

экспериментальные данные показали, что для всех применяемых в работе сортов максимальное количество жизнеспособных протопластов выделяется при добавлении ферментов с концентрацией 0,5% Cellulase и 0,5% Macerozyme, а увеличение концентрации данных ферментов свыше 0,5%, приводит к резкому снижению выходу жизнеспособных протопластов. Максимальное количество жизнеспособных протопластов было получено из мезофилла листа подсолнечника сорта Джинн. Продолжается исследование по изучению культивирования полученных протопластов.

**Разработка методов цифрового анализа изображений для Comet Assay растительных клеток с использованием свёрточных нейронных сетей  
Светлаков В.И., Звонарёв С.Н., Демидчик В.В.\***

Белорусский государственный университет, кафедра клеточной биологии и биоинженерии растений, Минск, Беларусь

\*E-mail: dzemidchyk@bsu.by

Растения постоянно подвергаются стрессовым воздействиям различной природы. Влияние стрессоров, помимо негативного воздействия на физиологические процессы растений может приводить к повреждению генетической информации, хранящейся в ядре, т.е. индуцировать так-называемые генотоксические эффекты. Их исследование имеет большое фундаментальное и прикладное значение для биологии растений и биотехнологии. Одним из подходов, позволяющих количественно определить степень повреждения ДНК, является электрофорез одиночных ядер или метод анализа «ДНК-комет» (англ.: Comet Assay). Данная методика универсальна и применима к любым эукариотическим клеткам. Важнейшим этапом интерпретации данных, получаемых при помощи техники ДНК-комет, является анализ изображений флуоресцентно-окрашенных ядер, подвергнутых горизонтальному электрофорезу (ДНК-комет). В работе использовались модельные растения *Arabidopsis thaliana* и *Physcomitrella patens*. В качестве стрессоров использовались тяжелые металлы (свинец, медь, марганец и цинк), ультрафиолетовое облучение, засоление. Работа была проведена с использованием Python 3.9 и библиотек OpenCV для работы с компьютерным зрением и Tensorflow для создания, тренировки и интеграции в программное обеспечение нейронной сети, Pandas для создания отчетов о детекции и табличном выводе результатов, PyQt для создания графического интерфейса. Была создана нейронная сеть со сверточной архитектурой, содержащая 4 сверточных и 4 полносвязных слоя, тренировка происходила на наборе данных размером в 4149 фотографий, при этом 80% изображений использовалось для тренировки, 20% для валидации. Количество тренируемых параметров составляло 1,928,385. Метрика AUC для ROC кривой составила 0.98 для валидационной выборки, метрика точности составила 97 процентов. В созданной программе была заложена функция работы в автоматическом режиме. В сравнении с программным обеспечением «open source» и коммерческим ПО для Comet Assay, созданная программа продемонстрировала точность определения и анализа ДНК-комет, в том числе детерминации одиночных и двойных разрывов ДНК, на уровне ручного анализа человеком-оператором. Подобные программы пока отсутствуют среди коммерческих предложений.

**Оценка некоторых показателей антиоксидантной системы трансгенных растений *Nicotiana tabacum* в условиях нарушения водного режима**

**Приступа К.В.\*, Кукулянская Т.А.**

Белорусский государственный университет, кафедра биохимии, Минск, Беларусь

\*E-mail: kristina.pristupa@mail.ru

Одной из задач учёных является получение растений, отличающихся повышенной устойчивостью к абиотическим стрессовым воздействиям. В таких условиях у растений

происходит активация антиоксидантной защитной системы. Также растения в ответ на стресс продуцируют этилен, избыточное количество которого негативно влияет на растения. Современный способ снижения данного фитогормона – создание трансгенных растений, несущих в своем геноме бактериальный ген *acdS*. Данный ген кодирует 1-аминоциклопропан-1-карбоксилатдезаминазу, которая разрушает предшественник этилена. Объектом исследования выступали нетрансгенные и трансгенные растения *Nicotiana tabacum*, которые несли в своем геноме ген *acdS* бактерий *Pseudomonas putida* B-37. Растения были выращены в нормальных условиях (контрольная серия) и в условиях водного дефицита (опытная серия). Показано, что наименьшая активность супероксиддисмутазы, каталазы, пероксидазы обнаружены в растениях контрольной серии. Установлено, что максимальная активность ферментов антиоксидантной защиты в растениях в условиях нарушения водного режима наблюдалась на 6 сутки эксперимента, затем наблюдалось снижение активности исследуемых ферментов. Продемонстрировано, что в трансгенных растениях активность ферментативных антиоксидантов в условиях дефицита влаги ниже, чем в нетрансгенных. Возможно, это связано с тем, что в трансгенных растениях в меньшем количестве образуются активные формы кислорода по сравнению с нетрансгенными.

### Сессия 6

#### **Молекулярная эволюция стероидных гормональных систем у *Plantae* и *Animalia*** **Шпаковский Г.В.<sup>А\*</sup>, Бабак О.Г.<sup>Б</sup>, Халилуев М.Р.<sup>В</sup>, Спивак С.Г.<sup>Г</sup>, Шематорова Е.К.<sup>А</sup>**

<sup>А</sup>Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

<sup>Б</sup>Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

<sup>В</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, Москва, Россия

<sup>Г</sup>Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

\*E-mail: yushpak57@mail.ru

Одними из древнейших биорегуляторов живой клетки являются стероидные соединения (стерины и их производные). В отличие от животных и дрожжей, у которых практически единственными стероидными липидами являются соответственно холестерин и эргостерин, в растениях в значительных количествах присутствуют по крайней мере четыре вида фитостероинов:  $\beta$ -ситостерин, кампестерин, стигмастерин и холестерин. Хотя в начале 80-х годов прошлого века был открыт особый класс стероидных фитогормонов – брассиностероиды, только в начале этого столетия доказано, что у высших растений сохранены начальные (до стадии синтеза прогестерона и его первичных производных) этапы впервые описанной для животных и ставшей «классической» схемы синтеза стероидных гормонов, приводящие к синтезу таких характерных для животных стероидов, как прегненолон сульфат, прогестерон, 17-гидроксипрогестерон, 16-дегидропрогестерон и андростендион. Дальнейшие исследования показали, что эта «прогестероновая» гормональная система важна у высших растений как для регуляции роста и развития, так и для неспецифической защиты от биотических (инфекции такими патогенами, как *Botrytis cinerea*, *Alternaria spp*, *Oidium neolycopersici* и *Cladosporium fulvum*) и абиотических (засуха, засоление) стрессов и используется у лекарственных растений в том числе для синтеза ряда важных метаболитов медицинского применения, таких как сердечные гликозиды у наперстянки. Характеристика всех компонентов и механизма функционирования прогестероновой системы гормональной регуляции растений и изучение её взаимодействия с другими гормональными системами растений является важной задачей современной генетики и биотехнологии.