

Естественное возобновление представлено подростом клена, граба, ясеня, липы и вяза: состав – 5,2Кл2,3Г1,8Яс0,4Лп0,3В, густота – 9,60 тыс. шт/га (густой). Количество экземпляров условно крупного подростка: клен остролистный – 5004 шт/га; граб обыкновенный – 2204; ясень обыкновенный – 1713; липа мелколистная – 406; вяз гладкий – 271 шт/га. Подлесок средней густоты, представлен крушиной ломкой и бересклетом. В живом напочвенном покрове встречаются сныть обыкновенная, ветреница дубравная.

Выводы. В исследованных насаждениях липы мелколистной западной части Беларуси в основном (первом) ярусе встречается пять древесных видов: липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), береза повислая (*Betula pendula* Roth) и граб обыкновенный (*Carpinus betulus* L.). Запас насаждений варьируется от 210 до 220 м³/га. Санитарное состояние исследованных насаждений преимущественно хорошее. По степени облиственности преобладают густые кроны (77,6–85,0 %). В естественном возобновлении участвуют от четырех (Новогрудский лесхоз) до пяти (Пружанский лесхоз) древесных видов, образующих густой или средней густоты подрост. В липняке кисличном густота условно крупного подростка липы мелколистной составила 1950 шт/га, в липняке снытевом количество естественного возобновления липы значительно ниже (406 шт/га).

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ), договор Б19ЛАТГ-002.

Литература

1. Юркевич, И. Д. Липняки Белоруссии: типы, ассоциации, лесохозяйственное значение / И. Д. Юркевич, В. С. Адериho, В. Л. Дольский. – Минск : Наука и техника, 1988. – 174 с.
2. Рысин, Л. П. Липовые леса Русской равнины / Л. П. Рысин. – М. : Т-во науч. изданий КМК, 2012. – 195 с.
3. Мурахтанов, Е. С. Липа / Е. С. Мурахтанов. – М. : Лесн. промышленность, 1981. – 80 с.

О. В. КОВЗУНОВА

АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КАЛЛУСНЫХ КУЛЬТУР РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ (*SILYBUM MARIANUM* L.) БЕЛОРУССКОЙ И ВЕНГЕРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

*Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь
E-mail: olga-kopa@mail.ru*

Введение. Лекарственные растения являются природными источниками биологически активных веществ (БАВ), поэтому в настоящее время их широко применяют в медицине и различных отраслях промышленности [1]. Аль-

тернативными источниками получения БАВ растительного происхождения могут стать культуры клеток и тканей растений *in vitro*. Биотехнологические подходы позволяют получать продукт независимо от внешних климатических и почвенных условий, круглогодично, сохраняя при этом естественные ареалы ценных лекарственных растений [2, 3]. Известно, что свободные радикалы, образующиеся при воздействии различных химических и физических факторов на организм человека, приводят к нарушению биохимических процессов, что в свою очередь запускает процесс развития различных заболеваний. Негативное действие свободных радикалов связывают с индукцией гомолитических процессов окисления биологических молекул. Для минимизации и предотвращения данных процессов в медицинской практике используют спиртовые, водные и водно-спиртовые экстракты лекарственных растений, которые благодаря широкому спектру БАВ оказывают антирадикальное действие. Чем выше антирадикальная активность (АРА) растительных экстрактов, тем выше способность вторичных метаболитов инактивировать свободные радикалы [4].

Цель исследования – определение уровней антирадикальной активности спиртовых экстрактов каллусов (корневого, листового, стеблевого и семядольно-листового) лекарственного растения расторопши пятнистой (*Silybum marianum* L.) 8-го пассажа двух рас.

Материалы и методы. Каллусы получали на эксплантах *S. marianum* двух рас – красноцветкового сорта Золушка белорусской селекции и белоцветкового сортообразца венгерской селекции Sibilla. Инициировали из корневых, листовых, стеблевых и семядольных эксплантов расторопши пятнистой двух рас – сегментов размером 4 мм, взятых с 17-дневных растений на среде Мура-сиге–Скуга, содержащей гормоны 1 мг/л 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты и 0,4 мг/л кинетина. Культивирование проводили в темноте при температуре 25 °С. Далее каллусы пассировали на среду Мура-сиге–Скуга с добавлением гормонов 2 мг/л бензиламинопурина и 1 мг/л нафтилуксусной кислоты. Уровень АРА определяли по стандартной методике [5].

Результаты и обсуждение. Для выявления наиболее перспективной каллусной культуры как источника высокой АРА было проведено исследование АРА спиртовых экстрактов каллусов 8-го пассажа. Данную активность оценивали по протеканию реакции связывания радикала АВТС с антиоксидантами.

2,2'-азино-бис(3-этил-бензтиазолин-6-сульфокислота) (АВТС) выступает в качестве донора электронов в окислительно-восстановительных реакциях, которые катализируют ферменты пероксидаза и билирубиноксидаза. В результате протекания таких реакций происходит перенос электрона с молекулы АВТС на молекулу субстрата и образование катионного радикала (АВТС•+), который, в свою очередь, обладает высокой реакционной способностью и может быть инициатором свободнорадикальных превращений в клетке [4, 5]. При добавлении к раствору, содержащему АВТС•+, антиоксидантов оптическая плотность системы при данной длине волны снижается, что ука-

зывает на поглощение катионных радикалов испытуемыми веществами и доказывает их АРА [5]. Наиболее высокая АРА отмечена в клетках корневого каллуса красноцветкового сорта Золушка – на 10 % выше, чем у корневого каллуса белоцветкового сортообразца Sibilla. В целом, АРА корневого каллуса красноцветкового сорта была выше, чем у стеблевого каллуса того же сорта, и составляла 0,439 моль тролокса/мл экстракта. Наименьшая АРА была характерна для семядольно-листового каллуса – 0,251 моль тролокса/мл экстракта, что на 50 % ниже, чем в корневом каллусе. АРА листового каллуса была невысокой – 0,291 моль тролокса/мл экстракта. У белоцветкового сортообразца, напротив, АРА у стеблевого каллуса была на 4,3 % выше, чем у корневого каллуса, у которого данный показатель был наиболее высоким (0,443 моль тролокса/мл экстракта) по сравнению с таковым у других образцов. Согласно литературным данным [5], сравнение АРА большинства *in vitro* культур (*Tanacetum vulgare* L., *Atragene speciosa* Weinm. и др.) показало, что наименьшей АРА обладает стеблевая культура, что, вероятнее всего, связано с эпигенетическими особенностями стебля, а наиболее высокая активность характерна для корневых культур, что подтверждается на культурах расторопши красноцветкового сорта и опровергается на белоцветковом сортообразце. АРА листового и семядольно-листового каллуса была 0,293/0,348 моль тролокса/мл экстракта, что на 36 и 25 % меньше, чем у стеблевого каллуса. Следовательно, корневой каллус красноцветкового сорта и стеблевой каллус белоцветкового сортообразца являются наиболее перспективными культурами для использования в качестве биотехнологического сырья, поскольку обладают достаточно высоким уровнем антиоксидантной активности по сравнению с активностью каллусов листового и семядольно-листового происхождения [6].

Выводы. Таким образом, АРА каллусов расторопши пятнистой характеризуется высокими значениями. Максимальная активность детектирована в стеблевом каллусе белоцветкового сортообразца и в корневом каллусе красноцветкового сорта, что делает их более перспективными клеточными линиями. Наименьшая АРА характерна для семядольно-листового каллуса сорта Золушка (0,251 моль тролокса/мл экстракта) и листового каллуса сортообразца (0,293 моль тролокса/мл экстракта).

Литература

1. Verpoorte, R. Analysis of the interface between primary and secondary metabolism in *Catharanthus roseus* cell cultures using ^{13}C -stable isotope feeding and coupled mass spectrometry / R. Verpoorte // *Phytochem. Rev.* – 2002. – Vol. 1. – P. 13–25.
2. Запрометов, М. Н. Вторичный метаболизм в культурах клеток и тканей растений / М. Н. Запрометов // *Культура клеток растений.* – М. : Наука, 1981. – С. 37–51.
3. Бутенко, Р. Г. Клеточные технологии для получения экономически важных веществ растительного происхождения / Р. Г. Бутенко // *Культура клеток растений и биотехнология.* – М. : Наука, 1986. – С. 3–28.

4. Antioxidant activity applying an improved ABTC radical cation decolorization assay / R. Re [et al.] // *Free Radical Biol. Med.* – 1999. – Vol. 26, N 9/10. – P. 1231–1237.
5. Tang, Y.-Z. Free-radical scavenging effect of carbazole derivatives on DPPH and ABTS radicals / Y.-Z. Tang, Z.-Q. Liu // *J. Amer. Oil Chemists' Soc.* – 2007. – Vol. 84. – P. 1095–1100.
6. Enhancement of silymarin production in cell culture of *Silybum marianum* (L.) Gaertn by elicitation and precursor feeding / A. Firouzi [et al.] // *J. Herbs, Spices Med. Plants.* – 2013. – Vol. 19, N 3. – P. 262–274.

Е. В. КОНДРАТОВ

ОСОБЕННОСТИ АДВЕНТИВНОГО КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ СТЕБЛЕВЫХ ЧЕРЕНКОВ СПОНТАННЫХ СОМАТИЧЕСКИХ МУТАЦИЙ *THUJA OCCIDENTALIS* L.

*Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь
E-mail: kondratov.20144@mail.ru*

Введение. Декоративные формы туи западной нашли широкое применение в декоративном садоводстве многих стран мира. Р. Б. Хупов [1] указывает, что большинство карликовых садовых форм туи западной были получены путем вегетативного размножения «ведьминых метел» мутантного происхождения, обнаруженных в кроне растений вида. Карликовые формы гибридного происхождения, по его мнению, встречаются редко.

Некоторые авторы утверждают также, что в результате мутаций у древесных растений происходят морфометрические и физиологические изменения, которые могут влиять на особенности их вегетативного размножения [2]. Например, Б. С. Ермаковым [3] отмечена крайне низкая корнеобразовательная способность золотистых, желто-хвойных и белокончиковых форм туи западной мутантного происхождения.

Та же тенденция описана М. Т. Тарасенко [4] при размножении листовенных пород. Внутри одного вида он отмечал как требовательные к условиям укоренения сорта, так и совершенно неприхотливые, с высокой укореняемостью.

При изучении вегетативного размножения садовых форм туи западной В. И. Торчиком и Е. Д. Антонюк [5] установлена высокая укореняемость стеблевых черенков, которая в зависимости от культивара и сроков черенкования доходила до 100 %. В работах некоторых зарубежных авторов она варьировалась от 96 до 100 % [2].

Учитывая, что большинство карликовых садовых форм туи западной имеют мутантное происхождение, актуальным является сравнительное исследование влияния изменений, происходящих в исходных растениях в результате мутации на корнеобразование у стеблевых черенков.