

УДК 615.074

DOI: 10.25684/0513-1634-2023-149-175-181

ВАЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ *QUERCUS RUBRA* L. ПРИ ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ СЫРЬЯ

Никита Сергеевич Иванченко, Наталия Николаевна Вдовенко-Мартынова,
Симилла Леонтьевна Аджихметова

Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России
357532, Россия, г. Пятигорск, пр. Калинина, 11
E-mail: martynovann@yandex.ru

Цель настоящего исследования – определение состава и содержания макро- и микроэлементов в листьях дуба красного *Quercus rubra* L., заготовленных в регионе Кавказских Минеральных Вод. Анализируемое растительное сырье – дуба красного листья «*quercus rubra folia*», заготовленные в фазу начала плодоношения в лесной зоне в Машукском лесничестве окрестностях пос. Иноземцево. Высушенные образцы сырья измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями размером два миллиметра. Пробы прокаливали в муфельной электропечи с термопарой ПРО МЭП 1150-52 при температуре 450°C в течение двух часов. Анализ проводили на базе АО «Северо-Кавказское ПГО» в Центральной испытательной лаборатории определения минерального состава методом испарения на приборе ДФС-8-1. Анализируя результаты, придерживались классификации В.И. Вернадского. В образцах сырья дуба красного листьях установлено присутствие пятнадцати элементов. Обнаружено отсутствие тяжелых металлов: свинца, кадмия, ртути и мышьяка, стронция, олова. Определено присутствие макроэлементов: кальция, калия, магния, натрия; микроэлементов: марганца, железа, меди, цинка, хрома, молибдена; ультрамикроэлементов: кремния, ванадия, фосфора, серебра, титана. По уровню концентраций преобладают кальций, калий, магний, натрий. Отсутствие тяжелых металлов в анализируемых образцах свидетельствует об экологической чистоте сырья и указывает, что вид *Quercus rubra* не концентрирует их.

Ключевые слова: листья; инвазивный вид; дуб красный; элементный состав

Введение

Фармакогностическое исследование включает установление подлинности растительного сырья, для этого применяют методы макро- и микроскопического анализа, в результате чего выделяют внешние и микродиагностические признаки, позволяющие идентифицировать сырьё. При установлении показателей подлинности так же в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи Российской Федерации XIV издания разрабатываются методики качественного определения преобладающих в сырье биологически активных веществ, обуславливающих фармакологическое действие. В последнее время во всем мире экологическая обстановка становится день ото дня печальнее, при этом возникает вопрос определения наличия токсических элементов в лекарственном растительном сырье [1]. Содержание тяжелых металлов и мышьяка строго нормировано и определение проводится в соответствии с ОФС 1.5.3.0009.15 «Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» Государственной фармакопеи Российской Федерации XIV издания. Предусмотрено количественное определение мышьяка, свинца, кадмия и ртути [2].

Не менее важной задачей является определение минерального состава для установления возможного фармакологического эффекта. Макро- и микроэлементы существенно влияют на здоровье человека, так как жизненно необходимы для организма также как витамины. Современными исследованиями установлено, что у

многих людей в мире дисмикроэлементоз (дисбаланс в обеспеченности эссенциальными микроэлементами). Недостаток или отсутствие некоторых элементов приводит к развитию патологической картины в организме. Дисмикроэлементоз может быть вызван нарушением норм потребления макро- и микроэлементов с водой и пищей. Без коррекции минерального обмена зачастую неэффективно специфическое лечение многих заболеваний. Как известно, широко используются лекарственные препараты и биологически активные добавки, содержащие макро- и микроэлементы при облысении, гипохромной анемии, железодефицитной анемии, сердечной аритмии, непереносимости S-аминокислот, гипотиреозе, кариесе, ослабленном иммунитете и не только [3].

