

УДК 615.322: 547.972+543.544

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ПОЧКАХ *POPULUS ALBA L.*\*

© В.А. Куркин\*\*, А.В. Куркина, А.А. Косенко

Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская,  
89, Самара, 443099, Россия, v.a.kurkin@samsmu.ru

Тополь белый (*Populus alba L.*, сем. *Salicaceae*) имеет схожий химический состав с другими видами рода Тополь (*Populus L.*) и может рассматриваться в качестве перспективного источника сырья (почки, листья, кора), содержащего фенольные соединения, в частности флавоноиды. Фармакологическую активность почек фармакопейных видов рода *Populus L.*, а также тополя белого обуславливают биологически активные соединения, преимущественно фенольной природы, в том числе флавоноиды (пиностробин, пиноцембрин, кверцетин и др.), фенилпропаноиды (кофейная кислота и др.) и простые фенолы (салицин). Одним из наиболее известных биологически активных соединений тополя белого является кверцетин, для которого продемонстрированы противогистаминное, противовоспалительное действие. В качестве метода исследования использована дифференциальная спектрофотометрия, проведенная в соответствии с ОФС.1.2.1.1.0003.15 «Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях». Спектральные характеристики водно-спиртовых извлечений оценивали на спектрофотометре «Spectrum 40» (Analytik Jena AG, Германия) в кюветках с толщиной слоя 10 мм.

Определено, что во всех электронных спектрах водно-спиртовых извлечений из почек тополя белого имеются два максимума поглощения – в области 290 и 370 нм, обусловленные флаванонами и флавонолами соответственно. Установлено, что в электронных спектрах водно-спиртовых извлечений из почек тополя белого наблюдается значительный bathochromный сдвиг длинноволновой полосы в присутствии алюминия хлорида (+60 нм), что подтверждает наличие флавоноидов, имеющих свободную 3-ОН-группу. В условиях дифференциальной спектрофотометрии в УФ-спектре водно-спиртового извлечения из почек тополя белого наблюдается максимум поглощения в области 430 нм, что свидетельствует о целесообразности использования в методике анализа кверцетина, имеющего максимум поглощения при длине волны 430±2 нм. В результате проведенного исследования разработана методика количественного определения суммы флавоноидов в почках тополя белого с использованием дифференциальной спектрофотометрии в пересчете на кверцетин при аналитической длине волны 430 нм. Определены оптимальные параметры экстракции сырья: экстрагент – 90% этиловый спирт, соотношение «сырье-экстрагент» – 1 : 30, время экстракции – 60 мин. Содержание суммы флавоноидов в пересчете на кверцетин варьирует в почках тополя белого от 0.45±0.02 до 0.69±0.03%.

*Ключевые слова:* тополь белый, *Populus alba L.*, почки, флавоноиды, кверцетин, спектрофотометрия.

---

**Для цитирования:** Куркин В.А., Куркина А.В., Косенко А.А. Разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в почках *Populus alba L.* // Химия растительного сырья. 2024. №2. С. 168–175. DOI: 10.14258/jcrpm.20240212904.

---

### Введение

Тополь белый (*Populus alba L.*, сем. *Salicaceae*) не является фармакопейным растением, но может выступать перспективным источником фенольных соединений, в частности, флавоноидов, из-за схожего химического состава с тополем черным и другими фармакопейными видами рода Тополь (*Populus L.*), сырье которых используется для производства ряда лекарственных препаратов с различным терапевтическим применением [1–5]. Виды рода Тополь возникли на территории Северной Америки, откуда расселились в Европу через Североатлантический и Берингов сухопутные мосты [6]. Тополь белый повсеместно произрастает в Европе, Средней и Малой Азии, в Китае. Имеется во многих заповедниках европейской части России, Сибири, образуя пойменные леса [7, 8].

---

\* Данная статья имеет электронный дополнительный материал (приложение), который доступен читателям на сайте журнала. DOI: 10.14258/jcrpm.20240212904s

\*\* Автор, с которым следует вести переписку.

Фармакологическую активность почек, листьев и коры фармакопейных видов рода *Populus* L. обуславливают биологически активные соединения (БАС), преимущественно фенольной природы, в том числе флавоноиды (пиностробин, пиноцембрин, кверцетин и др.), фенилпропаноиды (кофейная кислота и др.) и простые фенолы (салицин) [7–16]. Результаты многочисленных фармакологических исследований препаратов на основе сырья видов рода Тополь свидетельствуют о том, что приоритетными являются антимикробные, противогрибковые, противовоспалительные и антиоксидантные свойства [17–25].

