

И.Ю. Каликина¹, А.Ю. Турышев², А.В. Курицын³

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗАПАСОВ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ ПЕРМСКОГО КРАЯ С ЦЕЛЬЮ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА РОССИИ

АННОТАЦИЯ

Степень сохранности и состояние естественного растительного покрова являются важнейшим показателем экологического благополучия регионов России. В рамках государственных программ Министерства природных ресурсов и экологии РФ, а также государственных программ по импортозамещению актуально сохранение и рациональное использование растительных ресурсов России. Одним из регионов России с большим разнообразием флоры является Пермский край. Перспективным видом лекарственного растительного сырья является трава зверобоя, которая во всем мире используется в качестве сырья для получения противовоспалительных, антибактериальных, противовирусных, иммуностропных, адаптогенных, седативных, антидепрессивных, антиоксидантных, вяжущих, диуретических лекарственных препаратов в различных лекарственных формах. Целью данной работы является оценка ресурсов и контроль качества травы зверобоя, произрастающей на территории Пермского края, для возможности дальнейшего развития региона России. В данной статье выявлены особенности произрастания и распространения травы зверобоя, проведен контроль качества, определены наиболее перспективные районы для заготовки лекарственного растительного сырья. Заготовка сырья была проведена летом 2022 г. путем собственных инвентаризационных экспедиций по 13 районам Пермского края. Для определения географических координат произрастания зарослей был использован навигатор Garmin ETrex Vista C. Электронные карты распространения лекарственных растений построены в программе ArcView. Расчет основных ресурсоведческих показателей проведен по общепринятой методике определения запасов лекарственных растений. Фитохимический анализ заготовленного сырья проводился в соответствии с требованиями Государственной Фармакопеи РФ XIV издания. Обработка информации осуществлялась на персональных компьютерах в программе Microsoft Excel для Windows. Использование многофункциональных инструментов ГИС позволило наглядно и понятно представить исследовательскую информацию в виде ресурсных и фитохимических карт. В перспективе данный электронный картографический материал может быть использован при планировании и поиске путей развития данного региона России.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: географические информационные системы, лекарственные растения, зверобоя трава, запасы, Пермский край

¹ ФГБОУ ВО Пермская государственная фармацевтическая академия Минздрава России, кафедра фармакогнозии, ул. Полевая, д. 2, Пермь, Россия, 614081, *e-mail*: kalikinaira@yandex.ru

² ФГБОУ ВО Пермская государственная фармацевтическая академия Минздрава России, кафедра фармакогнозии, ул. Полевая, д. 2, Пермь, Россия, 614081, *e-mail*: aleksej2@mail.ru

³ ФГБОУ ВО Пермская государственная фармацевтическая академия Минздрава России, кафедра фармакогнозии, ул. Полевая, д. 2, Пермь, Россия, 614081, *e-mail*: kuritsyn1981@mail.ru

Irina Yu. Kalikina¹, Aleksey Yu. Turyshev², Aleksey V. Kuritsyn³

THE USE OF GIS FOR THE PERM KRAI MEDICINAL PLANT RESERVES STUDY IN ORDER TO DEVELOP THE RUSSIAN REGION

ABSTRACT

The degree of preservation and condition of the natural vegetation cover are the most important indicator of the ecological well-being of the Russian regions. Conservation and rational use of plant resources is relevant in connection with the state programs of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, as well as state import substitution programs. The Perm Krai is a Russian Region with a wide variety of flora. *Hyperici herba* is a promising type of medicinal plant raw materials. *Hyperici herba* is used as a raw material for the production of anti-inflammatory, antibacterial, antiviral, immunotropic, adaptogenic, sedative, antidepressant, antioxidant, astringent, diuretic drugs in various dosage forms worldwide. The aim is to assess the resources and quality control of *Hyperici herba*, which grows in the Perm Krai for the possibility of further development of this Russian region. In this article, the peculiarities of the growth and distribution of *Hyperici herba* are revealed, quality control is carried out, the most promising areas for harvesting medicinal plant raw materials are identified. The medicinal plant materials harvesting was performed in the summer of 2022 by our own inventory expeditions to 13 districts of the Perm Krai. The Garmin ETrex Vista C navigator was used to determine the thicket's growth geographic coordinates. Electronic distribution maps of medicinal plants were built in the ArcView program. The main resource indicators calculation was carried out according to the generally accepted method for determining the medicinal plants stocks. The phytochemical analysis of the harvested raw materials was performed in accordance with the 14th edition of the Russian State Pharmacopoeia. Information processing was carried out on personal computers in Microsoft Excel for Windows. Thus, the use of multifunctional GIS tools visually and clearly presented research information in the form of resource and phytochemical maps. This electronic cartographic material can be used in planning and prospects searching for the development of this Russian region in the future.

KEYWORDS: geographic information systems, medicinal plants, *Hyperici herba*, reserves, Perm Krai

ВВЕДЕНИЕ

Степень сохранности и состояние естественного растительного покрова являются важнейшим показателем экологического благополучия регионов России. В рамках государственных программ Министерства природных ресурсов и экологии РФ, а также государственных программ по импортозамещению актуально сохранение и рациональное использование растительных ресурсов России. Об этом свидетельствует указ президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации» в области экологической безопасности и рационального природопользования. Указ подчеркивает недопустимость хищнического использования растительных ресурсов,

¹ Perm State Pharmaceutical Academy, 2, Polevaya Str., Perm, 614081, Russian Federation,
e-mail: kalikinaira@yandex.ru

² Perm State Pharmaceutical Academy, 2, Polevaya Str., Perm, 614081, Russian Federation,
e-mail: aleksej2@mail.ru

³ Perm State Pharmaceutical Academy, 2, Polevaya Str., Perm, 614081, Russian Federation,
e-mail: kuritsyn1981@mail.ru

поскольку это приведет к риску необратимой потери ценных видов растений и снижению биоразнообразия. Следовательно, уменьшается возможность использования отечественных лекарственных растений для получения эффективных фитопрепаратов. Все это приведет к тому, что производителям лекарственных растительных препаратов придется все чаще пользоваться услугами импортных поставщиков сырья.