Северный красный дуб (*Quercus rubra* L.) является декоративным видом дуба, произрастающим в восточной Америке, являющимся инвазивным видом в Европе, с растущим охватом. Для дуба красного характерен самосев, поэтому он неконтролируемо распространяется, вытесняя местные виды. Изучение видов растений семейства *Fagaceae* представляет интерес для современных исследователей с целью введения в официальную медицину. Есть виды из семейства *Fagaceae*, которые включены в Государственную фармакопею Российской Федерации XIV издания, как источники дубильных веществ – дуб обыкновенный (черешчатый) и дуб скальный. Дуб красный в регионе Кавказских Минеральных Вод произрастает, как лесная и декоративная порода. Нами проводилось фармакогностическое исследование листьев *Quercus rubra* L. семейства *Fagaceae* [4-6]. Следующим этапом явилось определение элементного состава, что было определено впервые.

Цель настоящего исследования – определение состава и содержания макро- и микроэлементов в листьях дуба красного *Quercus rubra* L., заготовленных в регионе Кавказских Минеральных Вод.

Объекты и методы исследования

В данном исследовании использовались листья дуба красного *Quercus rubra*, заготовленные в фазу начала плодоношения в лесной зоне в Машукском лесничестве окрестностях пос. Иноземцево площадь, занимаемая исследуемым видом, составляет 0,5 га (квартал 21, выдел 16) (рис. 1).

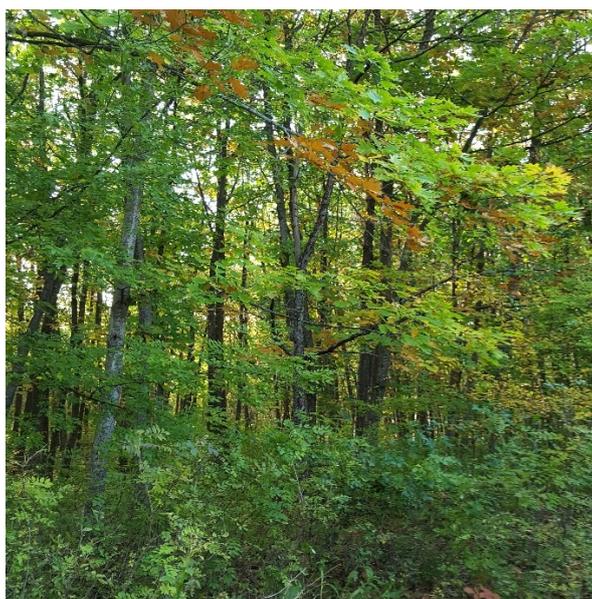


Рис. 1 *Quercus rubra* L. (участок окрестности пос. Иноземцево)

Анализируемые образцы: листья с черешком до пяти сантиметров, листья тонкие, не блестящие, в очертании эллиптической формы, с заострённой верхушкой и клиновидным основанием, глубоко-выемчатые, имеющие с каждой стороны пять заострённых лопастей с щетинками на концах, с нижней стороны в углах жилок присутствуют волоски. Сырьё сушили естественным способом в тени в хорошо проветриваемом помещении, очищали от минеральных примесей, измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями размером два миллиметра (табл. 1). Пробы для анализа из заготовленного сырья выделяли из аналитической пробы, помещали в тигли для озоления, прокачивали в муфельной электропечи с термопарой ПРО МЭП 1150-52 при температуре 450°C в течение 2 часов. Анализ проводили на базе АО «Северо-Кавказское ПГО» в Центральной испытательной лаборатории определения минерального состава методом испарения на приборе ДФС-8-1. Данный метод основан на выгорании навески золы в краторе угольного электрода в плазме электрической дуги переменного тока. Состав образцов золы из анализируемого сырья определен методом приближенно-количественного спектрального анализа, используя атлас спектральных линий и спектров стандартов с погрешностью до 2% в пересчете на золу общую [7, 8].

Придерживаясь классификации В.И. Вернадского, согласно которой элементы разделены на группы в соответствии от их содержания в живых организмах [9].

