

УДК 615.322

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПОЛЯ БЕЛОГО (*POPULUS ALBA* L.) И ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО (*POPULUS NIGRA* L.)

А.А. Косенко, А.В. Куркина

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Самара, Россия)

Для цитирования: Косенко А.А., Куркина А.В. Сравнительное фитохимическое исследование тополя белого (*Populus alba* L.) и тополя черного (*Populus nigra* L.). *Аспирантский вестник Поволжья*. 2023;23(4):66-71. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.4.66-71

▪ Сведения об авторах

Косенко А.А. – аспирант кафедры фармацевтической технологии с курсом биотехнологий. ORCID: 0000-0003-3402-4302

E-mail: a.a.kosenko@samsmu.ru

Куркина А.В. – д-р фарм. наук, доцент, заведующая кафедрой фармацевтической технологии с курсом биотехнологий.

ORCID: 0000-0002-5028-9186 E-mail: a.v.kurkina@samsmu.ru

Рукопись получена: 01.11.2022

Рецензия получена: 17.10.2023

Решение о публикации: 20.10.2023

▪ Аннотация

Цель – сравнительное фитохимическое исследование листьев, почек, побегов, коры двух представителей рода Тополь – тополя белого и тополя черного.

Материал и методы. В качестве объектов исследования использованы листья, побеги, почки, кора тополя черного (*Populus nigra* L.), тополя белого (*Populus alba* L.), а также стандартные образцы (СО). Метод тонкослойной хроматографии осуществлялся на пластинках «Сорбфил-ПТСХ-АФ-А-УФ» в системах н-бутанол–уксусная кислота–вода (4:1:2) и хлороформ–этиловый спирт–вода (25:18:2). Метод спектрофотометрии осуществлялся на спектрофотометре марки Specord 40 (Analytik Jena) в кюветках толщиной слоя 10 мм в диапазоне волн от 190 до 500 нм. Раствор сравнения – спирт этиловый 96% концентрации.

Результаты. В извлечениях листьев данных видов тополя обнаружено наличие рутина и других фенольных соединений. В почках, побегах и коре обнаружены пиностробин и пиноцембрин, а также фенольные вещества. Батохромный сдвиг длинноволновой полосы в ультрафиолетовых спектрах растворов исследуемых извлечений свидетельствует о наличии флавоноидов.

Заключение. Во всех случаях наибольший вклад в кривые поглощения спектров вносят флавоноиды, в частности, флаваноны (пиноцембрин, пиностробин и др.), а также фенилпропаноиды (кофейная кислота и другие коричные кислоты). В листьях, побегах и почках растения содержатся вещества фенольной природы, в том числе флавоноиды. Состав коры тополя белого представлен в основном фенольными соединениями – фенилпропаноидами и простыми фенолами.

▪ **Ключевые слова:** тополь белый, *Populus alba*, *Populus nigra*, почки, листья, кора, побеги, фенольные соединения, флавоноиды, тонкослойная хроматография, спектрофотометрия.

▪ **Конфликт интересов:** не заявлен.

A COMPARATIVE PHYTOCHEMICAL STUDY OF WHITE POPLAR (*POPULUS ALBA* L.) AND BLACK POPLAR (*POPULUS NIGRA* L.)

Anna A. Kosenko, Anna V. Kurkina

Samara State Medical University (Samara, Russia)

Citation: Kosenko AA, Kurkina AV. A comparative phytochemical study of white poplar (*Populus alba* L.) and black poplar (*Populus nigra* L.). *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*. 2023;23(4):66-71. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.4.66-71

▪ Information about authors

Anna A. Kosenko – a postgraduate student of the Department of Pharmaceutical Technology with a course of Biotechnologies.

ORCID: 0000-0003-3402-4302 E-mail: a.a.kosenko@samsmu.ru

Anna V. Kurkina – PhD, Associate professor, Head of the Department of Pharmaceutical Technology with a Course of Biotechnologies.

ORCID: 0000-0002-5028-9186 E-mail: a.v.kurkina@samsmu.ru

Received: 01.11.2022

Revision Received: 17.10.2023

Accepted: 20.10.2023

▪ Abstract

Aim – to conduct a comparative phytochemical study of leaves, wood buds, shoots, bark of two representatives of the genus poplar – white poplar and black poplar.