Мониторинг и прогнозирование состояния отечественной флоры, пространственный анализ имеющихся ресурсов лекарственных растений становится возможным с применением многофункциональных географических информационных систем (ГИС). Возможности ГИС активно применяются в ресурсоведческих научных исследованиях флоры регионов России: формируются электронные информационные базы, на основе которых ученые создают атласы флоры местности. Это позволяет оценить биоразнообразие, изучить биогеографию, провести контроль состояния ценных видов растений. Географические информационные системы также нашли свое применение в сельскохозяйственной области и в сфере лесоустройства [Каликина, Турышев, 2022; Каликина и др., 2022]. Практическое применение ГИС открывает новые возможности для географических, биологических, экологических, фармакогностических, ресурсоведческих и многих других направлений научных исследований [Каликина и др., 2022].

Одним из регионов России с большим разнообразием флоры является Пермский край. Лекарственная флора Пермского края активно изучается с середины 20 в. Начиная с 2003 г. сотрудниками Пермской государственной академии (Белоноговой В.Д., Турышевым А.Ю., Курицыным А.В.) совместно с ГИС-центром Пермского государственного национального исследовательского университета ведется работа по наполнению географической информационной системы «Лекарственные растения» [Котова, 2020]. Работу Турышева А.Ю. поддерживают и продолжают его аспиранты. Под влиянием факторов внешней среды объем растительных запасов может изменяться во времени; несомненно, актуальны более детальные исследования имеющихся отечественных растительных ресурсов, которые проводятся регулярно с определенной периодичностью. По результатам таких исследований дополняется и актуализируется существующая электронная база данных запасов лекарственных растений региона. Помимо информации о ресурсах лекарственного растения важно оценить и химический состав, т. к. в фармацевтическом и пищевом промышленном производстве выдвигаются строгие требования к качеству растительного сырья.

Перспективным видом лекарственного растительного сырья является трава зверобоя, которая во всем мире используется в качестве сырья для получения противовоспалительных, антибактериальных, противовирусных, иммуностропных, адаптогенных, седативных, антидепрессивных, антиоксидантных, вяжущих, диуретических лекарственных препаратов в различных лекарственных формах. Степень проявления травой зверобоя терапевтических свойств напрямую зависит от содержания фенольных соединений, в частности, флавоноидов и антраценпроизводных [Зайцева и др., 2011; Налимова, Ефeyкина, 2019].

Одним из важнейших показателей качества лекарственных растений является содержание золы общей, поскольку при превышении допустимых норм сырье имеет ненадлежащее качество и может являться экотоксикантом, его использование в промышленных целях становится невозможным [Ефремов и др., 2002; Гравель, 2012].

Большинство отечественных производителей для получения фитопрепаратов закупают траву зверобоя в Казахстане, Молдавии, Польше. Среди российских территорий встречаются поставщики из Алтайского края и Башкирии. При условии произрастания в Пермском крае травы зверобоя надлежащего качества и достаточном количестве ресурсов на данной территории может быть возможна организация заготовок лекарственного

растительного сырья для промышленного применения. В рамках дальнейших исследований регионов России возможно расширение географии заготовок сырья.

Инструменты ГИС открывают новые возможности в визуальном представлении ресурсоведческой информации о лекарственных растениях. Это многофункциональная система хранения и анализа информации, на основе которой можно компактно, но в то же время подробно представить большой массив данных в виде электронных тематических карт. Возможно взаимодействие с отдельными объектами на карте, добавление и удаление определенных параметров, связанных с внешними факторами, влияющими на произрастание лекарственных растений: почвы, гидрография, климатические условия, ботанико-географические растительные зоны [Жукова, Ивлиева, 2022; Sudhakar Reddy, 2018; Jie Wu и др., 2019]. Это облегчает восприятие и понимание цифрового картографического материала. В перспективе данный электронный картографический материал может быть использован при планировании и поиске путей развития Пермского края [Смыслова, 2020].

Таким образом, целью данного исследования является оценка ресурсов и контроль качества травы зверобоя, произрастающей на территории Пермского края, для возможности дальнейшего развития региона России.

Для достижения поставленной цели исследования необходимо было решить следующие задачи:

1. Изучить места произрастания травы зверобоя в Пермском крае, выполнить расчет основных ресурсоведческих показателей лекарственного растительного сырья;
2. Осуществить сбор и заготовку растительного сырья;
3. Выполнить фитохимический анализ заготовленных образцов травы зверобоя;
4. Для визуализации полученных данных разработать электронный картографический материал по результатам исследований, используя возможности ГИС;
5. При получении положительных результатов на предыдущих этапах исследования, сформулировать преимущества применения электронных картографических материалов и оценить возможности их применения для развития данного региона России.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Заготовку лекарственного растительного сырья проводили летом 2022 г. путем собственных инвентаризационных экспедиций по южным районам Пермского края. В качестве объектов исследования выбрана трава зверобоя (*Hyperici herba*), заготовка которой возможна от двух производящих растений — зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) и зверобоя пятнистого или четырехгранного (*Hypericum maculatum* Crantz, *Hypericum quadrangulum* L.).

Определение запасов осуществляли на конкретных зарослях. Для точного определения географических координат произрастания зарослей применяли навигатор Garmin ETrex Vista C.

Расчет основных ресурсоведческих показателей растительных популяций проводили по общепринятой методике определения запасов лекарственных растений¹. Фитохимическая оценка заготовленного сырья проводилась в соответствии с требованиями Государственной Фармакопеи РФ XIV издания². Определение содержания

¹ Методика определения запасов лекарственных растений от 05 марта 1986. Электронный ресурс: <https://docs.cntd.ru/document/9032337> (дата обращения 17.01.2023)

² Федеральная электронная медицинская библиотека. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издание. Электронный ресурс: <https://femb.ru/record/pharmacopea14> (дата обращения 21.01.2023)

антраценпроизводных в траве зверобоя проводили по методике, предложенной Правдивцевой О.Е. и Куркиным В.А.

Топографическая основа для построения электронного картографического материала предоставлена ГИС-центром ФГАОУ ВО ПГНИУ. Обработка информации осуществлялась на персональных компьютерах в программе Microsoft Excel для Windows. Электронные карты распространения лекарственных растений строили в программах ArcView и ArcGIS.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам ресурсоведческих инвентаризационных экспедиций изучены места произрастания травы зверобоя в Пермском крае, зафиксированы координаты произрастания, рассчитаны ресурсоведческие показатели. Полученный массив данных занесен в электронную базу данных, на основании которой построены ресурсные и фитохимические тематические карты. Электронные тематические карты помогают визуализировать экспедиционные данные и сформировать четкое представление о произрастания исследуемых лекарственных растений с привязкой к определенной местности. Пример тематической карты распространения популяций по южным районам Пермского края представлен на рис. 1.