Наиболее характерными флавоноидами почек фармакопейных видов тополя, имеющими диагностическое значение для видов рода Тополь, являются флаваноны – пиностробин (5-гидрокси-7-метоксифлаванон) и пиноцембрин (5,7-дигидроксифлаванон) [8–12], которые обуславливают антимикробную и противогрибковую активность препаратов на основе данного сырья. Пиностробин (рис. 1) используется в фармакопейном анализе почек тополя в качестве стандартного образца в методике количественного определения суммы флавоноидов и фенилпропаноидов [1].

Пиностробин является также одним из важнейших биологически активных соединений почек тополя белого [3]. Кроме того, одним из наиболее известных БАС почек тополя белого является кверцетин (3,5,7,3',4'-пентагидроксифлаванон) (рис. 1). Флавонол кверцетин в дозе 25 мг/кг снижает перекисное окисление липидов и усиливает противоперекисную защиту за счет повышения активности ферментов супероксиддисмутазы, каталазы и глутатионпероксидазы [15]. Помимо антиоксидантных свойств, для кверцетина продемонстрировано противогистаминное, противовоспалительное действие [9, 10].

В связи с этим цель работы – исследования по разработке методик количественного определения суммы флавоноидов в пересчете на кверцетин в почках тополя белого.

### **Экспериментальная часть**

В качестве объекта исследования использовали почки тополя белого *Populus alba* L. Образцы сырья собирали в ноябре 2022 г. и в январе 2023 г. Из почек тополя белого получали извлечения, которые использовали для количественного анализа (спектрофотометрия).

В качестве метода исследования использована дифференциальная спектрофотометрия, проведенная в соответствии с ОФС.1.2.1.1.0003.15 «Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях». Спектральные характеристики водно-спиртовых извлечений оценивали на спектрофотометре «Specord 40» (Analytik Jena AG, Германия) в кюветах с толщиной слоя 10 мм.

### **Обсуждение результатов**

В целях разработки методики количественного определения суммы флавоноидов в почках тополя белого были изучены УФ-спектры растворов водно-спиртовых извлечений из данного сырья (рис. 1–3 электронного приложения). Из данных УФ-спектра раствора водно-спиртового извлечения почек тополя белого (рис. 1 электронного приложения) следует, что вклад в кривую поглощения вносят флаваноны, в частности, пиностробин, и флавонолы (кверцетин), которые обуславливают максимумы поглощения в области 290 и 370 нм соответственно. По данным эксперимента определено, что в УФ-спектре водно-спиртового извлечения тополя белого наблюдается батохромный сдвиг длинноволновой полосы флавоноидов в присутствии  $AlCl_3$  (рис. 2 и 3 электронного приложения), как и в случае кверцетина (рис. 3 электронного приложения). При изучении УФ-спектров СО кверцетина было выявлено, что раствор данного стандарта в присутствии алюминия хлорида имеет максимум поглощения при длине волны  $430 \pm 2$  нм (рис. 4 электронного приложения). В УФ-спектре водно-спиртового извлечения из почек тополя белого в дифференциальном варианте выявлен максимум поглощения при длине волны 430 нм (рис. 5 электронного приложения), который практически соответствует максимуму поглощения спиртового раствора кверцетина (рис. 6 электронного приложения).

С учетом того обстоятельства, что флавоноиды и, в частности, кверцетин, являются биологически активными соединениями и вносят вклад в кривую поглощения, а также принимая во внимание тот факт, что максимумы поглощения раствора кверцетина и водно-спиртового извлечения почек тополя белого находятся в области 430 нм (дифференциальный вариант), целесообразным является определение содержания суммы флавоноидов в пересчете на кверцетин при длине волны 430 нм (рис. 5 и 6 электронного приложения).

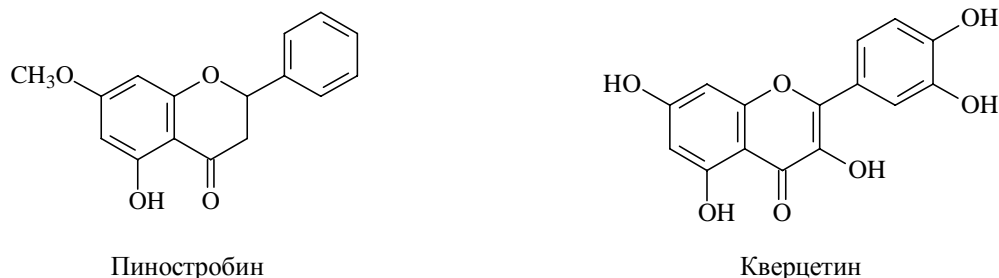


Рис. 1. Структурные формулы флавоноидов почек тополя белого

С использованием данного метода нами разработана методика количественного определения суммы флавоноидов в почках тополя белого. Для этого сравнилась экстракционная способность спиртов различных концентраций, соотношение «сырье : экстрагент», время экстрагирования и степень измельчения сырья. В ходе разработки методики определено, что оптимальными параметрами являются: 90% этиловый спирт, соотношение «сырье-экстрагент» – 1 : 30, время экстракции – 60 мин и степень измельчения сырья – 3 мм (табл. 1).

*Методика количественного определения суммы флавоноидов в почках тополя белого.* Аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 3 мм. Около 1 г измельченного сырья (точная навеска) помещают в колбу со шлифом вместимостью 100 мл, прибавляют 30 мл 90% этилового спирта. Колбу закрывают пробкой и взвешивают на тарированных весах с точностью до  $\pm 0.01$ . Колбу присоединяют к обратному холодильнику и нагревают на кипящей водяной бане (умеренное кипение) в течение 60 мин. Затем колбу охлаждают в течение 30 мин, закрывают той же пробкой, снова взвешивают и восполняют недостающий экстрагент до первоначальной массы. Извлечение фильтруют через бумажный фильтр (красная полоса).

1 мл полученного извлечения помещают в мерную колбу вместимостью 50 мл, прибавляют 2 мл 3% спиртового раствора алюминия хлорида и доводят объем раствора до метки спиртом этиловым 96% концентрации (испытываемый раствор Б).

Оптическую плотность испытываемого раствора Б измеряют через 40 мин на спектрофотометре при длине волны 430 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. В качестве раствора сравнения используют раствор, состоящий из 1 мл раствора А, доведенный спиртом 96% до метки в мерной колбе вместимостью 50 мл.

Таблица 1. Влияние различных факторов на полноту извлечения флавоноидов из почек тополя белого

| Параметры экстракции             | Соотношение сырье : экстрагент | Время экстракции, мин | Содержание суммы флавоноидов в пересчете на кверцетин и а.с.с., % |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---|
| Экстрагент                       |                                |                       |   |
| 95%                              | 1 : 30                         | 60                    | 0.44 $\pm$ 0.02   |
| 90%                              | 1 : 30                         | 60                    | 0.60 $\pm$ 0.02   |
| 80%                              | 1 : 30                         | 60                    | 0.55 $\pm$ 0.03   |
| 70%                              | 1 : 30                         | 60                    | 0.49 $\pm$ 0.01   |
| 60%                              | 1 : 30                         | 60                    | 0.48 $\pm$ 0.01   |
| 50%                              | 1 : 30                         | 60                    | 0.14 $\pm$ 0.01   |
| 40%                              | 1 : 30                         | 60                    | 0.20 $\pm$ 0.01   |
| Время экстрагирования            |                                |                       |   |
| 90%                              | 1 : 30                         | 30                    | 0.41 $\pm$ 0.02   |
| 90%                              | 1 : 30                         | 45                    | 0.63 $\pm$ 0.03   |
| 90%                              | 1 : 30                         | 60                    | 0.68 $\pm$ 0.02   |
| 90%                              | 1 : 30                         | 90                    | 0.67 $\pm$ 0.02   |
| 90%                              | 1 : 30                         | 180                   | 0.69 $\pm$ 0.01   |
| Соотношение «сырье : экстрагент» |                                |                       |   |
| 90%                              | 1 : 20                         | 60                    | 0.60 $\pm$ 0.01   |
| 90%                              | 1 : 30                         | 60                    | 0.62 $\pm$ 0.03   |
| 90%                              | 1 : 50                         | 60                    | 0.63 $\pm$ 0.01   |
| Степень измельчения              |                                |                       |   |
| 90%                              | 2 мм                           | 60                    | 0.68 $\pm$ 0.02   |
| 90%                              | 3 мм                           | 60                    | 0.69 $\pm$ 0.01   |
| 90%                              | 5 мм                           | 60                    | 0.67 $\pm$ 0.02   |

*Примечание: Приготовление раствора кверцетина.* Около 0.0050 г (точная навеска) кверцетина помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл, растворяют в 96% этиловом спирте, доводят объем раствора до метки (раствор А кверцетина). 1 мл раствора А кверцетина помещают в мерную колбу на 25 мл, прибавляют 2 мл 3% спиртового раствора алюминия (III) хлорида и доводят объем раствора до метки спиртом 96% концентрации (испытуемый раствор Б кверцетина). Измеряют оптическую плотность раствора Б на спектрофотометре при длине волны 430 нм. В качестве раствора сравнения используют раствор, который готовят следующим образом: 1 мл раствора А кверцетина помещают в мерную колбу на 25 мл и доводят объем раствора до метки спиртом 96% концентрации (раствор сравнения Б кверцетина). Содержание суммы флавоноидов в пересчете на кверцетин и абсолютно сухое сырье в процентах ( $X$ ) вычисляют по формуле

$$x = \frac{D \times m_o \times 30 \times 50 \times 1 \times 100 \times 100}{D_o \times m \times 25 \times 25 \times (100 - W)},$$

где  $D$  – оптическая плотность испытуемого раствора;  $D_o$  – оптическая плотность раствора СО кверцетина;  $m$  – масса сырья, г;  $m_o$  – масса СО кверцетина, г;  $W$  – потеря в массе при высушивании, %.

В случае отсутствия стандартного образца кверцетина целесообразно использовать теоретическое значение удельного показателя поглощения – 789.

$$x = \frac{D \times 30 \times 50 \times 100}{m \times 789 \times (100 - W)},$$

где  $D$  – оптическая плотность испытуемого раствора;  $m$  – масса сырья, г; 789 – удельный показатель поглощения ( $E_{1\text{см}}^{1\%}$ ) кверцетина при 430 нм;  $W$  – потеря в массе при высушивании, %.

Метрологические характеристики методики количественного определения содержания суммы флавоноидов в почках тополя белого представлены в таблице 2. Результаты статистической обработки проведенных опытов свидетельствуют о том, что ошибка единичного определения суммы флавоноидов в почках тополя белого с доверительной вероятностью 95% составляет  $\pm 5.68\%$  (табл. 2).

Валидационная оценка разработанной методики проводилась по показателям: специфичность, линейность, правильность и воспроизводимость. Специфичность методики определялась по соответствию максимумов поглощения в спектрах поглощения извлечения почек тополя белого. Линейность методики определяли для серии растворов кверцетина (с концентрациями в диапазоне от 0.004 до 0.016 мг/мл). Коэффициент корреляции составил 0.99944. На основании полученных данных строили график зависимости значений оптической плотности растворов кверцетина с алюминием хлоридом от концентрации кверцетина и затем рассчитывали уравнение линейной регрессии (рис. 2).

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о целесообразности стандартизации почек тополя белого путем экстракции данного сырья 90% спиртом этиловым с последующим определением суммы флавоноидов методом дифференциальной спектрофотометрии при аналитической длине волны 430 нм в пересчете на кверцетин.

С использованием этой методики было проанализировано три образца почек тополя белого, заготовленных в осенне-зимний период в разные фазы вегетации. Определено, что содержание суммы флавоноидов в анализируемых образцах варьирует от 0.45% до 0.69% в зависимости от месяца сбора растительного сырья (табл. 3).

Таблица 2. Метрологические характеристики методик количественного определения суммы флавоноидов в почках тополя белого

| Образец             | $f$ | $\bar{X}$ | $S$     | $P, \%$ | $t(P, f)$ | $\pm \Delta X$ | $E, \%$    |
|---------------------|-----|-----------|---------|---------|-----------|----------------|------------|
| Почки тополя белого | 10  | 0.65      | 0.01690 | 95      | 2.23      | $\pm 0.04$     | $\pm 5.68$ |

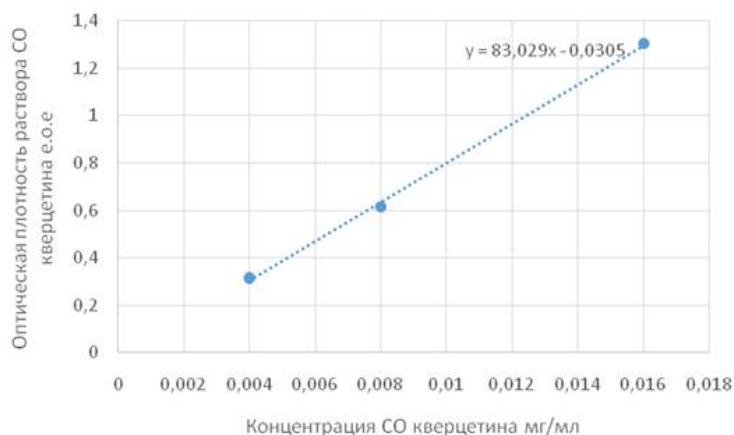


Рис. 2. График зависимости значений оптической плотности растворов кверцетина с алюминием хлоридом от концентрации кверцетина

Таблица 3. Содержание суммы флавоноидов в образцах почек тополя белого (в %) в пересчете на кверцетин

| № | Характеристика образца сырья                            | Содержание суммы флавоноидов в абсолютно сухом сырье в пересчете на кверцетин, % |
|---|---|--|
| 1 | Самарская область, близ с. Алексеевка (ноябрь 2022 г.)  | 0.45±0.02  |
| 2 | Самарская область, близ с. Алексеевка (декабрь 2022 г.) | 0.52±0.02  |
| 3 | Самарская область, близ с. Алексеевка (январь 2023 г.)  | 0.69±0.03  |

### Выводы

1. Разработана методика количественного определения суммы флавоноидов в почках тополя белого методом дифференциальной спектрофотометрии с использованием СО кверцетина при аналитической длине волны 430 нм.

2. Содержание суммы флавоноидов для почек тополя белого варьирует от 0.45±0.03 до 0.69±0.04%. Погрешность единичного определения с доверительной вероятностью 95% составляет ±5.68%.

3. Проведена валидационная оценка разработанной методики по показателям специфичность, линейность в соответствии с ГФ РФ XIV издания. Исходя из результатов валидационной оценки результатов эксперимента, можно сделать вывод о пригодности использования данной методики для количественной оценки суммы флавоноидов в пересчете на кверцетин.

4. Полученные результаты исследования могут быть использованы при разработке нормативной документации на перспективный вид сырья «Тополя белого почки» для внедрения в Государственную фармакопею Российской Федерации.

### Дополнительная информация

В электронном приложении к статье (DOI: <http://www.doi.org/10.14258/jcprtm.20240212904s>) приведен дополнительный экспериментальный материал, раскрывающий основные положения, изложенные в статье.

### Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Самарского государственного медицинского университета. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

### Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

### Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

## Список литературы

1. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. М., 2018. Т. I–IV. URL: <http://femb.ru/femb/pharmasorea.php>.
2. Куркин В.А., Куприянова Е.А. Сравнительное исследование флавоноидного состава листьев фармакопейных видов рода *Populus* // Химия растительного сырья. 2020. №1. С. 117–124. DOI: 10.14258/jcrpm.2020015818.
3. Куприянова Е.А. Сравнительное фармакогностическое исследование представителей рода Тополь (*Populus L.*): дис. ... канд. фарм. наук. Самара, 2020. 209 с.
4. 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. Vol. 55. e18114. DOI: 10.1590/s2175-97902019000218114.
5. Vardar-Unlu G., Unlu M., Silici S. Composition and in vitro antimicrobial activity of *Populus* buds and poplar-type propolis // World J. Microbiol. Biotechnol. 2008. Vol. 24. Pp. 1011–1017. DOI: 10.1007/s11274-007-9566-5.
6. Wang Z.S., Du S.H., Dayanandan S., Wang D.S., Zeng Y.F., Zhang J.G. Phylogeny reconstruction and hybrid analysis of *Populus* (*Salicaceae*) based on nucleotide sequences of multiple single-copy nuclear genes and plastid fragments // PLoS ONE. 2014. Vol. 9. e103645. DOI: 10.1371/journal.pone.0103645.
7. Браславский В.Б. Ива, тополь и прополис в медицине и фармации: монография. Самара, 2012. 116 с.
8. Заигралова Г.Н. Дендрология: краткий курс лекций для студентов I курса специальности (направления подготовки) 35.03.01 «Лесное дело». Саратов, 2016. 77 с.
9. Куркин В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов. 5-е изд., перераб. и доп. Самара, 2020. С. 372–377.
10. Куркина А.В. Флавоноиды фармакопейных растений: монография. Самара, 2012. 290 с.
11. Браславский В.Б. Исследование спектральных характеристик флавоноидов тополя и прополиса // Современная фармацевтическая наука и практика: традиции, инновации, приоритеты. Самара, 2011. С. 99–101.
12. Куркин В.А., Запесочная Г.Г., Браславский В.Б. Стандартизация сырья и препаратов тополя и прополиса // Фармация. 2009. Т. 57, №4. С. 53–56.
13. Куприянова Е.А., Куркин В.А. Разработка подходов к стандартизации листьев тополя черного // Аспирантский вестник Поволжья. 2018. №5-6. С. 17–22.
14. Ahmed U., Rao M.J., Qi C., Xie Q., Noushahi H.A., Yaseen M., Shi X., Zheng B. Expression Profiling of Flavonoid Biosynthesis Genes and Secondary Metabolites Accumulation in *Populus* under Drought Stress // Molecules. 2021. Vol. 26. 5546. DOI: 10.3390/molecules26185546.
15. Poblócka-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. Vol. 68, no. 2. Pp. 199–210. DOI: 10.2478/acph-2018-0018.
16. Hage S., Morlock G.E. Bioprofiling of *Salicaceae* bud extracts through high-performance thin-layer chromatography hyphenated to biochemical, microbiological and chemical detections // J. Chromatogr. A. 2017. Vol. 1490. Pp. 201–211.
17. Цыбуля Н.В., Якимова Ю.Л., Бакулин В.Т. Антибактериальная активность масляных экстрактов почек некоторых видов и форм тополя // Вестник ИРГСХА. 2011. №44-4. С. 136–140.
18. Bibi T., Mushtaq A., Edwards S.E., Tareen N.M., Jabeen R., Abdullah I. Ethnomedicinal uses of plants in the treatment of paediatric geohelminth infections in Kalat district of Northern Balochistan, Pakistan // Journal of Ethnopharmacology. 2016. Vol. 183. Pp. 176–186. DOI: 10.1016/j.jep.2016.02.029.
19. Haouat A.C., Guendouzi S.E., Haggoud A., David S., Sqalli H., Ibsouda S., Iraqui M. Antimycobacterial activity of *Populus alba* leaf extracts // Journal of Medicinal Plants Research. 2013. Vol. 7(16). Pp. 1015–1021. DOI: 10.5897/JMPR 13.4434.
20. Greenaway W., May J., Scaysbrook T., Whatley F.R. Composition of Bud and Leaf Exudates of *Populus* Species // Zeitschrift für Naturforschung. Section-C, Biosciences. 1992. Vol. 47. Pp. 329–334.
21. Gezici S., Sekeroglu N., Anake Kijjoa A. In vitro Anticancer Activity and Antioxidant Properties of Essential Oils from *Populus alba* L. and *Rosmarinus officinalis* L. from South Eastern Anatolia of Turkey // Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research. 2017. Vol. 51, no. 3. Pp. 498–503.
22. Tawfeek N., Sobeh M., Hamdan D.I., Farrag N., Roxo M., El-Shazly A.M., Wink M. Phenolic Compounds from *Populus alba* L. and *Salix subserrata* Willd. (*Salicaceae*) Counteract Oxidative Stress in *Caenorhabditis elegans* // Molecules. 2019. Vol. 24, no. 10. Pp. 1999–2005. DOI: 10.3390/molecules24101999.
23. Poblócka-Olech L., Glod D., Jesionek A., Luczkiewicz M. Studies on the Polyphenolic Composition and the Antioxidant Properties of the Leaves of Poplar (*Populus* spp.) Various Species and Hybrids // Chem. Biodiversity. 2021. Vol. 6. e2100227. DOI: 10.1002/cbdv.202100227.
24. Budkhili M., Greche H., Bouhdid S., Zerargui F., Aarab L. In vitro antioxidant and antibacterial properties of some Moroccan Medicinal Plants // Int. J. Pharm. Tech. Res. 2012. Vol. 4, no. 2. Pp. 637–642.
25. Poblócka-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 bioflavanones // Phytomedicine. 2019. Vol. 56. Pp. 1–9. DOI: 10.1016/j.phymed.2018.08.015.

Поступила в редакцию 24 апреля 2023 г.

После переработки 15 ноября 2023 г.

Принята к публикации 15 ноября 2023 г.

Kurkin V.A.\*, Kurkina A.V., Kosenko A.A. THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR DETERMINATION THE TOTAL FLAVONOIDS IN BUDS OF *POPULUS ALBA* L.

