

DOI:10.26104/NNTIK.2023.64.87.015

*Иманбердиева Н.А., Санжарбекова Ж.*

**ПАВЛОВНИЯНЫН ТҮРЛӨРҮНҮН ЖАНА СОРТТОРУНУН  
ИЗИЛДЕНИШИНИН АБАЛЫ**

*Иманбердиева Н.А., Санжарбекова Ж.*

**ОБЗОР О СОСТОЯНИИ ИЗУЧЕННОСТИ ВИДОВ И СОРТОВ ПАВЛОВНИИ**

*N. Imanberdieva, Zh. Sanzharbekova*

**REVIEW ON THE STATE OF STUDY OF PAULOWNIA  
SPECIES AND VARIETIES**

УДК: 581. 843

Заманбап дүйнөнүн актуалдуу көйгөйлөрүнүн бири табигый экологиялык таза материалдарды пайдалануу болуп саналат. Учурда дүйнө жүзү экологиялык шарттарды жакшыртуу жолдорун жана энергиянын жаңы булактарын издөө маселеси менен алек. Бул глобалдык көйгөйдү чечүү жолдорунун бири болуп уникалдуу *Paulownia* дарагын өстүрүү саналат. Павловния тууралуу алгачкы маалыматтар биздин заманга чейин жазылган документтерде жана хроникаларда берилген. Японияда бул дарак 200-жылдан бери колдонулуп келет жана жапон тилинен которгондо *Kiri* – "жашоо" деген ат менен белгилүү. Павловния расмий түрдө дүйнөдөгү эң тез өсүүчү дарак катары таанылган. Жакында 5-6 мге чейин өсөт. 1 м<sup>3</sup> өсүү деңгээлине 7-8 жыл аралыгында жетет жана муну башка тез өсүүчү дарактар менен салыштырууга болбойт. Павловниянын бардык түрлөрү узак жана жылуу вегетация мезгилин жакшы көрүшөт. Ошондой эле үзгүлтүксүз жарык жана нымдуулукту талап кылат. Павловния чопо-кумдуу, терең шор эмес жана аллювиалдык топурактарды жакшы көрөт, анын негизги суусу жаан-чачындуу мезгилде 1 м тереңдикке чейин көтөрүлөт жана рН чөйрөсү 5,0-8,5 га чейин жеткен кыртыштарда кеңири таралган. Павловниянын өзгөчөлүгү – бул ири жалбырактары менен чаң топтоосу жана атмосферага өтө көп сандагы кычкылтекти бөлүп бериши саналат. Терең жайгашкан тамыр системасы топуракты оор металлдардан жана радионуклиддерден эффективдүү тазалайт, асылдуулугун жакшыртат жана кыртыштын эрозиясын алдын алат.

**Негизги сөздөр:** экологиялык абал, павловния, оор металлдар, фиторемедиация, өсүп-өнүгүү, абаны тазалоо, эрозия.

Одной из актуальных проблем современного мира является использование натуральных экологически чистых материалов. В настоящее время мир озабочен проблемой, как улучшить экологические условия и найти новые источники энергии. Одним из решений подобной глобальной проблемы является выращивание уникального дерева *Paulownia*. В документах и летописях, которые датируются ранее начала нашей эры, упоминается об использовании павлонии. В Японии павловния используется с 200-го года и была известна под названием *Kiri*, что в переводе означает «жизнь». Павловния официально признана самым быстрорастущим деревом в мире. При благоприятных условиях, рост дерева достигает до 5-6 м в год. Прирост размером в 1 м<sup>3</sup> достигается примерно за 7-8 лет, и это невозможно сравнить с приростом других быстрорастущих деревьев. Все виды павлонии любят долгий и теплый вегетационный период. Она имеет высокую потребность во влаге и свете. Павловния любит лесовые, глинисто-песчаные, глубокие, хорошо дренируемые, несолёные и аллювиальные почвы,

базовая вода которых поднимается на глубину до 1 м в сезон дождей, и широко распространена на почвах, где рН почвы колеблется в пределах 5,0-8,5. Особенностью *Paulownia* являются крупные волокнистые листья, которые действуют как пыле- и шумоуловители, а главное дают огромное количество кислорода в атмосферу. Благодаря глубокой корневой системе, она эффективно очищает почву от тяжёлых металлов и радионуклидов, улучшает плодородие, предотвращает эрозию почвы.

**Ключевые слова:** экологическое состояние, павловния, тяжёлые металлы, фиторемедиация, рост и развитие, очищение воздуха, эрозия.

One of the urgent problems of the modern world is the use of natural environmentally friendly materials. Currently, the world is concerned with the problem of how to improve environmental conditions and find new sources of energy. One of the solutions to such a global problem is the cultivation of a unique *Paulownia* tree. In documents and chronicles that date back earlier than the beginning of our era, the use of paulonia is mentioned. In Japan, paulownia has been used since the 200th year and was known as *Kiri*, which means "life" in translation. *Paulownia* is officially recognized as the fastest growing tree in the world. Under favorable conditions, the growth of the tree reaches up to 5-6 m per year. An increase of 1 m<sup>3</sup> is achieved in about 7-8 years, and this cannot be compared with the growth of other fast-growing trees. All types of *Paulownia* love a long and warm growing season. It has a high need for moisture and light. *Paulownia* loves loess, clay-sandy, deep, well-drained, unsalted and alluvial soils, the base water of which rises to a depth of 1 m during the rainy season, and is widespread on soils where the soil pH ranges from 5.0-8.5. A feature of *Paulownia* are large fibrous leaves that act as dust and noise traps, and most importantly give a huge amount of oxygen to the atmosphere. With a deep root system, it effectively cleanses the soil of heavy metals and radionuclides, improves fertility, and prevents soil erosion.

**Key words:** ecological condition, paulownia, heavy metals, phytoremediation, growth and development, air purification, erosion.

**Введение.** В стремительно развивающемся мире растёт интерес к быстрорастущим растениям, которые радуют не только эстетическим видом, но и практической ценностью. Сегодня одной из быстрорастущих видов деревьев в мире признаны виды и сорта рода *Paulownia*. Проводятся исследовательские программы и эксперименты для проверки возможности выращивания и использования древесины павлонии в качестве сырья. Исследовательские программы осуществляются по самым разным направлениям. Павлов-

ния родом из Китая, но в настоящее время разносторонний интерес проявляют в Азии и Европе. При раннем внедрении павловнии во всем мире использовались чистые ботанические виды. Из-за быстрого роста его назвали «деревом будущего». Павловния имеет зонтиковидную крону, зеленые части растения покрыты тонкими волосками. Кора серо-бурая или черная, гладкая, покрытая многочисленными чечевичками, с возрастом появляются вертикальные трещины. У молодого растения развиваются крупные листья длиной 15-30 см и шириной 10-20 см (*P. tomentosa*), у более взрослых особей листовая пластинка поменьше. По сравнению с другими древесными растениями, павловнии хорошо демонстрируют динамику роста.

**Цель исследования** – определить степень изученности видов и сортов *Paulownia* с помощью электронных баз данных.

**Материал и методы исследования.** Проанализирована научная литература по степени изученности видов и сортов *Paulownia* путем поиска в различных электронных базах данных.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Из электронных баз данных изучали избранные статьи, описывали фитохимические и биологические свойства объекта исследования, также привели экономи-

ческое значение органов различных видов и сортов павловнии.

Павловния очень красиво цветущее, медоносное растение. С точки зрения химических компонентов, цветки павловнии в основном состоят из флавоноидов, фенилпропаноидов, терпеноидов, летучих компонентов, полисахаридов, лигнанов и иридоидов, которые обладают различными полезными свойствами, включая антиоксидантные, противовоспалительные, антибактериальные, противовирусные, противораковые, гипогликемические, гиполипидемические, нейропротекторные и иммуномодулирующие эффекты, очень важные для здоровья человека [1, с. 1].

Данному дереву присущи следующие преимущества: они растут быстрее (фото 1, 2, 3) благодаря ускоренному метаболизму, а их листья имеют широкую поверхность и выделяют максимальное количество кислорода, что позволяет им очищать воздух более эффективно, чем другие древесные растения. У *Paulownia* корневая система разветвленная, доходит до глубины 8-10 м, что делает их ветроустойчивыми и используется в качестве ветрозащитных насаждений [2]. *Paulownia* – декоративное дерево, которое быстро адаптируется к местам своего обитания, устойчив к климатическим условиям и регенерирует почву.



Фото 1. Павловния Пао Tong Z07 (Кыргызстан).



Фото 2. Ростки павловнии, выращенные из семян (Кыргызстан)



Фото 3. Высота павловнии Пао Tong Z07 (Кыргызстан).

В зависимости от особенностей весеннего сезона (температура воздуха и почвы, количество осадков), вегетационный период начинается примерно в апреле. Павловния способна к регенерационному процессу, следовательно преодолевает обморожения, пуская новые побеги, однако, подобные явления замедляют процессы роста и развития дерева. Посадку саженцев павловнии проводят поздней осенью (в ноябре) и весной. Для развития корневой системы, глубина лунки должна доходить до 60-80 см при диаметре около 40-

50 см. Почва должна быть мягкой и питательной. Системы капельного орошения подходят для полива и, кроме того, способствуют правильному внесению удобрений посредством фертигации [3]. Как правило, проводят осеннюю и весеннюю подкормку растения. Дерево дает положительные эффекты на биогумус.

Исследователями проводились эксперименты, оценивающие потенциал *P. tomentosa* для фиторемедиации почв, загрязненных хлорорганическими пестицидами и токсичными микроэлементами, для мини-

мизации их воздействия на окружающую среду. В качестве индикаторов процесса фиторемедиации использовали коэффициенты биоконцентрации и транслокации. В результате исследований выявили, что потенциал *P. tomentosa* на поглощение хлорорганических пестицидов и токсичных микроэлементов сильно различались в зависимости от типа загрязняющего вещества и их концентрации в почвах. Наряду со способностью биоконцентрировать Cr, Ni и Cu, фиторемедиационный потенциал *P. tomentosa* по накоплению эндосульфатов и метоксихлора дали весьма обнадеживающие результаты [4, с. 15].

Проводилась оценка хозяйственно-биологического потенциала павловнии войлочной, как биоиндикатора степени загрязненности почв в местах произрастания. Результаты исследования показали, что растение в разные периоды вегетации накапливает разное количество микроэлементов. При исследовании сухой древесины павловнии войлочной установлено, что данное растение в процессе жизнедеятельности способно концентрировать в древесине значительные количества тяжелых металлов, как марганец, свинец, барий, селен, цезий, мышьяк [5, с. 24].

Для определения влияния различных концентраций (1-10 г/мл) регуляторов роста растений (тидазурон, 6-бензиламинопуридин, индолилуксусная кислота) на скорость регенерации узлов *Paulownia* была изучена регенерационная способность различных типов эксплантов (листовой узел, черешок, междоузлие и узел). Экспланты показали более высокую способность к регенерации, чем другие типы эксплантов, а тидазурон оказался более эффективным, чем 6-бензиламинопуридин, в индуцировании образования побегов [6, с. 50]. Эффективными эксплантами для культуры *in vitro* и регенерации растений на универсальной питательной среде Мурашиге-Скуга являются апикальная меристема и междоузлие растений [7, с. 368; 8, с. 294].

Исследования с применением эксплантата семян гибридной павловнии и *Paulownia tomentosa* при различных концентрациях бензиладенина и кинетина в условиях *in vitro* на стадии размножения показали, что высокие концентрации бензиладенина или кинетина значительно увеличивали количество побегов (эксплантов), но максимально уменьшали длину побегов. При добавлении в среду 1,0-1,5 мг/литр индолмасляной кислоты или нафталиновой уксусной кислоты, количество корней и росточков увеличивалось и вырастала длина корней. Исследования подтвердили, что для укоренения павловний в условиях *in vitro* индолмасляная кислота оказалась более эффективной, по сравнению с нафталинуксусной кислотой [9, с. 1599].

Сравнительный анализ оксидативного стресса листьев *Paulownia tomentosa* в различных условиях

роста и развития (автомагистраль либо ботанический сад) показал, что декоративные растения под воздействием стрессовых факторов активируют антиоксидантную защитную систему и при этом активируют одну или несколько антиоксидантных ответов. Декоративные растения в процессе роста и развития могут противостоять широкому спектру неблагоприятных условий природной среды, благодаря изменению свойств антиоксидантных ферментов [10, с. 62].

*Paulownia* в основном заражается грибковыми заболеваниями. Вегетативные органы павловнии повреждаются антракнозом и сфацеломой. Саженьцы необходимо сажать так, чтобы они проветривались и обрабатывать их препаратами [11].

Результаты исследований фитохимического анализа показали, что *P. tomentosa* обладает биологической активностью различных соединений, также растение богата различными вторичными метаболитами, как пренилированные флавоноиды, который проявляет противовоспалительную, антибактериальную и антиоксидантную реакцию. А также он является цитотоксичным для различных линий раковых клеток человека и ингибирует действие холинэстеразы, бутирилхолинэстеразы и бактериальной нейраминидазы человека. Из растительных экстрактов павловнии было выделено около 135 соединений (глицериды, лигнаны, хиноны и др.) [12, с. 799].

Исследователи представили обзор С-геранилированных флавоноидов павловнии, сосредоточив внимание на их структурное разнообразие, ключевые спектроскопические свойства, взаимосвязи структуры и биологической активности, а также перспективах применения. Обладающие превосходной биологической активностью структурные вариации С-геранилфлавоноидов при дальнейшем изучении могут быть полезны при разработке новых лекарственных средств [13, с. 567].

Подвергая древесину *P. tomentosa* термической обработке в течение 3 часов, путем вакуумного прессования при температуре 210°C, получили экстрактивные вещества из термообработанного дерева, применяя метод экстракции Сокслета. Далее экстракты хроматографировали по методу газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией. Установили, что тепловая обработка приводит к потемнению цветовой поверхности древесины ( $\Delta L^* = 28,3$ ), увеличивает содержание экстрактивных веществ и лигнина, идет потеря веса (3,5%), а также увеличивается содержание растворимых в хлороформе веществ [14, с. 1].

Сравнительный анализ и реконструкция филогенетического дерева *Paulownia* показали, что геном хлоропластов варьирует в пределах 154 107-154 694 парных оснований. Геномы хлоропластов включали: 117 уникальных функциональных генов, в их числе 80 белково-кодирующих генов, 4 гена рРНК и 33 тРНК

генов. В геноме хлоропластов было выявлено 12 точек, 5 белок-кодирующих генов и 7 некодирующих областей, которые демонстрируют высокую изменчивость последовательностей [15, с. 1].

Древесина павлонии широко применяется при возведении деревянных сооружений и легких многослойных конструкций. Китайские исследователи изучили свойства древесины павлонии на изгиб, тангенциальном и радиальном сдвиге при температурах 20-220°C с использованием 162 образцов этого растения. Обнаружили, что изгибаемые образцы демонстрируют пластическое разрушение, вследствие прогрессирующего повреждения после достижения пиковой нагрузки, в то время как образцы с тангенциальным и радиальным сдвигом демонстрируют хрупкое разрушение при сдвиге вдоль плоскости сдвига [16, с. 14].

Хроматографическое разделение хлороформной части спиртового экстракта плодов *Paulownia tomentosa* позволило выделить 26 геранилированных с различными модификациями и 1 негеранилированный флаванон, 2 фенольных соединения. Исследования подтвердили, что компоненты дерева обладают эффективной противовоспалительной активностью и возможно являются потенциальным средством для создания новых противовоспалительных препаратов [17, с. 1].

Таким образом, анализы литературных данных выявили, что деревья рода *Paulownia* производят ряд перспективных химических веществ (вербаскозид, диплакон, мимулон, апигенин, каталпол, аукубин, масляная кислота), обладающих разнообразной биологической активностью (антиоксидантной, противовоспалительной, антипролиферативной и антибактериальной), с противовирусным, нейропротекторным и гепатопротекторным действием. Листья *P. clone in vitro* 112 показали антиалкогольное и антикоагулянтное действие и могут послужить в качестве натурального лекарственного средства [18, с. 17].

#### Литература:

- Guo, Na et al. "Chemical composition, health benefits and future prospects of Paulownia flowers: A review." *Food chemistry* vol. 412 (2023): 135496.
- Дерево павлония. URL: <https://wiki-dacha.ru/pavlovniya-foto-i-opisanie-posadka-i-uhod> (дата обращения: 25.02.2023)
- Павлония: выращивание из семян и последующий уход. URL: <https://agronomu.com/bok/5125-pavlovniya-vyraschivanie-iz-semyan-i-posleduyuschiy-uhod1.html> (дата обращения: 12.03.2023).
- Mamirova Aigerim et al. "Phytoremediation of Soil Contaminated by Organochlorine Pesticides and Toxic Trace Elements: Prospects and Limitations of Paulownia tomentosa." *Toxics* vol. 10,8 465. 11 Aug. 2022.
- Тыщенко Е.Л. Павлония войлочная как биоиндикатор степени загрязненности почв / Е.Л. Тыщенко, Ю.Ф. Якуба // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2014. – № 29(5). – С. 18-27.
- Шурганов, Б. В. Разработка эффективной системы регенерации *Paulownia shan tong* (*P. fortunei* x *P. tomentosa*) / Б.В. Шурганов, Я.В. Мишуткина, Я.Б. Нескородов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронмия и животноводство. – 2015. – № 3. – С. 47-55.
- Багдат А.А. Оптимизация условий введения в культуру *in vitro* растения вида *Paulownia* / А.А. Багдат, А.М. Ногайбаев // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 4-3. – С. 367-369.
- Лесова Ж.Т., Амирова А.К., Шаяхметова И.Ш., Жардемали Ж.К., Карбузов А.П. Изучение регенерационной способности древесной культуры Павлония Томентоза для микрклонального размножения. *Актуальная биотехнология*. 2017. №2 (21). С. 294а.
- Mohamad Marwa E et al. "In vitro study on the effect of cytokines and auxins addition to growth medium on the micropropagation and rooting of Paulownia species (*Paulownia hybrid* and *Paulownia tomentosa*)." *Saudi journal of biological sciences* vol. 29,3 (2022): 1598-1603.
- Мухамедова С.Н., Ахмедова С.О., Левицкая Ю.В., Абдуллаева М. М. Сезонные изменения состояния антиоксидантной системы в листьях декоративного дерева *Paulownia tomentosa*, интродуцированного для благоустройства города Ташкента. *Научное обозрение. Биологические науки*. – 2022. - № 2. - С. 60-65.
- Вредители, представляющие опасность для Павлонии. URL: <https://paulownia-ua.com/ru/vrediteli-predstavlyayushhie-opasnost-dlya-pavlovni/#> (дата обращения: 15.03.2023).
- Schneiderova et al., Kristyna, and Karel Šmejkal. "Phytochemical profile of Paulownia tomentosa (Thunb). Steud." *Phytochemistry reviews: proceedings of the Phytochemical Society of Europe* vol. 14,5 (2015).
- Cheng Chun-Lei et al. "Paulownia C-geranylated flavonoids: their structural variety, biological activity and application prospects." *Phytochemistry reviews: proceedings of the Phytochemical Society of Europe* vol. 18,3 (2019): 549-570.
- D'Auria Maurizio et al. "High temperature treatment allows the detection of episesamin in paulownia wood extractives." *Natural product research* vol. 34,9 (2020): 1326-1330.
- Li Pingping et al. "Comparison of the complete plastomes and the phylogenetic analysis of Paulownia species." *Scientific reports* vol. 10,1 2225. 10 Feb. 2020.
- Zhang Lingfeng et al. "Experimental Study on the Bending and Shear Behaviors of Chinese Paulownia Wood at Elevated Temperatures." *Polymers* vol. 14,24 5545. 18 Dec. 2022.
- Molčanová Lenka et al. "C-geranylated flavonoids from Paulownia tomentosa Steud. fruit as potential anti-inflammatory agents." *Journal of ethnopharmacology* vol. 296 (2022): 115-509.
- Sławińska Natalia et al. "Paulownia Organs as Interesting New Sources of Bioactive Compounds." *International journal of molecular sciences* vol. 24,2 1676. 14 Jan. 2023.