Согласно рис. 1, в ходе собственных экспедиционных исследований продуктивные заросли травы зверобоя обнаружены в 13 районах Пермского края, среди которых Очерский, Большесосновский, Оханский, Осинский, Бардымский, Кунгурский, Березовский, Кишертский, Суксунский, Ординский, Уинский, Чернушинский, Октябрьский. На основе построенной ресурсной карты можно выявить особенности произрастания зверобоя в зависимости от типа почв. Так, наиболее часто трава зверобоя встречается на смытых и намывных почвах оврагов, балок, пойм мелких рек и прилегающих склонов и составляет 29,85 % от общего количества обнаруженных популяций; значительное количество зарослей наблюдается на дерново-среднеподзолистых (20,90 %) и аллювиальных дерновых кислых почвах (17,91 %). Данные типы почв относятся к плодородным за счет дернового и подзолистого процессов почвообразования, мощности гумусового и подзолистого горизонтов, а также почвообразования в условиях повышенного поверхностного увлажнения.

Следующим этапом исследования было определение основных ресурсоведческих показателей, по результатам которых сформирован тематический картографический материал. Так, например, карта произрастания зверобоя на территории Пермского края с ранжированием по возможному объему ежегодной заготовки представлена на рис. 2.

Согласно данным рис. 2 видно, что наибольший возможный объем ежегодной заготовки *Hypericum sp.* обнаружен в Октябрьском районе и составляет более 2,79 т. Значительные объемы выделены также в Очерском районе — более 1,11 т и Большесосновском районе — 0,54 т. Помимо этого, продуктивные заросли сырья обнаружены в Чернушинском, Бардымском, Уинском, Ординском, Кунгурском, Суксунском, Кишертском, Березовском районах. Наименьший возможный объем заготовки травы зверобоя — 4,98 кг — обнаружен в Оханском районе, что обусловлено большим количеством пахотных земель в данной местности.

На территории исследованных районов проведен сбор и заготовка с дальнейшей оценкой качества травы зверобоя по показателю «зола общая». Пример фитохимической карты представлен на рис. 3. На нем видно, что большинство образцов травы зверобоя, заготовленных на территории исследуемых районов, соответствуют требованиям ГФ XIV по показателю «зола общая» и не превышают 8 %. Наилучшие показатели сырья выявлены в местах произрастания сырья в Суксунском, Кишертском, Ординском и Уинском районах,

что составляет от 2,54 до 4,37 % золы общей. Это свидетельствует о благоприятной экологической обстановке в данной местности; влияние экологического фактора антропогенного характера находится на допустимом уровне, поэтому в перспективе данные места могут использоваться для заготовки травы зверобоя для фармацевтических производств и личного применения. Также выявлено, что образцы травы зверобоя, заготовленные в Чернушинском районе, не соответствуют требованиям ГФ XIV, т.к. содержание золы общей составляет 8,94 %.