Material and methods. For the experiment, we have chosen leaves, wood shoots, buds, bark of black poplar (*Populus nigra* L.), white poplar (*Populus alba* L.) and also reference standards (RS). The thin-layer chromatography was carried out on the plates Sorbfil-PTSH-AF-A-UV in the systems n-butanol-acetic acid-water (4:1:2) and chloroform-ethyl alcohol-water (25:18:2). The spectrophotometry was carried out on a Specord 40 spectrophotometer (Analytik Jena) in cuvettes with a layer thickness of 10 mm in the wavelength range from 190 to 500 nm. The comparison solution was ethyl alcohol of 96% concentration.

Results. In the water-alcohol extracts of the leaves of poplar species the presence of rutin and other phenolic compounds was detected. Pinostrobin and pinocembrin were observed in wood shoots, buds and bark of the plants. The bathochromic shift of the long-wavelength line in the ultraviolet spectra of the studied extracts solutions indicated the presence of flavonoids.

Conclusion. In all cases, flavonoids made the greatest contribution to the absorption curves of the spectra, in particular: flavanones (pinocembrin, pinostrobin, and others), and phenylpropanoids (caffeic acid and other cinnamic acids). The leaves, wood shoots and buds of the plants contained substances of a phenolic nature, including flavonoids. The composition of the bark of the white poplar was mainly represented by phenolic compounds – phenylpropanoids and simple phenols.

■ **Keywords:** white poplar, *Populus alba*, *Populus nigra*, buds, leaves, bark, wood shoots, phenolic compounds, flavonoids, thin-layer chromatography, spectrophotometry.

■ **Conflict of interest:** nothing to disclose.

ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации насчитывается около 20 видов тополя, но лишь некоторые виды являются фармакопейными: тополь черный (*Populus nigra* L.), тополь канадский (*Populus deltoides* Marsh.), тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch.), тополь лавролистый (*Populus laurifolia* Ledeb.) и тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.). Государственная фармакопея РФ XIV издания содержит фармакопейную статью на почки вышеперечисленных видов тополя (ФС.2.5.0042.15) [1–3]. Химический состав почек достаточно разнообразен: сырье содержит около 30% флавоноидов – пиностробин, пиноцембрин, пинобаксин, альпинин, хризин, тектохризин, апингенин, изальпинин, кемпферол, кверцетин – всего выделено из почек тополя свыше 20 флавоноидов, а также фенилпропаноиды, прежде всего коричные кислоты (п-кумаровая, кофейная, коричная, феруловая и др.) [4–10]. Ко второй группе биологически активных веществ относится эфирное масло около 0,5–2,0%, представленное терпеноидами [4, 5, 8, 11, 12]. К сопутствующим веществам относятся простые фенолы – производные салицилового спирта, а также фенолкарбоновые кислоты и смола [1, 3, 13, 14].

Наиболее характерными флавоноидами почек тополя, имеющими диагностическое значение для видов рода Тополь, являются флаваноны – пиностробин (5-гидрокси-7-метоксифлаванон) и пиноцембрин (5,7-дигидрокси-флаванон) [1, 2, 4, 13, 15, 16] (рисунок 1). Именно данные вещества определяют характер кривой поглощения ультрафиолетовых (УФ) спектров экстрактов почек видов рода *Populus* [1, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 17, 18].

Препараты на основе почек тополя применяют как противогрибковые, противовоспалительные, антисептические, антиоксидантные и ранозаживляющие средства при инфекционных и гнойно-воспалительных поражениях кожи и мягких тканей как в нашей стране, так и за рубежом [1, 3, 8, 19, 20]. В настоящее время зарубежными учеными также изучается противораковая активность и использование экстрактов тополя в офтальмологической и стоматологической практике [16, 21–24].

Однако существуют современные литературные данные о том, что другие виды тополя обладают антимикробными свойствами, обусловленными фенольными соединениями, в частности, флавоноидами и фенилпропаноидами.