Samara State Medical University, Chapayevskaya st., 89, Samara, 443099, Russia, v.a.kurkin@samsmu.ru

White poplar (*Populus alba* L., family *Saliaceae*) has a similar chemical composition with other species of the genus *Populus* L. and it can consider as a promising source of raw materials containing phenolic compounds, in particular flavonoids. The pharmacological activity of the buds of pharmacopeial species of genus *Populus* L., and also of the white poplar is caused by biologically active compounds, mainly of a phenolic nature, including flavonoids (pinostrobin, pirocembrin, quercetin, etc.), phenylpropanoids (caffeic acid, etc.) and simple phenols (salicin). One of the most well-known biologically active compounds of white poplar is quercetin, for which an antihistamine, anti-inflammatory action has been demonstrated. Differential spectrophotometry carried out in accordance with the OFS was used as a research method. I.2.1.1.0003.15 "Spectrophotometry in the ultraviolet and visible regions". Spectral characteristics of water-alcohol extracts were evaluated on a Specord 40 spectrophotometer (Analytik Jena AG, Germany) in cuvettes with a layer thickness of 10 mm.

It was determined that in all electronic spectra of the water-ethanolic extractions from the buds of the white poplar there are two absorption maxima in the area of 290 and 370 nm, due to flavanones and flavonols, respectively. It was established that in the electronic spectra of the water-ethanolic extractions from the buds of the white poplar, a significant bathochromic shift of the long-wavelength band in the presence of aluminum chloride is observed, which confirms the presence of flavonoids. Under the conditions of differential spectrophotometry UV spectrum of the water-ethanolic extractions from the buds of the white poplar, an absorption maximum is observed at wavelength of 430 nm, which indicates the expediency of using quercetin in the analysis technique, which has an absorption maximum at a wavelength of  $430 \pm 2$  nm. As a result of the study, the method has been developed for the quantitative determination of the amount of flavonoids in the buds of white poplar using differential spectrophotometry calculated on quercetin at an analytical wavelength of 430 nm. The optimal parameters of extraction of raw materials were determined: extractant – 90% ethyl alcohol, the ratio of "raw material-extractant" – 1 : 30, extraction time – 60 minutes. The content of the total flavonoids calculated on quercetin in the buds of the white poplar is varied from  $0.45 \pm 0.02$  to  $0.69 \pm 0.03\%$ .

**Keywords:** white poplar, *Populus alba* L., buds, flavonoids, quercetin, spectrophotometry.

**For citing:** Kurkin V.A., Kurkina A.V., Kosenko A.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2024, no. 2, pp. 168–175. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20240212904.

## References

1. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii. XIV izd.* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV ed.]. Moscow, 2018, vol. I–IV. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>. (in Russ.).
2. Kurkin V.A., Kupriyanova Ye.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 1, pp. 117–124. DOI: 10.14258/jcprm.2020015818. (in Russ.).
3. Kupriyanova Ye.A. *Sravnitel'noye farmakognosticheskoye issledovaniye predstaviteley roda Topol' (Populus L.): dis. ... kand. farm. nauk.* [Comparative pharmacognostic study of representatives of the genus Poplar (*Populus* L.): dis. ... cand. pharm. Sci.]. Samara, 2020, 209 p. (in Russ.).
4. Nassima B., Riadh K. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2019, vol. 55, e18114. DOI: 10.1590/s2175-97902019000218114.
5. Vardar-Unlu G., Unlu M., Silici S. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 2008, vol. 24, pp. 1011–1017. DOI: 10.1007/s11274-007-9566-5.
6. Wang Z.S., Du S.H., Dayanandan S., Wang D.S., Zeng Y.F., Zhang J.G. *PLoS ONE*, 2014, vol. 9, e103645. DOI: 10.1371/journal.pone.0103645.
7. Braslavskiy V.B. *Iva, topol' i propolis v meditsine i farmatsii: monografiya.* [Willow, poplar and propolis in medicine and pharmacy: monograph]. Samara, 2012, 116 p. (in Russ.).
8. Zaigralova G.N. *Dendrologiya: kratkiy kurs lektsiy dlya studentov I kursa spetsial'nosti (napravleniya podgotovki) 35.03.01 «Lesnoye delo».* [Dendrology: a short course of lectures for first-year students of the specialty (directions of preparation) 03.35.01 "Forestry"]. Saratov, 2016, 77 p. (in Russ.).
9. Kurkin V.A. *Farmakognosiya: uchebnik dlya studentov farmatsevticheskikh vuzov.* [Pharmacognosy: a textbook for students of pharmaceutical universities]. Samara, 2020, pp. 372–377. (in Russ.).
10. Kurkina A.V. *Flavonoidy farmakopeynykh rasteniy: monografiya.* [Flavonoids of pharmacopoeial plants: monograph]. Samara, 2012, 290 p. (in Russ.).
11. Braslavskiy V.B. *Sovremennaya farmatsevticheskaya nauka i praktika: traditsii, innovatsii, priority.* [Modern pharmaceutical science and practice: traditions, innovations, priorities]. Samara, 2011, pp. 99–101. (in Russ.).
12. Kurkin V.A., Zapesochnaya G.G., Braslavskiy V.B. *Farmatsiya*, 2009, vol. 57, no. 4, pp. 53–56. (in Russ.).
13. Kupriyanova Ye.A., Kurkin V.A. *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*, 2018, no. 5-6, pp. 17–22. (in Russ.).
14. Ahmed U., Rao M.J., Qi C., Xie Q., Noushahi H.A., Yaseen M., Shi X., Zheng B. *Molecules*, 2021, vol. 26, 5546. DOI: 10.3390/molecules26185546.
15. Póblocka-Olech L., Migas P., Krauze-Baranowska M. *Acta Pharm.*, 2018, vol. 68, no. 2, pp. 199–210. DOI: 10.2478/acph-2018-0018.
16. Hage S., Morlock G.E. *J. Chromatogr. A*, 2017, vol. 1490, pp. 201–211.
17. Tsybulya N.V., Yakimova Yu.L., Bakulin V.T. *Vestnik IrGSKhA*, 2011, no. 44-4, pp. 136–140. (in Russ.).