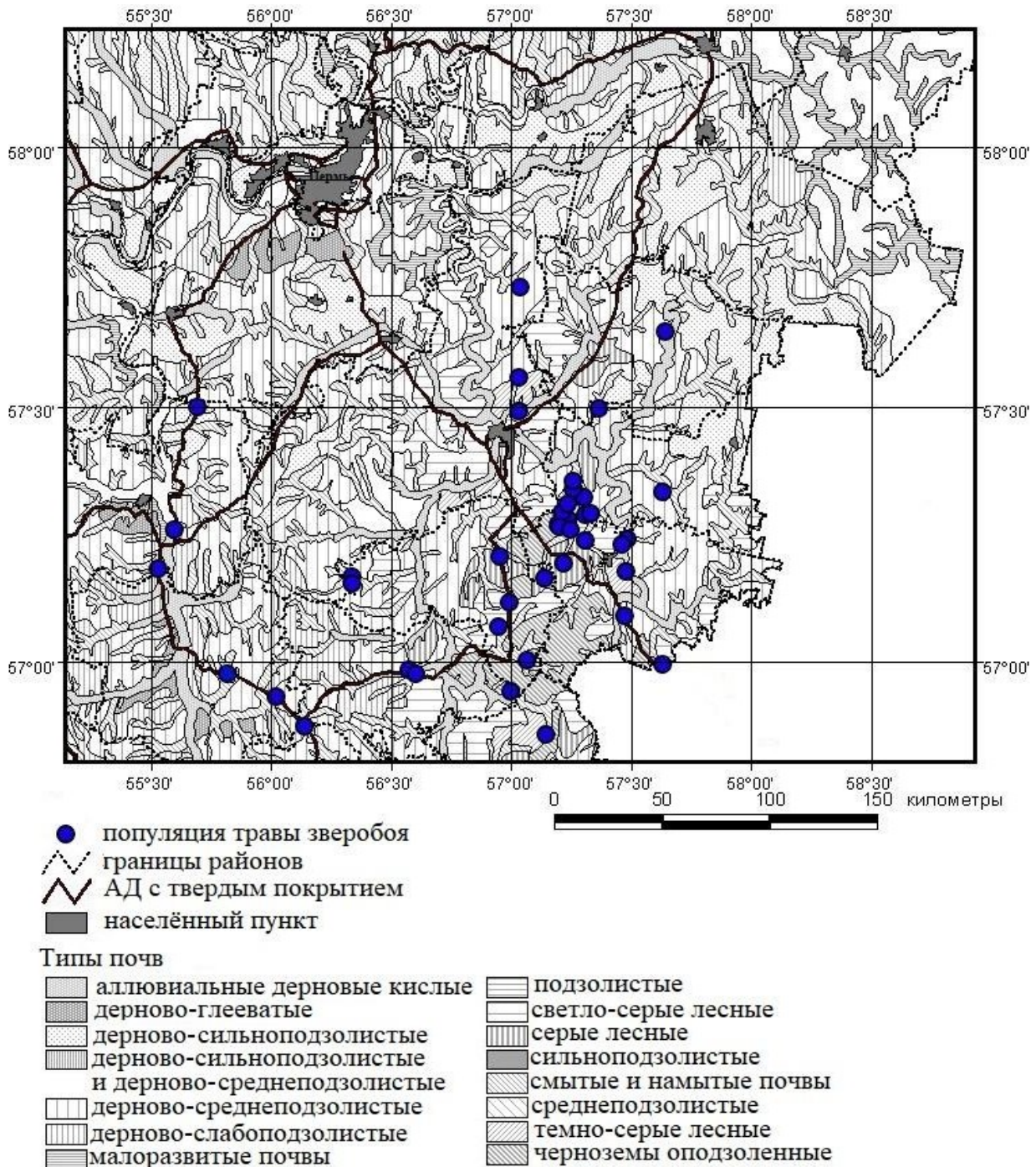


Рис. 1. Карта распространения травы зверобоя в некоторых районах Пермского края
 Fig. 1. Distribution Map of Hyperici herba in some districts of the Perm Krai

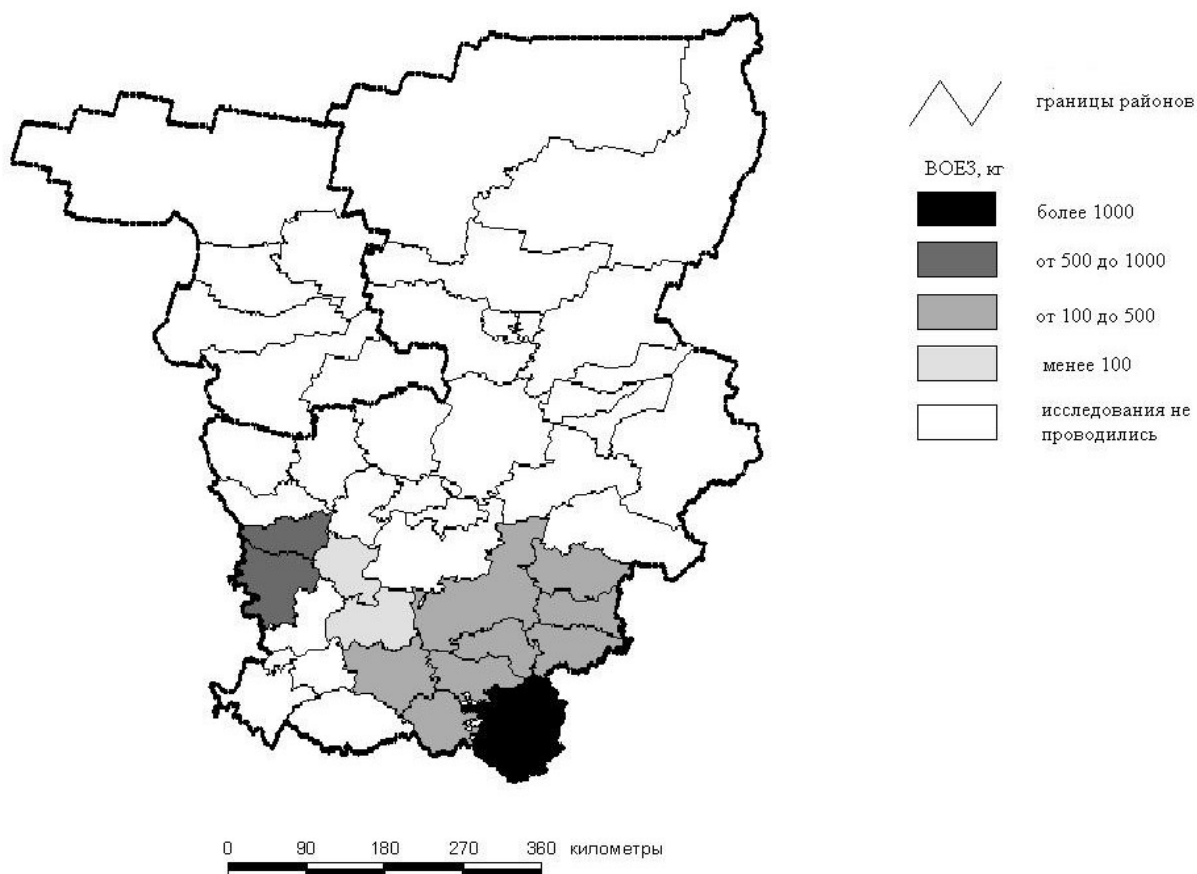


Рис. 2. Значения возможного объема ежегодной заготовки травы зверобоя в Пермском крае

Fig. 2. The values of the possible annual harvesting volume of *Hypericum sp.* in the Perm Krai

Далее проведен анализ содержания золы в лекарственном растении в зависимости от типа почв в целом по Пермскому краю (рис. 4). Согласно этим данным, наибольшее количество золы общей содержится в траве зверобоя, произрастающей на лесных почвах. Низкие значения золы общей обнаружены в сырье, произрастающем на дерновых почвах. Информация об особенностях произрастания травы зверобоя на разных типах почв, безусловно, интересна для сельскохозяйственных производителей, занимающихся культивированием лекарственного растительного сырья.

По результатам оценки качества построены электронные фитохимические карты. Примеры тематических электронных карт, отражающих одни из важнейших показателей качества растительного сырья, представлены на рис. 5 и 6.

В результате фитохимических исследований установлено, что во всех исследуемых районах трава зверобоя соответствует требованиям нормативной документации по показателю «Сумма флавоноидов в пересчете на рутин» и составляет не менее 1,5 %, что соответствует требованиям ГФ XIV. Наибольшее содержание флавоноидов в образцах травы зверобоя выявлено в Очерском (7,58 %), Суксунском (6,66 %) и Кишертском районах (6,02 %). Установлено, что наибольшее количество флавоноидов выявлено в образцах, произрастающих на дерново-сильнопodzolistых, аллювиальных дерновых кислых и смытых и намывных почвах. Наименьшее количество флавоноидов обнаружено в траве зверобоя Березовского района, произрастающей на дерново-среднеpodzolistых почвах; оно составляет 2,15 %, но при этом удовлетворяет требованиям нормативной документации.