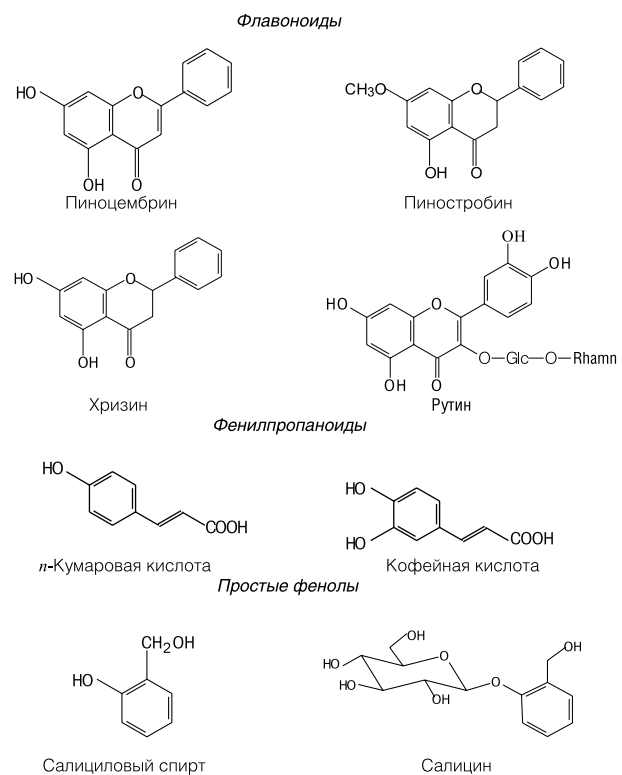
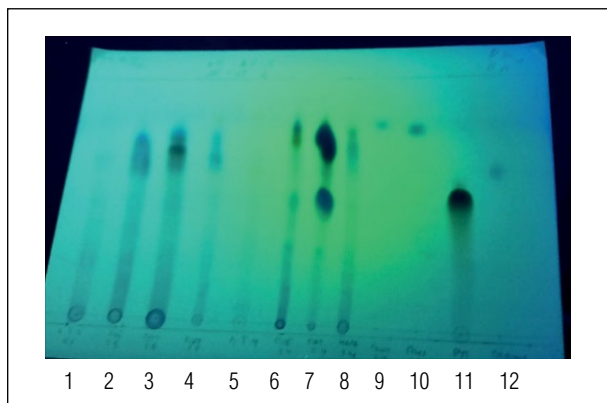


Рисунок 1. Химические структуры важнейших фенольных биологически активных соединений.

Figure 1. Chemical structures of the most important phenolic biologically active compounds.

Таким видом может выступать тополь белый, для которого имеются сведения о содержании действующих веществ, в частности, флавоноидов в коре, листьях и почках тополя белого [5, 8, 9, 13, 14, 17]. В этом отношении представляют фармакологический интерес и побег видов рода Тополь.

Тополь серебристый (белый) (*Populus alba* L.) – древесное растение высотой 18–35 м с широкой кроной и очень светлой в молодости гладкой, у старых деревьев зеленовато-серой с неглубокими трещинами корой [5]. Почки, листья, побеги и кора тополя белого содержат флавоноиды (пиностробин, пиноцембрин, рутин) и другие фенольные соединения, в том числе салицин. На наш взгляд, для анализа флавоноидов и других фенольных соединений видов рода Тополь в сырье возможными методами являются



Обозначения: 1 – листья тополя белого; 2 – побеги тополя белого; 3 – почки тополя белого; 4 – кора тополя белого; 5 – листья тополя черного; 6 – побеги тополя черного; 7 – почки тополя черного; 8 – кора тополя черного; 9 – СО пиностробин; 10 – СО пиноцембрин; 11 – СО рутин; 12 – СО салицин.

Designations: 1 – white poplar leaves; 2 – white poplar wood shoots; 3 – white poplar buds; 4 – white poplar bark; 5 – black poplar leaves; 6 – black poplar wood shoots; 7 – black poplar buds; 8 – black poplar bark; 9 – RS pinostrobin; 10 – RS pinocembrin; 11 – RS rutin; 12 – RS salicin.

Рисунок 2. ТСХ-хроматограмма водно-спиртовых извлечений тополя белого и тополя черного. Хроматографическая система: хлороформ–этиловый спирт–вода (25:18:2), детекция при 254 нм.

Figure 2. TLC-chromatogram of water-ethanol extracts of white poplar and black poplar. Chromatographic system: chloroform-ethanol-water (25:18:2), detection at 254 nm.

тонкослойная хроматография, УФ-спектрофотометрия и высокоэффективная жидкостная хроматография.

ЦЕЛЬ

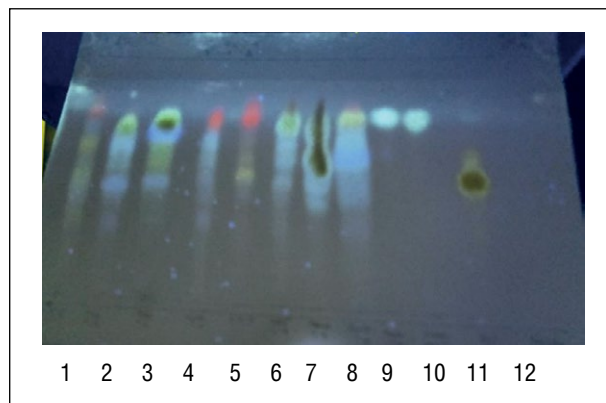
Сравнительное фитохимическое исследование листьев, почек, побегов, коры двух представителей рода Тополь – тополя белого и тополя черного.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Нами были собраны листья, побеги, почки, кора тополя белого и тополя черного вблизи поселка Алексеевка Самарской области в мае – октябре 2022 года. Собранный материал был высушен в помещении без прямых солнечных лучей.

Метод тонкослойной хроматографии осуществлялся на пластинках «Сорбфил-ПТСХ-АФ-А-УФ» в системах н-бутанол–уксусная кислота–вода (4:1:2) и хлороформ–этиловый спирт–вода (25:18:2). После хроматографирования пластинки высушивали на воздухе, просматривали в видимом свете, в УФ-свете при длине волны 254 и 366 нм. Далее хроматограммы проявляли спиртовым раствором алюминия хлорида и щелочным раствором диазобензолсульфо кислоты, позволяющими обнаружить фенольные соединения, включая флавоноиды. В качестве растворов сравнения использовали стандартные образцы (СО) пиностробина, пиноцембрин, рутина, салицина.

Метод спектрофотометрии осуществлялся на спектрофотометре марки Spеcоrс 40 (Analytik Jena) в кюветах толщиной слоя 10 мм в диапазоне волн от 190 до 500 нм. Раствор сравнения – спирт этиловый 96% концентрации.

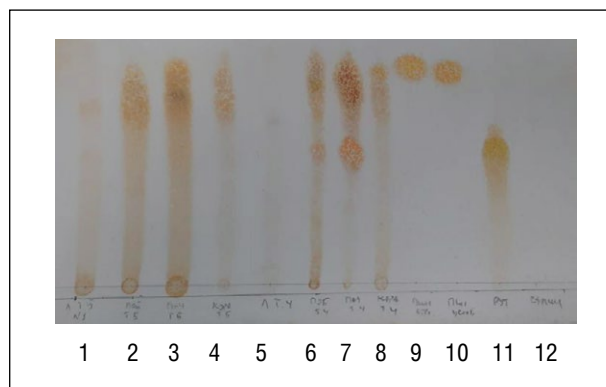


Обозначения: см. рисунок 2.

Designations: see Figure 2.

Рисунок 3. ТСХ-хроматограмма водно-спиртовых извлечений тополя белого и тополя черного. Хроматографическая система: хлороформ–этиловый спирт–вода (25:18:2). Обработка спиртовым раствором алюминия хлорида, детекция при 366 нм.

Figure 3. TLC-chromatogram of water-ethanol extracts of white poplar and black poplar. Chromatographic system: chloroform-ethanol-water (25:18:2). Treatment with an ethanolic solution of aluminum chloride, detection at 366 nm.



Обозначения: см. рисунок 2.

Designations: see Figure 2.

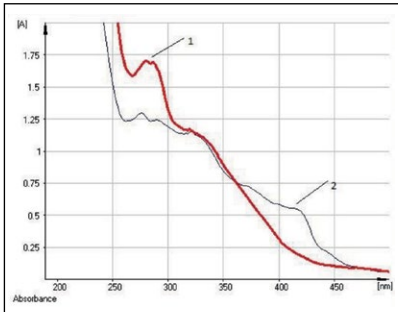
Рисунок 4. ТСХ-хроматограмма водно-спиртовых извлечений тополя белого и тополя черного. Хроматографическая система: хлороформ–этиловый спирт–вода (25:18:2), обработка раствором диазобензолсульфо кислоты.

Figure 4. TLC-chromatogram of water-ethanol extracts of white poplar and black poplar. Chromatographic system: chloroform-ethanol-water (25:18:2), detection after the processing with diazobenzenesulfonic acid.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что компонентный состав варьирует в зависимости от видов сырья (листья, побеги, почки, кора), так и от вида тополя. Так, для побегов, листьев и побегов обоих видов характерным является наличие флавоноидов пиностробина, пиноцембрин и рутина, тогда как в коре исследуемых растений в основном преобладают фенилпропаноиды, в частности, гидроксикоричные кислоты (рисунки 2-3).

Сравнительное исследование извлечений из побегов и почек, а также коры анализируемых растений методом

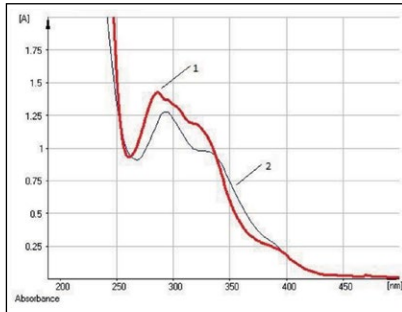


Обозначения: 1 – извлечение из листьев тополя белого; 2 – извлечение из листьев тополя черного.

Designations: 1 – extraction from the leaves of white poplar; 2 – extraction from the leaves of black poplar.

Рисунок 5. Электронные спектры водно-спиртовых извлечений из листьев тополя белого (1) и тополя черного (2).

Figure 5. Electronic spectra of water-ethanol extracts from the leaves of white poplar (1) and black poplar (2).

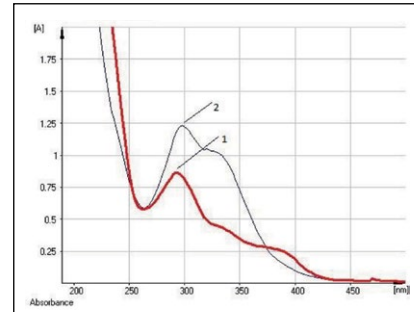


Обозначения: 1 – извлечение из побегов тополя белого; 2 – извлечение из побегов тополя черного.

Designations: 1 – extraction from white poplar shoots; 2 – extraction from black poplar shoots.

Рисунок 6. Электронные спектры водно-спиртовых извлечений из побегов тополя белого (1) и тополя черного (2).

Figure 6. Electronic spectra of water-ethanol extracts from wood shoots of white poplar (1) and black poplar (2).

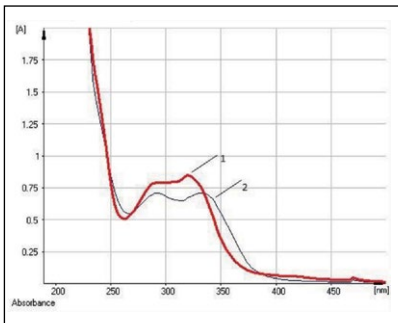


Обозначения: 1 – извлечение из почек тополя белого; 2 – извлечение из почек тополя черного.

Designations: 1 – extraction from the buds of white poplar; 2 – extraction from the buds of black poplar.

Рисунок 7. Электронные спектры водно-спиртовых извлечений из почек тополя белого (1) и тополя черного (2).

Figure 7. Electronic spectra of water-ethanol extracts from the buds of white poplar (1) and black poplar (2).

