



**Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки**

**Институт биологии**

**Уфимского научного центра РАН**

проспект Октября, 69, г. Уфа, 450054

тел./факс (347) 235-62-47, 235-53-62

05.12.2014, № 17742-01/2115-305

На № \_\_\_\_\_

[ \_\_\_\_\_ ]

Утверждаю

Директор ИБ УНЦ РАН,

Д.б.н., проф. А.И. Мелентьев



### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Институт биологии Уфимского научного центра РАН (ИБ УНЦ РАН)  
на диссертацию Суслова Максима Алексеевича «Реакция эндомембранной  
системы клеток и процесса межклеточного водообмена в растениях на  
давление», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата  
биологических наук по специальности 03.01.02 - биофизика

Давление играет важную роль в жизни растений, что проявляется, в частности, в зависимости роста и поддержания формы растений от тургора, и значении отрицательного ксилемного давления в качестве движущей силы притока воды из корней. Известно, что распространяющийся со скоростью звука перепад давления может выступать в качестве сигнала, который передается из органа в орган растений (Malone, 1992; Холодова и др., 2006). Рецензируемая диссертационная работа значительно расширяет представления о роли давления в жизни растений, поскольку в ней показано

влияние этого фактора на процесс межклеточного переноса воды. Таким образом, становится очевидно, что давление не только выполняет функцию движущей силы, поддерживающей потоки воды в растении, но может регулировать их за счет изменения сопротивления движению воды. Хотя в литературе есть сведения о том, что импульсы давления определенной амплитуды могут изменять проницаемость клеток для воды (Wan et al., 2004), новизна данной работы в том, что диссертанту удалось значительно расширить представления о механизмах, лежащих в основе этого феномена.

Выполнение поставленной задачи стало возможным благодаря разработке установки, обеспечивающей воздействие давлением на биологические объекты непосредственно во время ЯМР эксперимента и возможность фиксации тканей для электронной микроскопии непосредственно под давлением.

С помощью оценки релаксационных и диффузионных затуханий намагниченности диссертант выявил зависимость влияния давления на показатели межклеточного водообмена от наличия газового компонента в исследуемых образцах. Этот вывод основан на том, что влияние давления проявлялось при использовании в качестве объекта корней растений кукурузы, для которых характерен относительно большой объем воздухоносных межклетников, и не проявлялось в экспериментах с не имеющими их водорослями. Кроме того, наличие плазмодесм у одних растений и их отсутствие – у других позволило диссертанту обсудить роль этих структур во влиянии давления на межклеточный перенос воды.

Диссертант высказывает предположение, что под давлением происходит увеличение в клетках концентрации растворенного кислорода, что может способствовать повышению суммарного уровня активных форм кислорода (АФК) в клетке и может вызвать увеличение уровня перекисного окисления липидов (ПОЛ), что, как известно, сопровождается ростом водопроницаемости мембран.



Диссертант использовал возможности метода ЯМР диффузометрии для того, чтобы дифференцировать влияние давления на симпластный и трансклеточный перенос воды. Другие методы не позволяют отдельно оценить вклад этих двух путей транспорта воды, что заставило Steudle (2001) предложить термин перенос от клетки к клетке (cell-to-cell), включающий сумму симпластного и трансклеточного пути. Для выделения из общего транспорта воды компоненты переноса по симпласту диссертант использовал метод парамагнитного допинга (Анисимов и др., 1983). Эффект достигался нивелированием вклада от воды трансклеточного пути с помощью парамагнитных частиц (GdDTPA), способных уменьшить времена релаксации, проникающих во внеклеточное пространство, но не внутрь клетки. В итоге диссертанту удалось показать, что влияние давления на межклеточный перенос воды осуществляется как по трансклеточному, так и симпластному пути.

Украшением диссертации являются данные о влиянии давления на ультраструктуру клеток корней. Суловым показано, что при этом происходят значительные структурные изменения в эндомембранной системе клеток участвующей в мембранном трафике, и нарушение целостности тонопласта. Наряду с перечисленными изменениями в ультраструктуре, показано снижение физиологических параметров клеток растений, таких как дыхание и тепловыделение, что говорит о замедлении клеточного метаболизма под влиянием давления и, по всей вероятности, является причиной ингибирования роста клеток.

Вместе с тем, вклад тонопласта в суммарную проницаемость «сэндвича» плазмалемма + тонопласт, по мнению, диссертанта мал, поскольку диффузионные затухания для образцов в норме под давлением и для образцов под давлением, но разрушенных жидким азотом, показывают кардинальные изменения в барьерной функции плазмалеммы. Таким образом, подавляющий вклад в изменение проницаемости под давлением «сэндвича» плазмалемма + тонопласт вносит именно плазмалемма. Это

заключение диссертанта соответствуют данным литературы о том, именно аквапорины плазмолеммы, но не тонопласта определяют суммарную гидравлическую проводимость (Chaumont et al., 2001).

Замечания:

1. При анализе торможения роста растения под давлением не рассматривается возможность объяснения этого феномена гибелью клеток в зоне растяжения.
2. Возобновление роста после снятия давления было бы логично подкрепить электронно микроскопическими снимками восстановления эндомембранной системы и особенно тонопласта
3. Схема реализации колебательного режима тургорного давления построена на относительно большом объеме литературных данных по симпласту без сравнения с альтернативным трансклеточным (трансмембранным) вариантом.
4. Объяснение увеличения проницаемости плазмалеммы повышением ПОЛ не подкреплено измерениями его уровня.

Эти замечания не относятся к основным закономерностям, выявленным диссертантом. В целом диссертация хорошо написана и оформлена. Обзор литературы содержит много ценной информации, а небольшие недочеты (отсутствие определения трансклеточного пути и термина мангитная релаксация, значение которого становится понятно только из чтения методики) не умаляют его достоинства.

В автореферате отражены основные положения диссертационной работы, его содержание соответствует тексту самой диссертации и публикациям.

В целом диссертация М.А. Сулова является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи выявления влияния давления физиологического диапазона на эндомембранную систему клеток и межклеточный перенос воды, имеющей существенное значение для биофизики и физиологии растений, что соответствует требованиям,

предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук,  
а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Отзыв обсужден на заседании лаборатории физиологии растений 5 декабря  
2014 г., (протокол № 6).

Заведующая лабораторией  
физиологии растений  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Института биологии  
Уфимского научного центра РАН,  
e-mail: guzel@anrb.ru

*Гузель*

Кудоярова Гюзель Радомесовна

Ведущий научный сотрудник  
лаборатории физиологии растений  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Института биологии  
Уфимского научного центра РАН,  
e-mail: vysotskaya@anrb.ru

*Лидия*

Высоцкая Лидия Борисовна

450054, Уфа, пр. Октября, 69,  
раб. тел. 3472356247

Подпись *Кудоярова Г.Р., Высоцкая Л.Б.*  
Заверяю *Уч. секретарь*

*И.Б. Гузель*



*Урагалиди Р.В.*