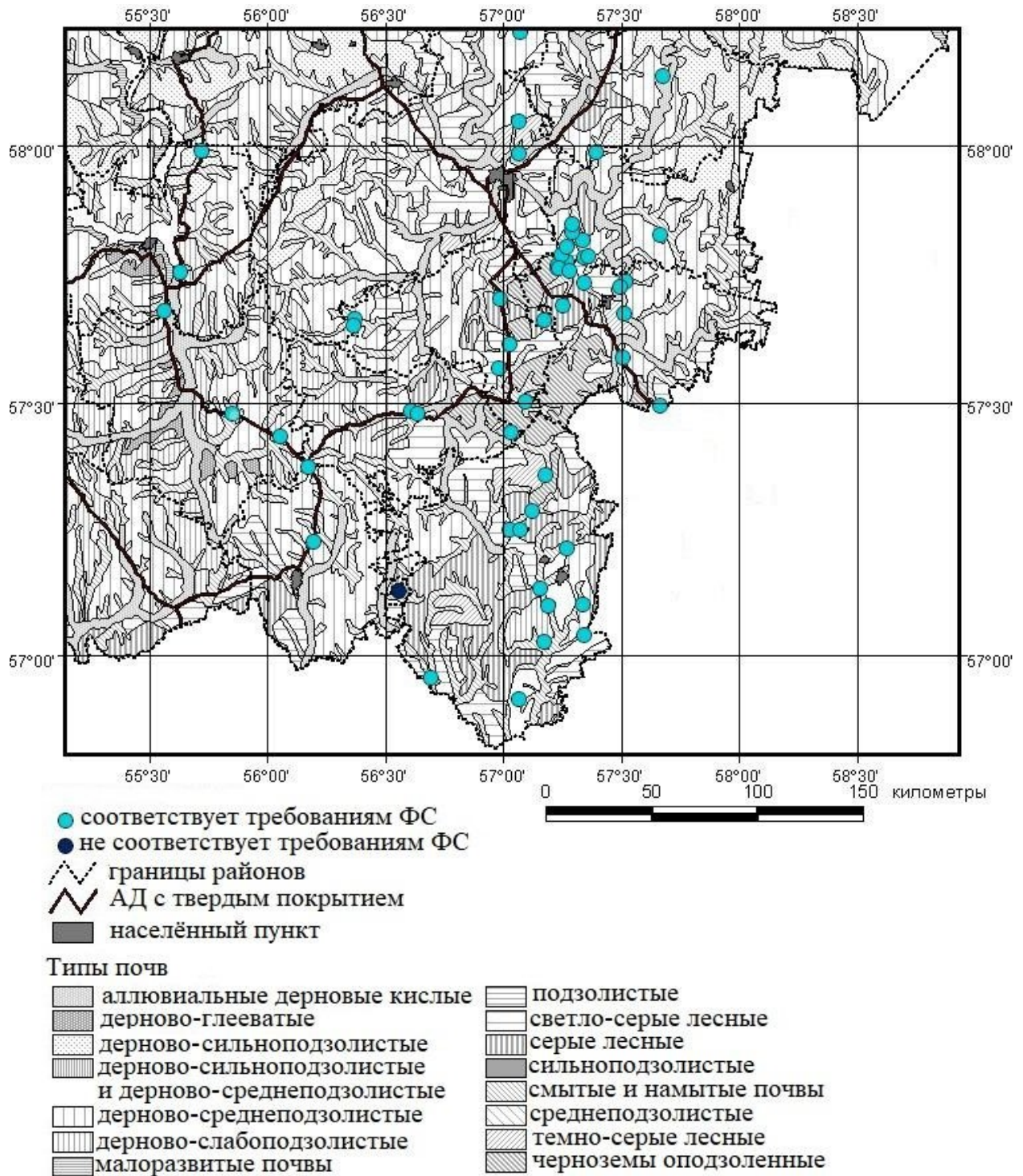


Рис. 3. Фитохимическая карта травы зверобоя по показателю «зола общая»

Fig. 3. Phytochemical map of *Hypericum* sp. according to the indicator "total ash"

