурной и функциональной организации данной части листа.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Добровольская, О.Б. Соцветие злаков: особенности строения, развития и генетической регуляции морфогенеза/О.Б. Добровольская, А.Е.Дресвянникова //Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2018. – Том 22, №7. – С. 766-775.

2 Гудкова, Г.Н. Изучение листьев хлебных злаков применительно к проблемам селекции/ Г.Н. Гудкова// Журнал: вестник адыгейского государственного университета. Серия 4: естественно-математические и технические науки. - 2013.-С. 41-45.

3 Прокудин, Ю. И. Злаки Украины: монография / Ю. И. Прокудин [и др.]; под ред. Ю. Р. Шеляг-Сосонко. – Киев: Наукова думка, 1977. – 518 с.

4 Зверева, Г.К. Клетки хлоренхимы сложной формы у растений из семейств Роасеae и Ринасеae/ Г.К. Зверева // Растительный мир Азиатской России: Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. - 2020. - № 1 (37). - С. 11-17.

5 Березина, О.В. К методике оценки мезоструктуры листа видов рода *Triticum* (Роасеae) в связи с особенностями строения его хлорофиллоносных клеток / О.В. Березина, Ю.Ю. Корчагин // Бот. журн. — 1987.— т. 72. № 4. — С. 535-541.

6 Каргатова, А.М. Морфологические аспекты развития листьев побега озимой ржи/ А.М. Каргатова, С.А. Степанов С.А. Н.В. Шесслер, Т.Я.Ермолаева, Н.Н. Нуждина// Бюл. Бот. сада СГУ. - 2018 г.- Т.16, № 1. С. 51-59.

7 Голева, Г.Г. Роль флаговых листьев в формировании продуктивности растений озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.)/ Голева Г.Г., Ващенко Т.Г., Крюкова Т.И., Голев А.Д.//Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2016. - № 2 (49). - С. 31-42.

8 Лисунова, С.И. Рожь озимая (*Secale cereale*). Сорт красноярская универсальная/ Лисунова С.И., Солодухина О.В., Кобылянский В.Д., Тимина

М.А., Плеханова Л.В., Горяев В.А. //Патент на селекционное достижение RU 9536. Заявка № 67205 от 28.05.2015.

9 Зверева, Г.К. Форма клеток и структура ассимиляционной ткани у злаков (Poaceae)/ Г.К. Зверева //Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии - 2012. - № 11.- С. 86-88.

10 Зверева, Г.К. Распределение надземной фитомассы и структурные особенности хлоренхимы у луговых злаков. /Зверева Г.К. //Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. - 2016. - № 15. - С. 184-187.

11 Степанов, С.А. Гетерогенность органов пшеницы по содержанию пигментов фотосинтеза/ Степанов С.А., Гагаринский Е.Л., Касаткин М.Ю., Ильин Н.С. //Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. - 2015. - Т. 15, № 2.- С. 59-62.

12 Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. - М.: Высшая школа, 1960. – С. 207 – 254.

13 Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)/ Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.