Выделяют макроэлементы, с содержанием в организме свыше 10⁻²%, основная функциональная значимость которых заключается в построении тканей организма, стабилизации осмотического давления, кислотно-основного, ионного равновесия. Следующая группа – это микроэлементы, принимающие участие в образовании ферментов, гормонов, активации биохимических реакций. Их содержание в организме 10⁻³-10⁻⁵%. Третья группа – это ультрамикроэлементы, их содержание в организме не более 10⁻⁵%. Эти элементы условно жизненно необходимые. В организме человека макро- и микроэлементы присутствуют в различных формах. В литературных источниках описываются ионная форма и ковалентная форма. Так, небелковую часть структуры гемоглобина, каталазы и цитохрома образует связанный комплекс железа с порфирином, а комплекс магния с порфирином – хлорофилл [9].

Результаты и обсуждение

Проведенными исследованиями в образцах сырья дуба красного листьев установлено присутствие пятнадцати элементов. Отсутствие таких тяжелых металлов – свинца, кадмия, ртути и мышьяка, содержание которых в лекарственном сырье нормировано в ОФС 1.5.3.0009.15 Государственной фармакопеи Российской Федерации XIV издания, а также отсутствие стронция, ртути, олова, свинца свидетельствует о экологической чистоте сырья и что данный вид *Quercus rubra* L. семейства *Fagaceae* не концентрирует эти элементы [10].

Жизненно важным для функционирования организма является также и поступление ионов калия, ежедневное накопление которого в организме до четырех грамм. Приём таких лекарств, как не калийсберегающих диуретиков, а также при диарее, рвоте, гиперальдостеронизме и некоторых других заболеваниях может наступать гипокалинемия [3, 12, 13].

Результаты исследования представлены в таблице 1 и диаграмме на рисунке 2.

Таблица 1

Содержание микро- и макроэлементов в листьях *Quercus rubra* L. в пересчете на сухое вещество

| № п/п | Элемент | Предел обнаружения, % | Содержание, % |
|-------|-----------|-----------------------|---------------|
| 1. | Медь | 0,00003 | 0,0050 |
| 2. | Цинк | 0,002 | 0,004 |
| 3. | Свинец | 0,0006 | <П.О. |
| 4. | Серебро | 0,00001 | 0,00003 |
| 5. | Висмут | 0,0002 | <П.О. |
| 6. | Мышьяк | 0,001 | <П.О. |
| 7. | Сурьма | 0,003 | <П.О. |
| 8. | Олово | 0,0003 | <П.О. |
| 9. | Молибден | 0,00003 | 0,00003 |
| 10. | Вольфрам | 0,001 | <П.О. |
| 11. | Кадмий | 0,001 | <П.О. |
| 12. | Индий | 0,0002 | <П.О. |
| 13. | Таллий | 0,001 | <П.О. |
| 14. | Галлий | 0,0002 | <П.О. |
| 15. | Германий | 0,0002 | <П.О. |
| 16. | Барий | 0,02 | <П.О. |
| 17. | Стронций | 0,01 | <П.О. |
| 18. | Фосфор | 0,01 | 0,01 |
| 19. | Литий | 0,001 | <П.О. |
| 20. | Марганец | 0,0003 | 0,350 |
| 21. | Кобальт | 0,002 | <П.О. |
| 22. | Никель | 0,0002 | <П.О. |
| 23. | Титан | 0,001 | 0,002 |
| 24. | Ванадий | 0,0003 | 0,0080 |
| 25. | Хром | 0,0002 | 0,0010 |
| 26. | Бериллий | 0,00005 | <П.О. |
| 27. | Иттрий | 0,0002 | <П.О. |
| 28. | Иттербий | 0,00005 | <П.О. |
| 29. | Цирконий | 0,0008 | <П.О. |
| 30. | Ниобий | 0,0008 | <П.О. |
| 31. | Скандий | 0,0002 | <П.О. |
| 32. | Церий | 0,002 | <П.О. |
| 33. | Лантан | 0,01 | <П.О. |
| 34. | Уран | 0,1 | <П.О. |
| 35. | Торий | 0,01 | <П.О. |
| 36. | Тантал | 0,005 | <П.О. |
| 37. | Золото | 0,0002 | <П.О. |
| 38. | Гафний | 0,003 | <П.О. |
| 39. | Гадолиний | 0,01 | <П.О. |
| 40. | Платина | 0,001 | <П.О. |
| 41. | Железо | 0,02 | 0,25 |
| 42. | Ртуть | 0,03 | <П.О. |
| 43. | Бор | 0,01 | <П.О. |
| 44. | Рений | 0,001 | <П.О. |
| 45. | Калий | 0,60 | ≈12 |
| 46. | Натрий | 0,01 | ≈8 |
| 47. | Кальций | 0,01 | ≈40 |
| 48. | Магний | 0,001 | ≈10 |
| 49. | Алюминий | 0,001 | <П.О. |
| 50. | Кремний | 0,001 | 2,140 |
| | Суммарно | | 72,77006 |