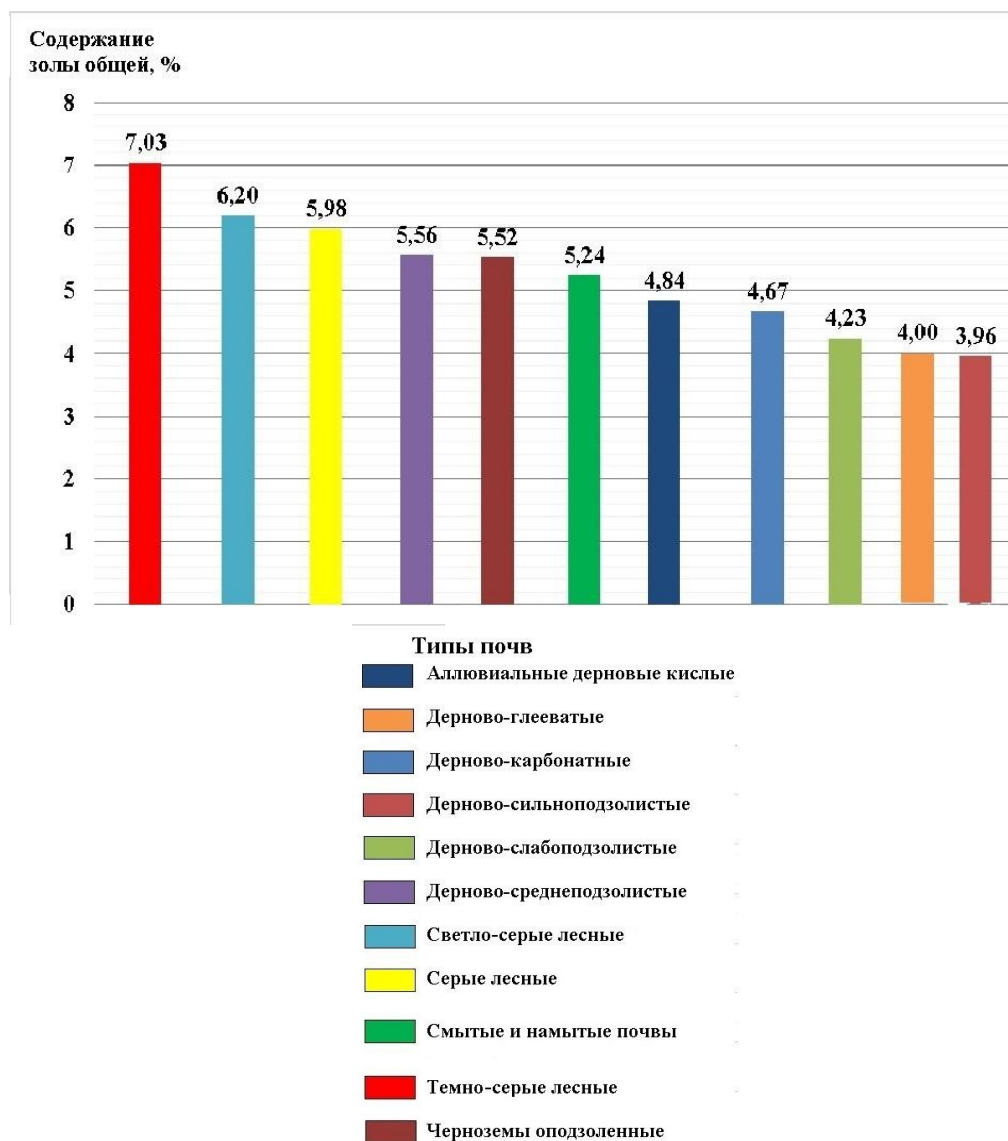


Рис. 4. Зависимость количества золы общей в траве зверобоя от типа почв
Fig. 4. The dependence of the total ash amount on the type of soil in *Hypericum sp.*

В ходе исследования было определено содержание антраценпроизводных в заготовленных образцах травы зверобоя. На рис. 6 видно, что большинство образцов имеют значения до 0,1 %, согласно предложенной методике, данное значение допустимо для образцов травы зверобоя. При этом минимальное количество антраценпроизводных обнаружено в образцах, произрастающих на территории Осинского района (0,09 %). Значительные количества данной группы биологически активных веществ обнаружено в образцах травы зверобоя из Кишертского (0,35 %) и Уинского (0,3 %) районов. Максимальное количество антраценпроизводных обнаружено в Очерском районе (0,41 %). Согласно предложенной методике, рекомендуемое минимальное значение антраценпроизводных в траве зверобоя — около 0,1 %. Стоит также отметить, что почвы не оказывают значительного влияния на содержание антраценпроизводных; возможно, на концентрацию биологически активных веществ влияет воздействие других внешних факторов окружающей среды. Проведенные исследования показывают, что территория Пермского края может быть использована для заготовки травы зверобоя надлежащего качества.

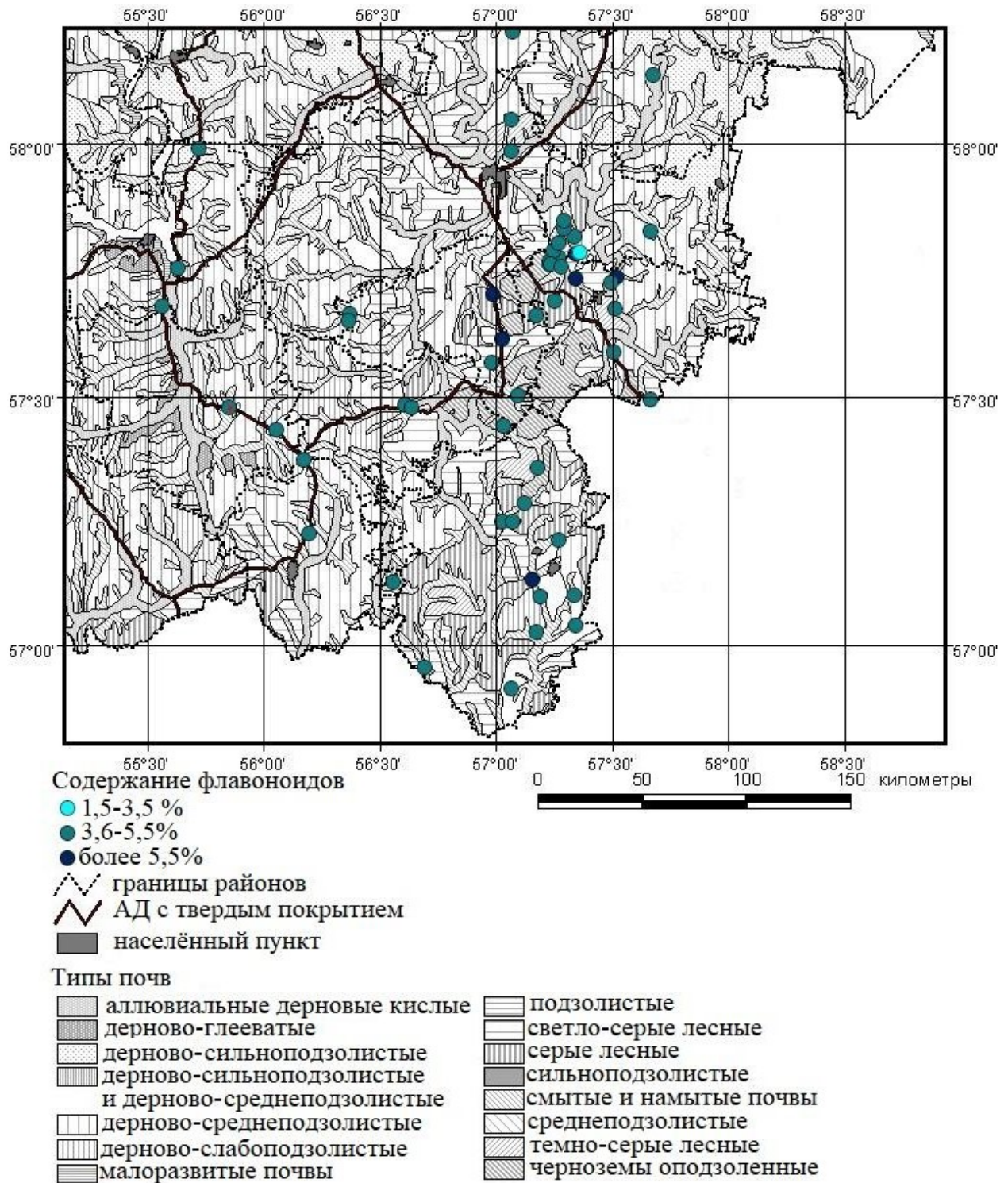


Рис. 5. Фитохимическая карта содержания флавоноидов
в траве зверобоя

Fig. 5. Phytochemical map of flavonoids amount
in *Hypericum* sp.