\* Corresponding author.

18. Bibi T., Mushtaq A., Edwards S.E., Tareen N.M., Jabeen R., Abdullah I. *Journal of Ethnopharmacology*, 2016, vol. 183, pp. 176–186. DOI: 10.1016/j.jep.2016.02.029.
19. Haouat A.C., Guendouzi S.E., Haggoud A., David S., Sqalli H., Ibsouda S., Iraqui M. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2013, vol. 7(16), pp. 1015–1021. DOI: 10.5897/JMPR 13.4434.
20. Greenaway W., May J., Scaysbrook T., Whatley F.R. *Zeitschrift für Naturforschung. Section-C, Biosciences*, 1992, vol. 47, pp. 329–334.
21. Gezici S., Sekeroglu N., Anake Kijjoa A. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 2017, vol. 51, no. 3, pp. 498–503.
22. Tawfeek N., Sobeh M., Hamdan D.I., Farrag N., Roxo M., El-Shazly A.M., Wink M. *Molecules*, 2019, vol. 24, no. 10, pp. 1999–2005. DOI: 10.3390/molecules24101999.
23. Poplocka-Olech L., Glod D., Jesionek A., Luczkiewicz M. *Chem. Biodiversity*, 2021, vol. 6, e2100227. DOI: 10.1002/cbdv.202100227.
24. Budkhili M., Greche H., Bouhdid S., Zerargui F., Aarab L. *Int. J. Pharm. Tech. Res.*, 2012, vol. 4, no. 2, pp. 637–642.
25. Poblócka-Olech L., Inkielewicz-Stepniak I., Krauze-Baranowska M. *Phytomedicine*, 2019, vol. 56, pp. 1–9. DOI: 10.1016/j.phymed.2018.08.015.

Received April 24, 2023

Revised November 15, 2023

Accepted November 15, 2023

#### Сведения об авторах

Куркин Владимир Александрович – заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии, доктор фармацевтических наук, профессор, kurkinvladimir@yandex.ru

Куркина Анна Владимировна – заведующая кафедрой фармацевтической технологии с курсом биотехнологий, доктор фармацевтических наук, доцент, a.v.kurkina@samsmu.ru

Косенко Анна Александрована – аспирант, старший лаборант, a.a.kosenko@samsmu.ru

#### Information about authors

Kurkin Vladimir Aleksandrovich – Head of the Department of Pharmacognosy with Botany and Basics of Herbal Medicine, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, kurkinvladimir@yandex.ru

Kurkina Anna Vladimirovna – Head of the Department of Pharmaceutical technology with a course in biotechnology, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, a.v.kurkina@samsmu.ru

Kosenko Anna Aleksandrovana – graduate student, senior laboratory assistant, a.a.kosenko@samsmu.ru