Примечание: <ПО – менее предела обнаружения методики

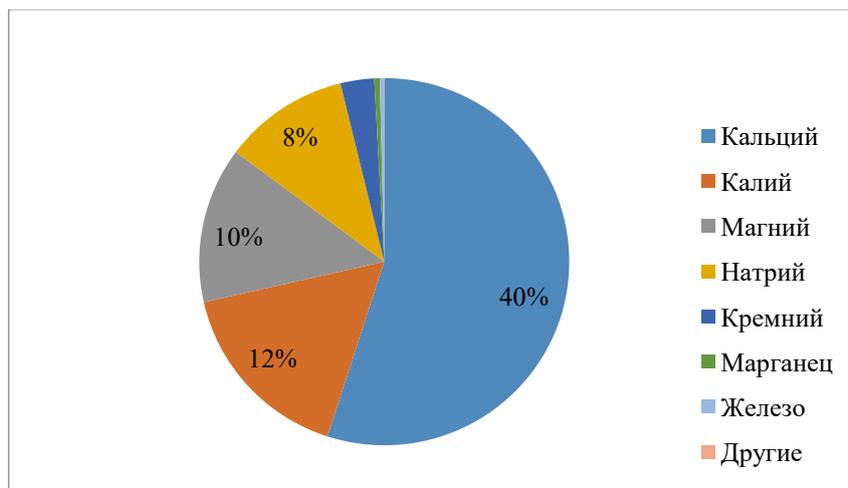


Рис. 2 Содержание микро- и макроэлементов в листьях *Quercus rubra* L. в пересчете на сухое вещество

Из макроэлементов установлено присутствие кальция, калия, магния, натрия. Установлено преобладание кальция в анализируемых образцах сырья. Гормонами околотитовидных и щитовидной желез (паратгормоном и кальцитонином), а также метаболитами кальциферолов (витамины группы D) регулируется в организме метаболизм кальция. Научно подтверждено, что недостаток кальция в организме вызывает судороги, остеопороз у людей пожилого возраста и рахит у детей. Паратгормон регулирует всасывание Ca в кишечнике и его реабсорбцию в почках и при недостатке стимулирует выведение кальция из костной ткани в кровь, что приводит деминерализации костной ткани. Одним из основных источников кальция для организма являются молочные продукты, также он содержится в рыбе, некоторых овощах и орехах. Однако низкое всасывание и распределение кальция в организме может происходить в результате лечения стероидными и противосудорожными препаратами, при приёме больших доз ретинола, и пищи, содержащей фосфаты [3, 11].

Работу калий-натриевого насоса, осмотического гомеостаза организма обеспечивают ионы калия и натрия. Содержание макроэлементов в организме должно быть сбалансированным. Из микроэлементов в анализируемых образцах установлено содержание марганца, железа, меди, цинка, хрома, молибдена. В организме марганец находится в виде ионов Mn^{2+} и комплексов с аминокислотами, белками, аденозинтрифосфатом, аденозиндифосфатом, и имеет широкий диапазон участия в функционировании организма. Имеются литературные сведения о значимости этого элемента в профилактике сахарного диабета, нарушениях функционирования шишковидной железы, липидного и углеводного обмена. В пожилом возрасте возможен дефицит в организме этого микроэлемента. Железо поступает в организм с пищей и транспортируется через мембраны в форме комплексов с аминокислотами, трансферринов (белков железосодержащих). При недостатке возникает железодефицитная анемия.