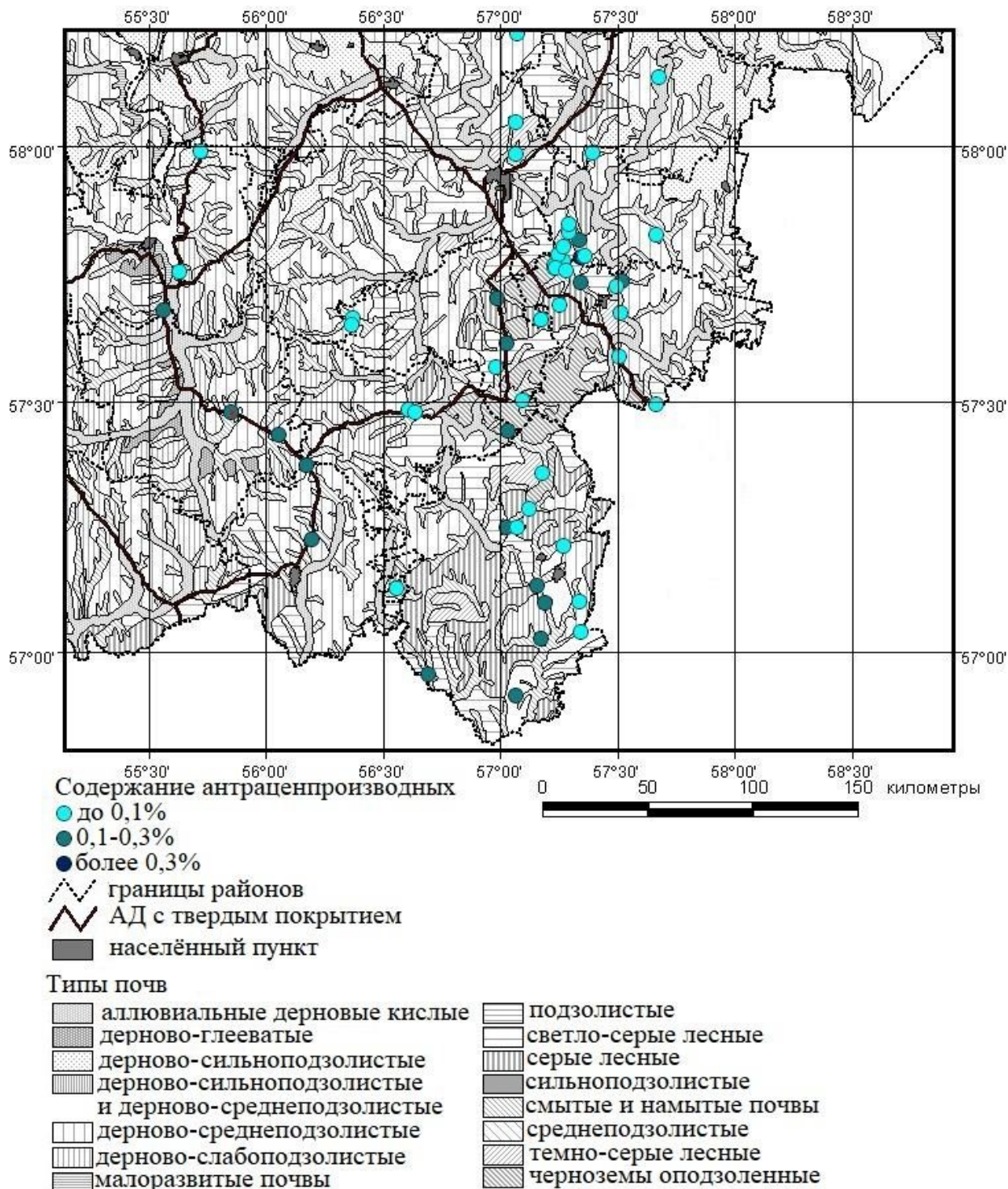


Рис. 6. Фитохимическая карта содержания антраценпроизводных в траве зверобоя
 Fig. 6. Phytochemical map of anthracenes amount in *Hypericum sp.*

ВЫВОДЫ

В результате полевого этапа исследований изучены места и особенности произрастания травы зверобоя, рассчитаны основные ресурсоведческие показатели, на основе которых вычислен возможный объем ежегодной заготовки травы зверобоя в

исследуемых районах Пермского края. Далее проведен сбор и заготовка образцов с территории 13 районов Пермского края, а также дальнейший фитохимический анализ образцов в соответствии с фармакопейными методиками. Для визуализации результатов исследования разработаны электронные тематические карты. Определены наиболее перспективные для заготовки лекарственного растительного сырья районы.

В рамках программ рационального природопользования для пищевых компаний-производителей, а также индивидуальных предпринимателей-заготовителей возможна заготовка травы зверобоя на территории 11 районов Пермского края: Октябрьского, Очерского, Большесосновского, Чернушинского, Бардымского, Уинского, Ординского, Кунгурского, Суксунского, Кишертского, Березовского. При этом максимальное значение возможного объема ежегодной заготовки обнаружено в Октябрьском районе (2,79 т).

В связи с государственными программами по импортозамещению для фармацевтических компаний особенно интересна заготовка сырья, которое соответствует основным фармакопейным показателям качества. Контроль качества заготовленных образцов показывает, что большинство заготовленных образцов травы зверобоя соответствуют требованиям нормативной документации по показателю золы общей, что свидетельствует об отсутствии критических количеств минеральных веществ в заготавливаемом сырье и благоприятной экологической обстановке. Для производителей противовоспалительных, анальгетических, антибактериальных, спазмолитических, желчегонных, диуретических препаратов интересно сырье, содержащее большое количество флавоноидов. Такие образцы отмечены на территории Очерского, Суксунского и Кишертского районов; значительное содержание флавоноидов выявлено в Октябрьском и Ординском районах. Для достижения необходимой степени проявления антисептических, противовоспалительных и бактерицидных свойств лекарственных средств необходимо определенное содержание антраценпроизводных в используемом сырье. Так, допустимое содержание антраценпроизводных отмечено в образцах травы зверобоя из Очерского, Кишертского и Уинского районов.

