

## КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ КАК СПОСОБ КОММУНИКАЦИИ И РЕГУЛЯЦИИ В СИСТЕМЕ ЦЕЛОГО ОРГАНИЗМА

*Н.В. Будаговская*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

Живые организмы характеризуются высокой функциональной динамичностью, что обеспечивает им хорошую адаптацию к меняющимся внешним условиям среды. В данной работе исследовалось влияние изменения водно-солевого баланса в прикорневой зоне растений на динамику быстрых ответных реакций листьев по разработанной ранее методике [1, 2]. В качестве тест-системы использовался интегральный показатель функциональной активности растений – рост, чувствительный к изменению водно-солевого баланса тканей. Применение метода лазерной интерференционной ауксанометрии позволило регистрировать изменение скорости роста листьев в небольших временных интервалах (мин, ч). Измерения скорости роста листьев проводили с помощью ауксанометра ЛИНА-ЭМЗД (Россия) в непрерывном режиме в течение нескольких часов. Объектами исследования являлись растения ячменя сорта Ауксиняй. Растения выращивали в песке, поливали водопроводной водой. Изменение водно-солевого баланса в корневой зоне осуществляли внесением раствора хлористого натрия (NaCl) до концентрации 100 мМ и последующим отмыванием корней от NaCl. Эксперименты проводили при температуре 20–23° С и влажности воздуха 60 %.

На рис. 1 представлен график скорости роста 2-го листа растения ячменя. Можно видеть, что процесс имеет колебательный характер. Это затухающие колебания с околочасовым периодом, вызванные изменением водно-солевого баланса в корневой зоне. Предварительно в зону корней был добавлен раствор NaCl, после чего последовало отмывание корневой системы от соли. Колебания продлились 2 ч. Ранее в наших экспериментах были получены также затухающие колебания с околочасовым периодом длительностью 2 ч при измерении скорости роста листьев риса, но они были вызваны последовательным добавлением воды и NaCl в корневую зону растения [3]. Это привело к функциональному разбалансу в растении и индуцировало колебания. Продемонстрированные в данной работе низкочастотные затухающие колебания скорости роста листьев, вызванные изменением водно-солевого баланса в корневой зоне, могут быть связаны с дальним транспортом воды на уровне целого растения (корни – стебель – листья). Помимо отмеченных затухающих колебаний с околочасовым периодом при измерении скорости роста листьев растений постоянно регистрируются колебания с периодом менее минуты. Примером таких колебаний могут быть колебания, представленные на Рис. 2 (фрагмент Рис. 1) и в наших предыдущих публикациях [3–5]. Это тургорные автоколебания. Они могут быть связаны с транспортом воды на клеточном уровне (ближний транспорт) и включать участие сократительных белков клеток и трансмембранную гидравлическую проводимость через водные каналы.

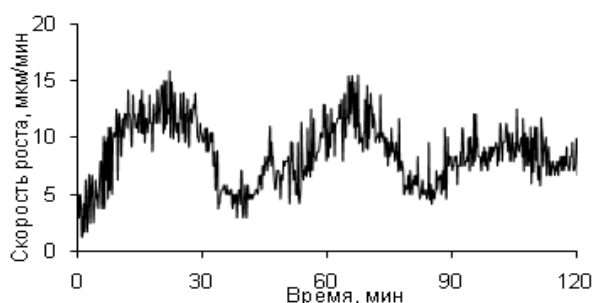


Рис. 1. Колебания скорости роста 2-го листа 15-дневного растения ячменя. Измерению скорости роста листа предшествовало добавление NaCl в корневую зону с последующим отмыванием корней от NaCl.

Интересно отметить, что увеличение амплитуды таких колебаний предшествует увеличению скорости роста листьев. Рост растяжением связан с транспортом воды в растении и увеличение амплитуды колебаний транспорта воды свидетельствует об усилении водного потока в тканях растений, что будет способствовать увеличению скорости роста листьев. Рис. 3 демонстрирует такую

ситуацию. Увеличение амплитуды тургорных колебаний тканей листа было связано с последующим увеличением скорости роста этого листа с 20 мкм/мин до 25 мкм/мин. После повышения скорости роста листа до нового стационарного уровня амплитуды колебаний снизились, что указывает на регуляторный характер таких изменений. Усиление амплитуды тургорных колебаний было отмечено нами также при восстановлении роста листьев овса, подавленного засолением в зоне корней [5]. При адаптации растений к засолению транспорт воды в растении восстанавливается также как и процесс роста.

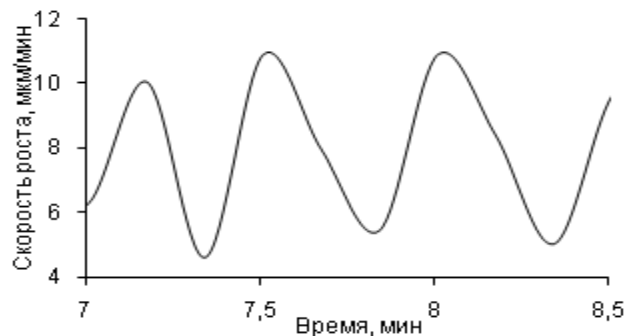


Рис. 2. Фрагмент Рис. 1.

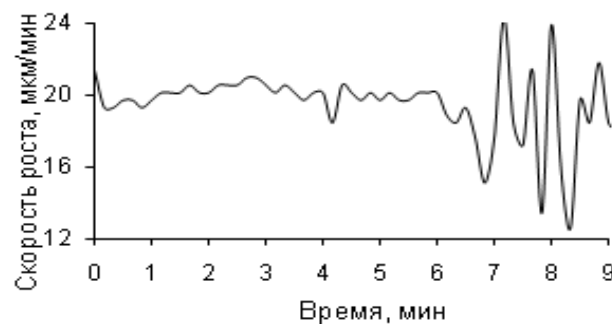


Рис. 3. Колебания скорости роста 2-го листа 12-дневного растения ячменя.

Автоколебательный режим функциональной активности растений характеризует временную упорядоченность процессов. Согласованность ритмов процессов на клеточном, органном, организменном уровне создает основу для динамической регуляции функциональной активности посредством изменения амплитуд и частот колебаний.

### Литература

1. Budagovskaya N.V. Interaction of plant shoots and roots: dynamics and stability // *Biophotonics and Coherent Systems*, Belousov L.V., Voeikov V.L., Martinuik V., (Eds.), Springer. – New-York, – 2007. – P. 213–223.
2. Budagovskaya N.V. Rapid response reactions of buckwheat plant shoots on changes in sodium chloride concentration at the root zone and blockage of calcium channels // *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*. – 2010. – 4, – P. 128–130.
3. Будаговская Н.В. Низкочастотные и высокочастотные колебания скорости роста растений при изменении водно-солевого баланса // *Актуальная биотехнология* – 2022. – № 1, – С. 322.
4. Будаговская Н.В. Изменение колебательного режима скорости роста и тургора растений гречихи после внесения хлористого натрия в корневую зону // *Организация и регуляция физиолого-биохимических процессов: сб. науч. тр.* – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во. – 2022. – С. 4–9.
5. Будаговская Н.В. Скорость растяжения и сжатия тканей листьев растений при изменении водно-солевого баланса // *Организация и регуляция физиолого-биохимических процессов: сб. науч. тр.* – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во. – 2021. – С. 4–9.