

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ МