

УДК 615.2

<https://www.doi.org/10.34907/JPQAI.2022.94.43.008>

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР ВИДОВ РОДА АРАЛИЯ (*ARALIA SSP.*)

Д.А. Некрасова, аспирант, младший научный сотрудник кафедры биохимии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, nekrasova.darya@pharminnotech.com

М.Н. Пovyдыш, доктор биол. наук, профессор кафедры фармакогнозии, заведующая кафедрой биохимии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, maria.povydysh@pharminnotech.com

Н.С. Пивоварова, канд. фарм. наук, доцент кафедры промышленной технологии лекарственных препаратов, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, nadezhda.pivovarova@pharminnotech.com

М.Ю. Гончаров, доктор биол. наук, доцент кафедры фармакогнозии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, mikhail.goncharov@pharminnotech.com

В данной статье обобщена информация о характеристике, охранном статусе, способах введения в культуру *in vitro* представителей рода *Aralia L.*, описаны накапливаемые культурами клеток вторичные метаболиты.

Ключевые слова: аралиевые, *Araliaceae*, культура *in vitro*, *Aralia ssp.*

Аралиевые (*Araliaceae*) – семейство двудольных растений, распространенных главным образом в тропическом и субтропическом климате. Данное семейство насчитывает порядка 850 видов, относящихся более чем к 70 родам. Большинство аралиевых – деревья или кустарники, реже – полукустарники и многолетние травы [1].

Представители семейства известны в качестве лекарственных растений, препараты которых оказывают стимулирующее влияние на центральную нервную систему (ЦНС), обладают адаптогенными свойствами, в частности, данное утверждение справедливо для лекар-

ственных препаратов женьшеня (*Panax ginseng* C.A. Mey), элеутерококка (*Eleutherococcus senticosus* (Maxim. & Rupr.) Maxim.), заманихи (*Oplopanax elatus* Nakai), аралии (*Aralia mandshurica* Rupr. & Maxim.) [2,3]. Однако известны и другие, не менее ценные виды активности указанных лекарственных средств: противовоспалительная [4], гипогликемическая [5,6], гепатопротекторная [7,8], цитотоксическая [9] и др. [10].

Своими фармакологическими свойствами указанные растения обязаны тритерпеноидам – многочисленному классу природных соединений, структурным основоположником которых является сквален. Наибольший интерес представляют производные пентациклического β-амирина и тетрациклического II-даммарендиола, свойственные растениям рода *Aralia ssp.* и *Panax ssp.* [11].

Совокупность ценных для человека видов активности, ограниченность естественного ареала и сложность культивирования сделали растения семейства *Araliaceae*

потенциальными объектами для введения в культуру *in vitro*.

Грамотный подход к культурам растительных клеток и тканей позволяет вести работы по получению биологически активных веществ (БАВ) в течение всего года и вне зависимости от природных условий, а контроль условий выращивания позволяет увеличить выход вторичных метаболитов [12].

Долгое время считалось, что накопление вторичных метаболитов в культурах клеток – процесс больше исключительный, чем закономерный, что было связано с поисками конкретных, фармацевтически ценных, соединений, синтез которых в данных биологических системах мог быть затруднен. В настоящее время в связи с расширением спектра детальных фитохимических исследований было выяснено, что синтез вторичных метаболитов осуществляется и культурами клеток, однако имеет свои характерные особенности, связанные с непрерывной пролиферативной активностью и дедифференцированным состоянием клеток [13].

Первоначальные работы по получению и исследованию культур клеток семейства аралиевых проводились в середине прошлого столетия: были получены первые каллусные и суспензионные культуры растений рода *Polyscias* ssp. и *Panax* ssp. В настоящее время получены и успешно культивируются десятки представителей обоих родов [14, 15].

Фитохимические исследования клеточных культур женьшеня позволили определить в их составе нейтральные гинзенозиды Rg1, Re, Rf, Rb1, Rc, Rb2, Rd – основные тритерпеновые сапонины корня женьшеня настоящего (*Panax ginseng* C.A. Mey) [16]. Также было показано, что культура *P. japonicus* в значительном количестве накапливает гинзенозид R₀ [17].

Работы по фитохимическому изучению клеточных культур различных видов рода полисциас (*Polyscias* ssp.) позволили обнаружить тритерпеновые гликозиды, идентифицированные

как Pol 1, Pol 3, Pol 5, Pol 7. Дополнительно были проведены исследования влияния добавления предшественника синтеза изопреноидов на конечный выход вторичных метаболитов *Polyscias fruticosa* (L.) Harms. Установлено, что это увеличивает количество тритерпеноидных гликозидов в культурах и оказывает положительное влияние на ростовые характеристики культуры [18].

РОД АРАЛИЯ: ЕГО ОБЪЕМ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ОХРАННЫЙ СТАТУС

Род *Aralia* включает 71 вид и является пятым по величине среди всех родов семейства. Филогенетические исследования показывают, что род *Aralia* эволюционно наиболее близок к родам *Panax*, *Polyscias* и *Pseudopanax* [19].

Представители рода распространены главным образом в Восточной и Юго-Восточной Азии (57 из 71 вида) и только 14 видов приходятся на Северную и Южную Америку. Первые упоминания о растениях данного рода датированы XVII веком, а некоторые виды были завезены и культивированы в Европе в 1600–1700-х годах, при этом первыми культивируемыми видами были *Aralia elata* (Miq), *Aralia cordata* Thunb., *Aralia cachemirica* Decne, *Aralia stipulata* Franch.

Виды *Aralia* ssp. – это многолетние травы, кустарники или листопадные деревья. Подземная сфера представляет собой корневища или хорошо развитые корни. Листья очень крупные, непарноперистосложные, часто дважды- и триждыперистые. Цветки мелкие, пятичленные, собраны в зонтики, образующие сложные метельчатые соцветия. Форма и цвет плодов-костянок сильно варьируют от вида к виду [20].

В России ареал произрастания затрагивает азиатскую часть страны, Дальний Восток: острова Сахалин, Кунашир, Шикотан, Итуруп, Приморский край, юг Хабаровского края,

Амурскую область. Произрастающие на данных территориях виды аралии (*A. continentalis*, *A. cordata*) относятся к исчезающим и занесены в Красную книгу России, исключение составляет *A. elata*, относящаяся к категории видов с наименьшим риском [21,22].

Угрожающий статус видов аралии может быть связан с периодом морфофизиологического покоя, необходимого для семян, и недоразвитостью зародыша, что является лимитирующим фактором для восстановления естественной популяции растений. Для успешного выведения семян из состояния покоя требуется длительный период стратификации с чередованием температурного режима, что также не обеспечивает их стопроцентной всхожести [21].

КУЛЬТУРЫ КЛЕТОК *ARALIA* SSP: ПОЛУЧЕНИЕ, КУЛЬТИВИРОВАНИЕ, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Работы по *in vitro* культивированию аралии высокой (*Aralia elata* Rupr. et Maxim.).

Большое значение видов рода аралия для восточной традиционной медицины сделало их потенциальными объектами для введения в культуру *in vitro* [23–25]. Подавляющее большинство работ в области клеточных технологий посвящено *Aralia elata* Rupr. – виду, который издавна использовался в традиционной медицине Азии для лечения кашля, рака, диабета, ревматоидного артрита, язвы желудка и гепатита [24,26–28].

В работе, посвященной получению каллусной культуры аралии высокой и последующей регенерации полноценного растения, Karim M.Z. с соавт. (2007) в качестве первичного экспланта использовали черенки и листья интактного растения, предварительно простерилизованные в спирте этиловом 70% и гипохлорите натрия 3% с добавлением твина-80. Экспланты высаживали

на среде Мурасиге – Скуга (МС) и Broad-leaved tree medium (ВТ) без или с добавлением фитогормонов. Было показано, что наибольшее число каллусов получалось из черенков на среде МС с добавлением 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) в количестве 5 мг/л, интенсивное образование побегов наблюдали из каллусной культуры листа на среде ВТ без добавления фитогормонов, активный ризогенез был индуцирован из каллусной культуры листа на среде ВТ с добавлением 2 мг/л α -нафтилуксусной кислоты (НУК) [29].

J.M. Li с соавт. (2001) исследовали индукцию соматического эмбриогенеза каллусных культур *Aralia elata* Rupr. et Maxim. Каллус получали из молодых побегов аралии на среде МС с добавлением 0,5 мг/л 2,4-Д, 0,5 мг/л 6-бензиламинопурина (6-БАП) и 0,5 мг/л α -нафтилуксусной кислоты (НУК). Культуры пересаживали на среду МС, содержащую 2 мг/л 2,4-Д, 0,5 мг/л 6-БАП, 0,5 мг/л НУК и 0,2% активированного угля для индукции соматического эмбриогенеза. В результате эксперимента ученым удалось получить растения-регенеранты [30].

Dai J.-L. с соавт. (2011) изучали быстрый способ регенерации аралии маньчжурской при помощи соматического эмбриогенеза. В качестве первичных эксплантов ученые использовали листья, черешки и сегменты корня. Части растения культивировали в течение пяти недель на среде Шенка – Хильдебранта с добавлением различных концентраций индолил-3-масляной кислоты (ИМК) для индукции соматического эмбриогенеза. Исследователями отмечено, что в ста процентах случаев индукция процесса происходила на среде с концентрацией ИМК 2 мг/л, 3 мг/л и 0,3 мг/л. Кроме того, учеными было отмечено наличие вторичного соматического эмбриогенеза и изучены условия, при котором данный процесс является наиболее эффективным. В ходе работы первичные эмбрионы культивировали на средах с различной концентрацией ИМК, АБК и сахарозы. Установлено, что ИМК

наиболее благотворно влияла на процесс вторичного соматического эмбриогенеза, чем АБК. Кроме того, наилучший рост и развитие эмбрионов отмечено на средах с пониженным содержанием сахарозы (10–20 г/л) [31].

Авторами подмечено, что использование в качестве индуцирующего агента ауксина 2,4-Д является менее эффективным подходом по сравнению с рассматриваемым, поскольку в первом случае процесс эмбриогенеза занимает больше времени [31,32].

Yue Sui с соавт. (2022) изучали динамику накопления олеаноловой кислоты и флавоноидов в культуре гормональных автотрофных клеток аралии высокой. Было показано, что наилучший рост культуры наблюдается на жидкой среде МС с добавлением 70 г/л сахарозы, а наибольший выход олеаноловой кислоты отмечали при обработке культур метилжасмонатом в количестве 250 мкмоль/л в течение шести дней или при добавлении салициловой кислоты в концентрации 25 мг/л в течение трех дней, что позволило увеличить эффективность выхода кислоты в 1,597 и 3,59 раза по сравнению с контролем. Рекордное количество флавоноидов накапливалось в культурах при их обработке ацетатом натрия в количестве 50 мг/л в течение 14 дней, что в 2,37 раза превышало эффективность накопления целевой группы биологически активных веществ по сравнению с контролем. Оптимальная концентрация обоих прекурсоров в среде была определена в количестве 5 мг/л для ацетата натрия и 25 мг/л для салициловой кислоты, что повышало уровень выхода как флавоноидов, так и олеаноловой кислоты [33].

Изучение культур *in vitro* аралии сердцевидной (*Aralia cordata* Thunb.). Другим объектом культуральных исследований является *Aralia cordata* Thunb. [34], что связано с широким спектром биологической активности и богатым опытом применения аралии в восточной медицине [25,28]. В эксперименте вторичные метаболиты аралии сердцевидной

оказывают обезболивающее [35], хондропротекторное [36], противовоспалительное и иммуномодулирующее [4], противомикробное [37] и др. действие [38].

Nagashima S. с соавт. (2004) использовали клеточную культуру аралии сердцевидной в качестве источника фермента антоцианин-3-О-галактозилтрансферазы для последующего доказательства его активности. Каллус аралии получали из побегов и листьев на среде Мурасиге – Скуга с добавлением 1 мг/л 2,4-Д, 0,1 мг/л кинетина и 70 мл кокосовой воды. Клетки каллуса были использованы в работе для получения суспензионной культуры, из ДНК которой секвенировали аминокислотную последовательность антоцианин-3-О-галактозилтрансферазы. Ген, ответственный за кодирование исследуемого фермента, переносили с помощью вектора в *E.coli*, что позволило доказать, что фермент способствует именно 3-О-галактозилрованию флавоноидов [39].

Sakamoto K. с соавт. (1993) и Asada Y. с соавт. (1994) изучали компонентный состав антоцианов, накапливаемых каллусными культурами *A. cordata*. Были установлены структуры цианидин-3-ксилозилгалактозида и пионидин-3-ксилозилгалактозида (табл. 1) [40,41]. Кроме того, исследователи установили, что влияние света, высокий уровень сахарозы или низкий уровень нитратов в питательной среде усиливают процессы метилирования цианидин-3-ксилозилгалактозида, что приводит к увеличению продукции пионидин-3-ксилозилгалактозида.

Lee K.-S. с соавт. исследовали возможность регенерации аралии сердцевидной из культур клеток. Эмбриогенный каллус получали из молодых соцветий, культивируя первичные экспланты на среде МС с добавлением 6,8 мкмоль/л 2,4-Д. Эмбриогенные скопления клеток пересаживали каждые две недели, а затем поддерживали в жидкой среде МС с добавлением 4,5 мкмоль/л 2,4-Д и 3% сахарозы. Следующим этапом являлась синхронизация

Таблица 1

ФОРМУЛЫ АНТОЦИАНОВ, НАКАПЛИВАЕМЫЕ КАЛЛУСАМИ *ARALIA CORDATA*

Название	Формула	Лит. ист.
Цианидин-3-ксилозилгалактозид		[40]
Пионидин-3-ксилозилгалактозид		[41]

соматического эмбриогенеза, которая заключалась во фракционировании эмбрионов на разных стадиях развития с последующим культивированием глобулярных или сердцевидных зародышей на среде с разной концентрацией абсцизовой кислоты для формирования семядольных зародышей. Семядольные зародыши пересаживали в чашки Петри с агаризованной средой МС без фитогормонов.

Было показано, что наибольший выход (60,7%) растений-регенерантов наблюдался при «созревании» сердцевидных зародышей на среде с концентрацией абсцизовой кислоты 3,8 мкмоль/л [42–44].

Использование клеточных технологий для введения в культуру других видов аралий. Xiao-Xia Y.A. N. G с соавт. (2005) изучали условия индукции каллусогенеза, увеличения

биомассы и ризогенеза клеточных культур *Aralia thomsnii*. Образование каллуса наблюдали на среде МС с добавлением 0,18 мг/л 6-БАП и 0,4 мг/л ИМК, активное увеличение массы клеток было отмечено на среде МС с концентрацией 6-БАП 1,2 мг/л и ИМК 0,5 мг/л, образование многочисленных корней фиксировали на среде 1/2МС + 3 мг/л ИМК [45].

Yang L. X с соавт. (2011) исследовали условия получения каллуса аралии материковой (*Aralia continentalis* Kitag.) и возможность регенерации полноценного растения с использованием клеточных технологий. В качестве первичного экспланта использовали пазушные почки интактного растения. Было установлено, что оптимальной для индукции каллуса является среда Мурасиге – Скуга, содержащая 1,5 мг/л 6-БАП и 1,0 мг/л 2,4-Д, выход каллусных культур при данных условиях составил 100%. Образование адвентивных побегов наблюдалось на среде МС с концентрацией 2,0 мг/л 6-БАП и 0,2 мг/л НУК, эффективность дифференциации при описываемых условиях достигала 90%. Наилучшие показатели по корнеобразованию показали образцы, культивируемые на среде 1/2 МС с добавлением 0,02 мг/л НУК или 0,5 мг/л ИМК, укореняемость аралии составила 100% [46].

ВЫВОДЫ

Представители семейства аралиевых (*Araliaceae*) известны своими адаптогенными свойствами и имеют большое значение для традиционной восточной медицины. Совокупность ценных для человека видов фармакологической активности и трудоемкость культивирования указанных растений традиционными способами сделали их потенциальными объектами для введения в культуру *in vitro*. В настоящее время успешно культивируются каллусные и суспензионные культуры разных видов женьшеня и полисициаса,

установлены химические структуры основных вторичных метаболитов, накапливаемых культурами клеток.

Виды рода *Aralia* также имеют многолетний опыт использования в медицине. Данные растения представляют большой интерес для изучения с точки зрения клеточных технологий, что связано со сравнительно небольшим опытом введения представителей рода в культуру *in vitro*. Кроме того, на сегодняшний день не имеется достаточного количества информации о накоплении в культурах аралий основного класса биологически активных веществ – тритерпеноидов, что также открывает большие возможности для дальнейших исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Буданцев А.А. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 3. Сем. Fabaceae – Apiaceae. – СПб., М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 602 с.
2. Hackney A.C. Pharmacologic and Nutritional Substances to Enhance Performance or Produce Weight Loss // *Exercise, Sport, and Bioanalytical Chemistry*. 2016. P. 83–96.
3. Martinez B., Staba E.J. The physiological effects of *Aralia*, *Panax* and *Eleutherococcus* on exercised rats // *Jpn.J. Pharmacol.* – 1984; 35: 79–85.
4. Ji E.H., Kim D.S., Sim S.J., Park G.H., Song J.H., Jeong J.B., Kim N. Anti-inflammatory Effect of Leaves Extracts from *Aralia cordata* through Inhibition of NF-κB and MAPKs Signaling in LPS-stimulated RAW264.7 Cells // *The Plant Resources Society of Korea*. 2018. Vol. 31. №6. P. 634–640.
5. Niu H.S., Liu I.M., Cheng J.T., Lin C.L., Hsu F.L. Hypoglycemic effect of syringin from *Eleutherococcus senticosus* in streptozotocin-induced diabetic rats // *Planta Med.* 2008. Vol. 74. №2. P. 109–113.

6. Luyen N.T., Dang N.H., Binh P.T. X., Hai N.T., Dat N.T. Hypoglycemic property of triterpenoid saponin PFS isolated from *Polyscias fruticosa* leaves // *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*. 2018. Vol. 90. №3, P. 2881–2886.
7. Hwang K.A., Hwang Y.J., Kim G.R. et al. Extracts from *Aralia elata* (Miq) Seem alleviate hepatosteatosis via improving hepatic insulin sensitivity // *BMC Complement. Altern. Med.* 2015. Vol. 347. №15. P. 1–9.
8. Saito S., Ebashi J., Sumita S., Furumoto T., Nagamura Y., Nishida K., Isiguro I. Comparison of cytoprotective effects of saponins isolated from leaves of *Aralia elata* Seem. (*Araliaceae*) with synthesized bisdesmosides of oleanoic acid and hederagenin on carbon tetrachloride-induced hepatic injury // *Chem. Pharm. Bull.* 1993. Vol. 41. №8. P. 1395–1401.
9. Lee J.-H. Suppression of cellular adhesion and the anticancer activity of *Aralia elata* extract // *Food Science and Technology*. 2022. V. 42. P. 1–7.
10. Shikov A.N., Narkevich I.A., Akatova A.V., Nemyatykh O.D., Flisyuk E.V., Luzhanin V.G., Povydsh M.N., Mikhailova I.V., Pozharitskaya O.N. Medical Species Used in Russia for the Management of Diabetes and Related Disorders // *Frontiers in Pharmacology*. 2021. №12. P. 1–40.
11. Гришковец В.И., Чирва В.Я., Качала В.В., Шашков А.С. Тритерпеновые гликозиды аралиевых: методы выделения и установления структуры // *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. 2007. №127. С. 97–107.
12. Носов А.М. Культура клеток высших растений – уникальная система, модель, инструмент // *Физиология растений*. 1999. №6. С. 837–844.
13. Томилова С.В., Киташов А.В., Носов А.М. Сердечные гликозиды: распространение, свойства и специфика образования в культурах клеток и органов растений *in vitro* // *Физиология растений*. 2022. Т. 69. №3. С. 227–245.
14. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. – М.: Наука, 1964. – 272 с.
15. Суханова Е.С. Всероссийская коллекция культур клеток высших растений ИФР РАН (УНУ ВККК ВР) / Е.С. Суханова, И.Е. Куличенко, Г.И. Соболюкова // *Биология клеток растений in vitro и биотехнология: тезисы докладов XI Международной конференции, которая знаменует полувековую историю по исследованию культивируемых in vitro клеток высших растений и 60-летие деятельности отдела биохимии и биотехнологии растений государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»*, Минск, 23–27 сентября 2018 года. – Минск: Медисонт, 2018. С. 230–231.
16. Wu J. Production of ginseng and its bioactive components in plant cell culture: Current technological and applied aspects // *Journal of Biotechnology*. 1999. №68. P. 89–99.
17. Кочкин Д.В., Носов А.М. Кислые эфиры гинзенозидов в суспензионной культуре клеток *Panax japonicus* var. *repens* // *Вестник МарГТУ, Серия «Лес. Экология. Природопользование»*. 2011. №3. С. 61–71.
18. Кочкин Д.В., Суханова Е.С., Носов А.М. Тритерпеновые гликозиды в культуре клеток *Polyscias fruticosa* (L.) Harms // *Материалы международной конференции «Перспективы фитобиотехнологии для улучшения качества жизни на Севере»*. – Якутск: ИПК СВФУ. 2010. С. 101–104.
19. Liu W., Guo W., Chen S., Xu H., Zhao Y., Chen S., You X. A High-Quality Reference Genome Sequence and Genetic Transformation System of *Aralia elata* // *Front. Plant. Sci.* 2022. P. 1–11.
20. Wen J. Systematics and Biogeography of *Aralia* L. (*Araliaceae*): Revision of *Aralia* Sects. *Aralia*, *Humiles*, *Nanae*, and *Sciadodendron* // *Contributions from the United States National Herbarium*. 2011. №57. P. 1–17.

21. Журавлев Ю.Н., Воронкова Н.М., Баркалов В.Ю., Воронков А.А. Лекарственные растения Курильских островов. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 306 с.
22. Красная книга России. [Электронный ресурс]. URL: <https://redbookrf.ru/?s=%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%8F> (дата обращения: 16.10.2022).
23. Nie F., Zhang M.P., Sun C.Y., Jiang S.C., Wang Y. *Advances in Studies on Plant Cell Engineering of Araliaceae [J]* // *Northern Horticulture*. 2010. №7.
24. Cheng Y., Li G.-Y., Xia G.-H., Huang S.-J., Huang Y.-F. *Review on tissue culture of Aralia plants [J]* // *Journal of Zhejiang A&F University*. 2011. Vol. 28. №6. P. 968–972.
25. Xu Y., Liu J., Zeng Y., Liu W., Li Z., Qin X., Bai Y. *Traditional uses, phytochemistry, pharmacology, toxicity and quality control of medicinal genus Aralia: A review* // *J. Ethnopharmacol.* – 2022; 284: 1–32.
26. Yoshizawa N., Shimizu H., Wakita Y., Yokota S., Idei T. *Formation of adventitious roots from callus cultures of Taranoki (Aralia elata Seem.)* // *Bull. Utsunomiya Univ. For.* 1994. №30. P. 19–26.
27. Furuya H., Hosoki T. *Adventitious shoot formation, somatic embryogenesis and plantlet regeneration from in vitro-cultured root tissue of Japanese angelica tree (Aralia elata Seemann)* // *Horticultural Research (Japan)*. 2004.
28. Clement J.A., Clement E.S. *The medicinal chemistry of genus Aralia* // *Current topics in medicinal chemistry*. 2014. №24. P. 2783–2801.
29. Karim M.Z., Shinso Y., Rahman M., Eizawa J., Saito Y., Azad M., Ishiguri F., Iizuka K., Yoshizawa N. *Micropropagation of Plantlets through Callus in Taranoki (Aralia elata)* // *Bull. Utsunomiya Univ. For.* 2007. №43. P. 171–176.
30. Li J.M., Li X.W., Zhang D.Y., Xing M. *Somatic embryogenesis and plant regeneration in vitro from young shoots of Aralia elata (Miq.) Seem* // *Shi Yan Sheng Wu Xue Bao*. 2001. Vol. 34. №2. P. 137–41.
31. Dai J.L., Tan X., Zhan YG. et al. *Rapid and repetitive plant regeneration of Aralia elata Seem. via somatic embryogenesis* // *Plant. Cell. Tiss. Organ. Cult.* 2011. №104. P. 125–130.
32. Ameniya K., Mochizuki T. *Somatic Embryo Formation and Plant Regeneration in “Zaoh” line №2 of Japanese Angelica Tree (Aralia elata Seem.)* // *Plant. Biotechnology*. Vol. 19. №5. P. 383–387.
33. Yue Sui, Jia-Xi Liu, Yue Zhao, Wen-Hua Guo, Jin-Ling Dai, Xiang-Ling You. *A suspension culture of the hormone autotrophic cell line of Aralia elata (Miq.) Seem. for production of oleanolic acid and flavonoids* // *Industrial Crops and Products*. 2022. Vol. 176. P. 114368.
34. An. C., Song J. *In Vitro Propagation of Medicinal Herbs in Korea* // *Journal of Forest and Environmental Science*. – 2018; 34(1): 77–81.
35. Park S.H., Sim Y.B., Lim S.S. et al. *Antinociception profiles and mechanisms of orally administered Aralia cordata Thunb. Extract in the mouse* // *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 2011. №54, P. 54–58.
36. Park D.-S., Eun Huh J., Yong-Hyeon Baek, *Therapeutic effect of Aralia cordata extracts on cartilage protection in collagenase-induced inflammatory arthritis rabbit model* // *Journal of Ethnopharmacology*. 2009. Vol. 125. №2. P. 207–217.
37. Han W.S. *Isolation of the antimicrobial compounds from Aralia cordata Thunb. extract* // *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 2005. Vol. 13. №4. P. 182–185.
38. Puzerytė V, Viškelis P, Balčiūnaitienė A, Štreimikytė P, Viškelis J, Urbonavičienė D. *Aralia cordata Thunb. as a Source of Bioactive Compounds: Phytochemical Composition and Antioxidant Activity* // *Plants*. 2022. Vol. 11. №13. P. 1704.
39. Nagashima S., Okamoto A., Suzuki H., Asada Y., Kondo T., Yoshikawa T. *Anthocyanin galactosyltransferase from Aralia cordata cDNA cloning and characterization* // *Plant. Biotechnology*. 2004. №21. P. 191–195.

40. Sakamoto K., Iida K., Sawamura K., Hajiro K., Asada Y., Yoshikawa T., Furuya T. Effects of nutrients on anthocyanin production in cultured cells of *Aralia cordata* // *Phytochemistry*. 1993. Vol. 33. №2. P. 357–360.
41. Asada Y., Sakamoto K., Furuya T. A minor anthocyanin from cultured cells of *Aralia cordata* // *Phytochemistry*. 1995. Vol. 35. №6. P. 1471–1473.
42. Lee K. S., Soh W. Y. Somatic embryogenesis and structural aberrancy of embryos in tissue cultures of *Aralia cordata* Thunb. // *Korean J. Plant. Tissue. Cult.* 1993. №20. P. 77–83.
43. Lee K. S., Soh W. Y. Effect of cytokinins on the number of cotyledons of somatic embryos from cultured cells of *Aralia cordata* Thunb. // *Korean J. Plant. Tissue. Cult.* 1993. №20. P. 171–175.
44. Lee K. S., Lee J. C., Soh W. Y. High frequency plant regeneration from *Aralia cordata* somatic embryos // *Plant. Cell. Tissue. Organ. Cult.* 2002. №68. P. 241–246.
45. Xiao-Xia Y. A. N. G., Lin Y. A. N. G. Test on Tissue Culture of *Aralia thomsnii* [J] // *Tropical Agricultural Science & Technology*. 2005. P. 3.
46. Yang L. X., Shen H. L. Callus induction and plant regeneration from axillary bud in *Aralia continentalis* // *Nonwood Forest Research*. 2011. P. 2.

PROSPECTS OF OBTAINING AND INVESTIGATION CELL CULTURES OF ARALIA SSP.

D.A. Nekrasova, M.N. Povydysh, N.S. Pivovarova, M.Yu. Goncharov

Saint-Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University, Saint-Petersburg, Russia

*This article summarizes information about the characteristics, conservation status, methods of introducing into culture in vitro plants of the genus *Aralia* L., describes the secondary metabolites accumulated by cell cultures.*

Keywords: ginseng family, *Araliaceae*, *in vitro* culture, *Aralia* ssp.