Создание электронного картографического материала с использованием возможностей ГИС позволяет наглядно представить ресурсоведческую и фитохимическую информацию о растительных ресурсах; существует возможность дополнять и актуализировать информацию, что способствует формированию комплексного представления о лекарственной флоре и возможностях заготовки сырья на территории исследуемого региона. Полученные данные могут быть использованы не только производителями лекарственных фитопрепаратов и биологически активных добавок, но и производителями пищевой продукции и фиточаев. Это отличная возможность для развития Пермского края. Для создания комплексного представления о состоянии лекарственной флоры Пермского края и расширения списка возможных районов заготовки исследования продолжаются и в настоящее время.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность ФГБОУ ВО ПГФА Минздрава России и ГИС-центру ФГАОУ ВО ПГНИУ.

ACKNOWLEDGEMENTS

We express our gratitude and deep appreciation to the Perm State Pharmaceutical Academy and the GIS Center of Perm State University.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гравель И.В. Необходимость оценки безопасности лекарственного растительного сырья по содержанию экотоксикантов. Вестник Научного центра экспертизы средств медицинского применения, 2012. № 2. С. 37–39.

Ефремов А.А., Шаталина Н.В., Стрижева Е.Н., Первышина Г.Г. Влияние экологических факторов на химический состав некоторых дикорастущих растений Красноярского края. Химия растительного сырья, 2002. № 3. С.53–56.

Жукова А.А., Ивлиева Н.Г. Применение функциональных возможностей ArcGIS при интеграции пространственных данных. Огарев-Online, 2022. № 4 (173). С. 1–9.

Зайцева Е.Н., Куркин В.А., Дубищев А.В., Правдивцева О.Е., Зимина Л.Н. Препараты на основе травы зверобоя как средства коррекции экскреторной функции почек. Известия Самарского научного центра РАН, 2011. № 1 (8). С.1999–2002.

Каликина И.Ю., Турьшев А.Ю. Использование ГИС для рациональной заготовки лекарственного растительного сырья на территории Пермского края. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация, 2022. № 3. С. 83–90.

Каликина И.Ю., Турьшев А.Ю., Курицын А.В. Использование ГИС для анализа лекарственной флоры регионов России (на примере Пермского края). ИнтерКарто. ИнтерГИС, 2022. Т. 28. № 2. С. 321–331. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-321-331.

Котова Т.В. Геоинформационные исследования и картографирование растительности (дайджест по материалам конференции ИнтерКарто. ИнтерГИС. 1994–2020). Геоботаническое картографирование, 2020. С. 78–98. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-4-26-60-72.

Налимова Н.В., Ефейкина Н.Б. Содержание биологически активных веществ в *Nuregicum perforatum* и фармакотерапевтическое действие препаратов на его основе (обзор). Acta Medica Eurasica (Медицинский вестник Евразии), 2019. № 3. С. 24–36.

Смылова О.Ю., Башлыков Т.В., Осипова И.В., Лакомова Д.В. Особенности мониторинга пространственного развития России с использованием геоинформационных систем. Международный научно-исследовательский журнал, 2020. № 6–4 (96). С. 98–102.

Sudhakar Reddy. Applications of GIS in plant taxonomy, species distribution and ecology, 2018. No. 41. P. 95–106.

Wu J., Li X., Huang L., Meng X., Hu H., Luo L., Chen S. A new GIS model for ecologically suitable distributions of medicinal plants. Chinese Medicine, 2019. No. 14. DOI: 10.1186/s13020-019-0226-0.

REFERENCES

Efremov A.A., Shatalina N.V., Strizhova E. N., Pervyshina G.G. The influence of environmental factors on the chemical composition of some wild plants of the Krasnoyarsk Territory. Chemistry of plant raw materials, 2002. No. 3. P. 53–56 (in Russian).

Gravel I.V. Necessity for safety evaluation of medicinal herbs by contents of ecotoxicants. The Bulletin of the Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products, 2012. No. 2. P. 37–39 (in Russian).

Kalikina I.Yu., Turyshev A.Yu. The use of GIS for rational procurement of medicinal plant raw materials on the territory of the Perm Region. Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy, 2022. No. 3. P. 83–90 (in Russian).

- Kalikina I.Yu., Turyshev A.Yu., Kuritsyn A.V.* The use of GIS for the medicinal flora analysis of Russian Regions (on the Perm Region example) InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: MSU, Faculty of Geography, 2022. V. 28. Part 2. P. 321–331 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-321-331.
- Kotova T.V.* Geoinformation research and vegetation mapping (digest based on the proceedings of the InterCarto. InterGIS conference. 1994–2020). Geobotanical mapping, 2020. P. 78–98 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2020-4-26-60-72.
- Nalimova N.V., Efeikina N.B.* The content of biologically active substances in *Hypericum perforatum* and the pharmacotherapeutic effect of drugs based on it (review). Acta Medica Eurasica, 2019. No. 3. P. 24–36 (in Russian).
- Smyslova O.Y., Bashlykov T.V., Osipova I.V., Lakomova D.V.* Monitoring features of the spatial development of Russia using geoinformation systems. International Research Journal, 2020. No. 6–4 (96). P. 98–102 (in Russian).
- Sudhakar Reddy.* Applications of GIS in plant taxonomy, species distribution and ecology, 2018. No. 41. P. 95–106.
- Wu J., Li X., Huang L., Meng X., Hu H., Luo L., Chen S.* A new GIS model for ecologically suitable distributions of medicinal plants. Chinese Medicine, 2019. No. 14. DOI: 10.1186/s13020-019-0226-0.
- Zaitseva E.N., Kurkin V.A., Dubishchev A.V., Pravdivtseva O.E., Zimina L.N.* Preparations based on St. John's wort herb as a means of correcting excretory kidney function. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2011. No. 1(8). P. 1999–2002 (in Russian).
- Zhukova A.A., Ivlieva N.G.* Usage of functionality ArcGIS to integration spatial data. Ogarev-Online, 2022. No. 4 (173). P. 1–9 (in Russian).
-