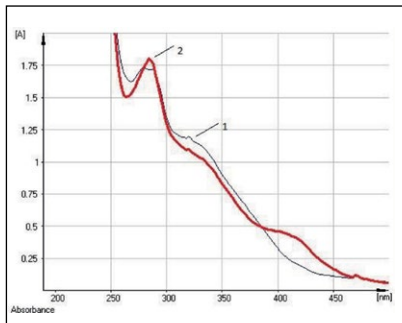


Обозначения: 1 – извлечение из коры тополя белого; 2 – извлечение из коры тополя черного.

Designations: 1 – extraction from the bark of white poplar; 2 – extraction from the bark of black poplar.

Рисунок 8. Электронные спектры водно-спиртовых извлечений из коры тополя белого (1) и тополя черного (2).

Figure 8. Electronic spectra of water-ethanol extracts from the bark of white poplar (1) and black poplar (2).

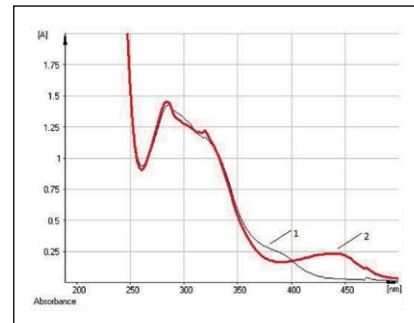


Обозначения: 1 – исходное извлечение; 2 – извлечение в присутствии $AlCl_3$.

Designations: 1 – initial extraction; 2 – extraction in the presence of $AlCl_3$.

Рисунок 9. Электронные спектры водно-спиртовых извлечений из листьев тополя белого.

Figure 9. Electronic spectra of water-ethanol extracts from leaves of white poplar.



Обозначения: 1 – исходное извлечение; 2 – извлечение в присутствии $AlCl_3$.

Designations: 1 – initial extraction; 2 – extraction in the presence of $AlCl_3$.

Рисунок 10. Электронные спектры водно-спиртовых извлечений из побегов тополя белого.

Figure 10. Electronic spectra of water-ethanol extracts from wood shoots of white poplar.

ТСХ-анализа показало (**рисунок 4**) на наличие пятен желто-оранжевого цвета (пиностробин) на уровне SO пиностробина (R_f около 0,8) и оранжевых пятен (пиноцембрин) с величиной R_f около 0,7. В листьях обнаруживается пятно желто-зеленого цвета на уровне пятна SO рутина. Кроме того, на хроматограммах присутствуют и другие пятна, соответствующие веществам фенольной природы.

Сравнительное исследование электронных спектров водно-спиртовых извлечений из листьев, побегов, почек и коры тополя белого и тополя черного показывает (**рисунки 5–8**), что характер кривых поглощения соответствующих органов имеет общие признаки: максимум поглощения около 290 нм, характерный для флаванонов (пиноцембрин и пиностробин) и флаваноолов, и «плечо», или максимум поглощения, около 330 нм (в случае

водно-спиртового извлечения из коры), обусловленные гидроокискоричными кислотами, в частности, кофейной кислотой (фенилпропаноиды).

Сравнительное исследование электронных спектров водно-спиртовых извлечений из различных органов тополя белого в условиях реакции комплексообразования с раствором алюминия хлорида показывает (**рисунки 9–12**), что в УФ-спектрах водно-спиртовых извлечений из листьев, побегов, почек и коры данного растения наблюдается батохромный сдвиг длинноволновой полосы, что свидетельствует о наличии флавоноидов. При этом различия заключаются в том, что в электронном спектре водно-спиртового извлечения из листьев тополя белого наблюдается «плечо» в области 410 нм, что свидетельствует о преобладании гликозидов флавонолов, в частности,