Для протекания многих биохимических процессов важен микроэлемент Zn, являясь компонентом многих ферментов. При цинк дефицитном состоянии возможны нарушения роста организма, центрального зрения, работы иммунной системы, осложнения беременности и другие. Содержание хрома в организме всего лишь до двенадцати миллиграмм, биологическую активность присуща только Cr^{3+} оказывая влияние на уровень холестерина, что важно при лечении атеросклероза [3, 12].

Из ультрамикрэлементов в исследуемых образцах сырья определено присутствие кремния, ванадия, фосфора, серебра, титана. В.И. Вернадский утверждал, что: «...Никакой организм не может существовать без кремния». Дефицит Si может быть в результате заболевания пищеварительного тракта, неполноценном питании, плохой экологии. Современными исследованиями в настоящее время рассматривается вопрос о комплексном использовании кремния в профилактике остеопороза [13, 14, 15].

Лекарственное растительное сырьё, которое концентрирует кремний, например хвоща полевого трава *equiseti arvensis herba* проявляет противовоспалительный, диуретический эффект и в моче кремниевые соли образуют коллоиды, препятствующие образованию конкрементов [16]. В работе Н.Э. Коломиец, Г.И. Калинкиной [17] 4 вида хвоща (*Equisetum hyemale* L., *Equisetum variegatum* Schleich. ex F.Weber & D.Mohr, *Equisetum ramosissimum* Desf., *Equisetum scirpoides* Michx.) подрода *Hippohaete* были отнесены в общую группу, так как доминирующими биологически активными веществами (БАВ) в данных видах являются соединения кремния (до 6%).

Обнаружено, что в листьях *Quercus rubra* из ультрамикрэлементов преобладает кремний, который является элементом костной и соединительной ткани организма. Соединения кремния также можно рассматривать как ведущую группу БАВ при стандартизации анализируемого сырья.

Выводы

Проведенными исследованиями анализируемых образцов *quercus rubrae folia*, заготовленных с производящего растения *Quercus rubra* семейства *Fagaceae* в фазу летней вегетации в лесной зоне в Машукском лесничестве окрестностях пос. Иноземцево, обнаружено пятнадцать элементов. Установлено, что по уровню концентраций преобладают кальций (40%), калий (12%), магний (10%), натрий (8%), кремний (2,14%). Отсутствие тяжелых металлов в анализируемых образцах свидетельствует об экологической чистоте сырья.

Список литературы

1. Водяницкий Ю.Н. Об опасных тяжелых металлах и металлоидах в почвах // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2011. – Т.68. – С. 56-82.
2. Гадаева И.М., Абубакарова З.Ш. Биологическая роль биогенных элементов в организме человека // Современные проблемы естествознания. Материалы V Региональной научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Грозный, 2021. – С. 97-100.
3. Государственная фармакопея Российской Федерации / МЗ РФ. – XIV изд. – 2. – Москва, 2018. – 3262 с. – [Электронный ресурс] – URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>
4. Додова Х.М., Вдовенко-Мартынова Н.Н., Благоразумная Н.В. и др. Определение элементного состава листьев фейхоа (*Feijoa Sellowiana* Berg.) // В сб.: Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. – Ижевск, 2016. – С. 20-22.
5. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 2: учебник для вузов. – 10-е изд., испр. и доп.-Москва: Изд-во Юрайт, 2022. – 360 с.
6. Иванченко Н.С., Вдовенко-Мартынова Н.Н., Аджиахметова С.Л. Отличительные особенности некоторых видов рода *Quercus*, как индикаторы растительного сырья // В сб.: Перспектива-2021. материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – 2021. – С. 227-230.
7. Коломиец Н.Э., Калинкина Г.И. Сравнительное исследование химического состава видов рода хвощ флоры Сибири // Химия растительного сырья. – 2010. – №1. – С. 149-154.

