

порошковой дифрактометрии было установлено, что лекарственный препарат находится в аморфном состоянии, что должно способствовать повышению биодоступности.

С использованием проточной системы, работающей в соответствии со стандартом USP<sup>IV</sup>, было установлено, что время высвобождения сульфаниламида из микросферических частиц меньше, чем для чистого лекарственного средства. Полученные результаты позволяют разработать стратегию получения систем на основе белкового матрикса для ингаляционной доставки плохо растворимых в воде лекарств.

*\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-015-00267.*

УДК 58.03

**Е. С. Васфилова, Т. А. Воробьева**

*Ботанический сад УрО РАН,  
620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а,  
euvas@mail.ru*

## **РОЛЬ ФРУКТОЗОСОДЕРЖАЩИХ УГЛЕВОДОВ В РЕГУЛЯЦИИ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ\***

**Ключевые слова:** олигофруктаны, полифруктаны, инулин, водный дефицит.

Фруктозосодержащие углеводы (фруктаны) известны как одна из форм запасных питательных веществ у растений. Однако в последние десятилетия накапливается все больше данных о роли фруктанов в адаптации растений к окружающей среде и устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам. Это многофункциональные молекулы, обеспечивающие ответ на стресс, выполняющие роль сигнальных молекул, действующие как стабилизаторы мембран [1, 2]. Они обладают также сильными антиоксидантными свойствами, сходными с таковыми у полифенолов [3], и, по-видимому, выполняют важные функции в отношении устойчивости растений к холоду, засухе, засолению [4–6], поддерживая физико-химические свойства мембран.

М. Versluys et al. [6] отмечают, что во время абиотического стресса часто накапливаются фруктаны с низкой степенью полимеризации (олигофруктаны), которые более осмотически активны, чем фруктаны с высокой степенью полимеризации (полифруктаны). Накопление низкомолекулярных фруктанов в

ответ на стресс, скорее всего, связано с частичной деградацией полисахаридов; снижение степени их полимеризации можно наблюдать после воздействия холодового стресса. Предположительно, фруктаны защищают растительные клетки таким же образом во время засухи. По мнению ряда авторов [1, 5], смесь фруктанов с высокой степенью полимеризации с фруктанами с более низкой степенью полимеризации наиболее эффективна для защиты мембран.

Растения, накапливающие фруктаны, особенно распространены в умеренных и засушливых климатических зонах с сезонными периодами морозов или засухи и почти отсутствуют в тропических регионах [7].

Целью нашей работы явилось изучение особенностей накопления фруктанов у 25 видов растений, интродуцированных в условия подзоны южной тайги из регионов с разнообразными климатическими условиями.

Содержание низко- и высокомолекулярных фруктанов определяли спектрофотометрическим методом, используя реакцию с резорцином. Проанализировали накопление этих групп соединений у видов с разными типами ареалов. Выделены две группы: 1) виды, распространенные в лесной зоне и от лесной до степной зоны в умеренном поясе; 2) виды, распространенные в степной зоне умеренного пояса и от степной зоны до субтропического пояса. У видов второй группы, произрастающих в значительно более засушливых условиях, наблюдалось статистически достоверное более сильное накопление низкомолекулярных фруктанов (уровень значимости  $p = 0.000006$ ). Эти соединения являются хорошими осмолитами и играют большую роль в регуляции осмотического потенциала. В данном случае, вероятно, большее значение для накопления фруктанов играл фактор влажности, а не температуры. Повышение накопления низкомолекулярных фруктанов, по-видимому, происходит за счет деполимеризации высокомолекулярных фруктанов, поскольку их содержание у видов второй группы падает, хотя и недостоверно.

Далее изученные виды разделили на экологические группы по отношению к увлажненности их местообитаний: 1) гигрофиты, мезогигрофиты и мезофиты; 2) ксеромезофиты и ксерофиты. У видов, распространенных в местообитаниях с ограниченной доступностью воды, оказалось статистически достоверно выше содержание олигофруктанов (уровень значимости  $p = 0.00189$ ). По-видимому, в первую очередь низкомолекулярные фруктаны способствуют адаптации растений к недостаточному увлажнению.

Полученные результаты соответствуют мнению G. A. F. Hendry [7] о том, что естественная функция фруктанов в меньшей степени связана с устойчивостью к низким температурам, но намного в большей степени – с регуляцией поступления и удержания воды в клетках.

### Список литературы

1. Valluru R., Ende W. van den // Journal of Experimental Botany. 2008. Vol. 59, № 11. P. 2905–2916.

2. *Ende W. van den* // Journal of Experimental Botany. 2018. Vol. 69, № 18. P. 4227–4231.
3. *Pommerrenig B., Ludewig F., Cvetkovic J. et al.* // Plant Cell Physiology. 2018. Vol. 59, № 7. P. 1290–1299.
4. *Livingston D. P. III, Hinch D. K., Heyer A. G.* // Cellular and Molecular Life Sciences. 2009. Vol. 66, № 13. P. 2007–2023.
5. *Salinas C., Handford M., Pauly M. et al.* // PLoS One. 2016. Vol. 11, № 7. P. 1–24.
6. *Versluys M., Kirtel O., Öner E. T. et al.* // Plant, Cell & Environment. 2018. Vol. 41. P. 16–38.
7. *Hendry G. A. F.* // New Phytologist. 1993. Vol. 123, № 1. P. 3–14.

\* Работа выполнена в рамках Государственного задания Ботанического сада УрО РАН и частично при поддержке гранта РФФИ 20-03-20030\20.

УДК 579.61/.62/.222.3/.264

**В. Ф. Володченко, Г. В. Карпова**

*Оренбургский государственный университет,  
460018, Россия, г. Оренбург, пр. Победы, 13,  
viktorinka0312@mail.ru*

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ АНТИБИОТИКОВ И ПРОБИОТИКОВ В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*\***

**Ключевые слова:** *Bacillus*, антибиотики, Споробактерин, Бактисубтил, Ветом, аддитивный эффект.

Резистентность пробиотического штамма в пищеварительном тракте и субэффективная концентрация антибиотика являются залогом для успешного комплексного применения. При пероральном способе приема антимикробных препаратов (АМП) возможно использование временного промежутка, что позволяет назначить пробиотик при условии снижения концентрации антибиотика в просвете кишечника до минимального значения. Помимо этого, допустимо использование сведений о резистентности пробиотических штаммов к АМП [1–3].

Также необходимо учитывать, что повышение эффективности комплексной терапии будет наблюдаться в том случае, если и пробиотический штамм, и антибиотик будут обладать синергетическим эффектом, так как их совместное действие снижает частоту появления побочных эффектов этиотропной терапии и повышает эффективность эрадикационной. Таким образом, совместное