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Braslavsky VB. *Willow, poplar and propolis in medicine and pharmacy*. Samara, 2012. (In Russ.). [Браславский В.Б. Ива, тополь и прополис в медицине и фармации. Самара, 2012].
2. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV ed. Vol. 4. M., 2018. (In Russ.). [Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Т. 4. М., 2018]. Available at: <https://femb.ru/record/pharmacopea14>
3. Kurkin VA. *Pharmacognosy*. Samara, 2020:372-377. (In Russ.). [Куркин В.А. Фармакогнозия. Самара, 2020:372-377].
4. Kurkin VA, Kupriyanova EA, Daeva ED, Kadencev VI. Components of *Populus nigra* leaves. *Chemistry of natural compounds*. 2020;56:137-138. (In Russ.). [Куркин В.А., Куприянова Е.А., Даева Е.Д., Каденцев В.И. Компоненты листьев *Populus nigra*. *Химия природных соединений*. 2020;56:137-138]. doi: [10.1007/s10600-020-02964-w](https://doi.org/10.1007/s10600-020-02964-w)
5. Kurkin VA, Kupriyanova EA. Comparative study of flavonoid composition of leaves of pharmacopoeial species of the genus *Populus*. *Chemistry of plant raw materials*. 2020;1:117-124. (In Russ.). [Куркин В.А., Куприянова Е.А. Сравнительное исследование флавоноидного состава листьев фармакопейных видов рода *Populus*. *Химия растительного сырья*. 2020;1:117-124]. doi: [10.14258/jcprm.2020015818](https://doi.org/10.14258/jcprm.2020015818)
6. Kurkin VA, Zapesochnaya GG, Braslavskij VB. Flavonoids in buds of *Populus balsamifera*. *Chemistry of natural compounds*. 1990;(2):272-273. (In Russ.). [Куркин В.А., Запесочная Г.Г., Браславский В.Б. Флавоноиды почек *Populus balsamifera*. *Химия природных соединений*. 1990;2:272-273]. Available at: <https://doi.org/10.1007/BF00607554>
7. Kurkin VA, Braslavskij VB, Zapesochnaya GG, Tolkachev VO. Flavonoids in buds *Populus deltoides*. *Chemistry of natural compounds*. 1990;4:548-550. (In Russ.). [Куркин В.А., Браславский В.Б., Запесочная Г.Г., Толкачев В.О. Флавоноиды почек *Populus deltoides*. *Химия природных соединений*. 1990;4:548-550]. doi: [10.1007/BF00599013](https://doi.org/10.1007/BF00599013)
8. Kurkin VA, Zapesochnaya GG, Braslavskij VB. Standardization of raw materials and preparations of poplar and propolis. *Pharmacy*. 2009;57(4):53-56. (In Russ.). [Куркин В.А., Запесочная Г.Г., Браславский В.Б. Стандартизация сырья и препаратов тополя и прополиса. *Фармация*. 2009;57(4):53-56].
9. Kupriyanova EA. *Comparative pharmacognostic study of representatives of the genus Poplar (Populus L.)* [dissertation]. Samara, 2020. (In Russ.). [Куприянова Е.А. Сравнительное фармакогностическое исследование представителей рода Тополь (*Populus L.*). Дис. ...канд. фарм. наук. Самара, 2020]. Available at: <https://samsmu.ru/files/referats/2020/kupriyanova/dissertation.pdf>
10. Kurkin VA, Kupriyanova EA. The Phytochemical Study of the *Populus nigra L.* Leaves. *Res J Pharm Technol*. 2021;14(8):4192-4196. doi: [10.52711/0974-360X.2021.00726](https://doi.org/10.52711/0974-360X.2021.00726)
11. Kupriyanova EA, Kurkin VA. The development of approaches to standardization of the *Populus nigra* leaves. *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*. 2018;5-6:17-22. (In Russ.). [Куприянова Е.А., Куркин В.А. Разработка подходов к стандартизации листьев тополя черного. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2018;5-6:17-22]. doi: [10.17816/2072-2354.2018.18.3.17-21](https://doi.org/10.17816/2072-2354.2018.18.3.17-21)
12. Kupriyanova EA, Kurkin VA. The study of the composition of phenolic compounds of the *Populus nigra* leaves. *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*. 2019;5-6:128-131. (In Russ.). [Куприянова Е.А., Куркин В.А. Изучение состава фенольных соединений листьев тополя черного. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2019;5-6:128-131]. doi: [10.17816/2072-2354.2019.19.3.128-134](https://doi.org/10.17816/2072-2354.2019.19.3.128-134)