8. Мансурова Л.А., Федчишин О.В., Трофимов В.В., Зеленина Т.Г., Смолянко Л.Е. Физиологическая роль кремния Сиб. мед. журн. – Иркутск. – 2009. – №7. – [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziologicheskaya-rol-kremniya>
9. Михеев А.Д. Конспект флоры сосудистых растений района Кавказских Минеральных Вод и прилегающих территорий. – Пятигорск: Вестник Кавказа, 2010. – 52 с.
10. Нгуен Т.Ш., Дитковская З.Р., Генералова Ю.Э., Каухова И.Е., Сорокин В.В. Определение элементного состава травы клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2020. – Т. 23, № 2. – С. 51-54.
11. Оганян А.А., Неелова О.В. Биологическая роль хрома, применение дихромата калия в фармацевтическом анализе // Успехи современного естествознания. – 2011. – Т. 8. – С. 227.
12. Попова О.И., Круглая А.А., Вдовенко-Мартынова Н.Н., Дайронас Ж.В. Чистота лекарственного растительного сырья – показатель безопасности применения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 5(3). – С. 751-753.
13. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: ОНИКС 21 век; Мир, 2004. – 216 с.
14. Скрипникова И.А., Гурьев А.В. Микроэлементы в профилактике остеопороза: фокус на кремний // Остеопороз и остеопатии. – 2014. – Т. 2. – [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikroelementy-v-profilaktike-osteoporoza-fokus-na-kremniy>
15. Слепых В.В., Вдовенко-Мартынова Н.Н. Ресурсы видов дуба на территории Кавказских Минеральных Вод // Труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире». – Махачкала: АЛЕФ, 2018. – С.168-170
16. Справочник Видаль. Лекарственные препараты в России. – Изд-во: Видаль Рус, 2022. – 1120 с.
17. Трemasова А.О., Косарев К.Д., Панкина И.А. Биологическая роль кальция в организме человека // В сб.: Неделя науки СПбПУ. Материалы научной конференции с международным участием. Высшая школа биотехнологии и пищевых технологий. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – 2018. – С. 110-111.

Статья поступила в редакцию 16.05.2023 г.

Ivanchenko N.S., Vdovenko-Martynova N.N., Adzhiakhmetova S.L. The importance of determining the mineral composition of *Quercus rubra* L. leaves in the pharmacognostic study of raw materials // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2023. – № 149. – P. 175-181

The aim of this study is to determine the composition and content of macro and microelements in the leaves of *Quercus rubra* (L.), harvested in the region of the Caucasian Mineral Waters. The analyzed plant material – red oak leaves of *Quercus rubra*, harvested during the summer vegetation phase in the forest zone in the Mashuksky forestry in the vicinity of the village Inozemtsevo. Dried samples of raw materials were crushed to a particle size passing through a sieve with openings of two millimeters. The samples were calcined in an electric muffle furnace with a PRO MEP 1150-52 thermocouple at 450°C for two hours. The analysis was carried out on the basis of JSC "North Caucasian PGO" in the Central Testing Laboratory for determining the mineral composition by evaporation using a DFS-8-1 device. Analyzing the results, we adhered to the classification of V.I. Vernadsky. The presence of fifteen elements was found in the raw material samples of red oak leaves. The absence of heavy metals was established: lead, cadmium, mercury, arsenic, strontium, tin. The presence of macroelements was determined: calcium, potassium, magnesium, sodium; trace elements: manganese, iron, copper, zinc, chromium, molybdenum; ultramicroelements: silicon, vanadium, phosphorus, silver, titanium. The concentration level is dominated by calcium, potassium, magnesium, sodium. The absence of heavy metals in the analyzed samples indicates the ecological purity of raw materials and indicates that the species *Quercus rubra* does not concentrate them.

Key words: leaves; invasive species; red oak; elemental composition