13. *Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use; Paeoniaceae family*. L., 1986:105-114. (In Russ.). [Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Раеониасеae – *Thymelaeaceae*. Л., 1986:105-114].
14. Nassima B, Nassima B, Riadh K. Antimicrobial and antibiofilm activities of phenolic compounds extracted from *Populus nigra* and *Populus alba* buds (Algeria). *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2019;55:e18114. doi: [10.1590/s2175-97902019000218114](https://doi.org/10.1590/s2175-97902019000218114)
15. Kurkina AV. *Flavonoids of pharmacopoeia plants*. Samara, 2012. (In Russ.). [Куркина А.В. Флавоноиды фармакопейных растений. Самара, 2012].
16. Vardar-Ünlü G. Composition and in vitro antimicrobial activity of *Populus* buds and poplar-type propolis. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2008;24(7):1011-1017. doi: [10.1007/s11274-007-9566-5](https://doi.org/10.1007/s11274-007-9566-5)
17. Poblocka-Olech L, Migas P, Krauze-Baranowska M. TLC determination of some flavanones in the buds of different genus *Populus* species and hybrids. *Acta Pharm*. 2018;68(2):199-210. doi: [10.2478/acph-2018-0018](https://doi.org/10.2478/acph-2018-0018)
18. Singh S, Meena A, Luqman S, Meena A. Acacetin and pinostrobin as a promising inhibitor of cancer-associated protein kinases. *Food Chem Toxicol*. 2021;151:112091. doi: [10.1016/j.fct.2021.112091](https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112091)
19. Kupriyanova EA, Kurkin VA, Ryzhov VM, et al. Antimicrobial activity of infusions of buds and shoots of black poplar. *Pharmacy*. 2019;68(3):44-48. (In Russ.). [Куприянова Е.А., Куркин В.А., Рыжов В.М., и др. Антимикробная активность настоек почек и побегов тополя черного. *Фармация*. 2019;68(3):44-48]. doi: [10.29296/25419218-2019-03-08](https://doi.org/10.29296/25419218-2019-03-08)
20. Kupriyanova EA, Kurkin VA, Ryzhov VM, et al. Comparative study of the antibacterial activity of extracts from the leaves of black poplar in relation to strains isolated from patients with cystic fibrosis. *Bulletin of the VSU. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2019;4:88-93. (In Russ.). [Куприянова Е.А., Куркин В.А., Рыжов В.М., и др. Сравнительное изучение антибактериальной активности извлечений из листьев тополя черного в отношении штаммов, выделенных от пациентов с муковисцидозом. *Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация*. 2019;4:88-93]. doi: [10.29296/25419218-2019-03-08](https://doi.org/10.29296/25419218-2019-03-08)
21. Adekenov SM, Zhabayeva AN, Itzhanova KI, et al. Development of the composition and technology of a new dental gel with anti-inflammatory and antimicrobial action. *Eurasian Chemical-Technological Journal*. 2020;22(2):117-122. doi: [10.18321/ectj958](https://doi.org/10.18321/ectj958)
22. Kis B, Avram S, Pavel IZ, et al. Recent advances regarding the phytochemical and therapeutic uses of *Populus nigra L.* buds. *Plants (Basel)*. 2020;9(11):1464. doi: [10.3390/plants9111464](https://doi.org/10.3390/plants9111464)
23. Poblocka-Olech L, Inkielewicz-Stepniak I, Krauze-Baranowska M. Anti-inflammatory and antioxidative effects of the buds from different species of *Populus* in human gingival fibroblast cells: Role of bioflavonones. *Phytomedicine*. 2019;56:1-9. doi: [10.1016/j.phymed.2018.08.015](https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.08.015)
24. Stanciauskaite M, Marksa M, Ivanauskas L, et al. Ophthalmic in situ gels with balsam poplar buds extract: Formulation, rheological characterization, and quality evaluation. *Pharmaceutics*. 2021;13(7):953. doi: [10.3390/pharmaceutics13070953](https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13070953)

■ Автор для переписки

Куркина Анна Владимировна
Адрес: Самарский государственный университет,
ул. Чапаевская, 89, г. Самара, Россия, 443099.

■ Corresponding Author

Anna V. Kurkina
Address: Samara State Medical University,
89 Chapaevskaya st., Samara, Russia, 443099.

E-mail: a.v.kurkina@samsmu.ru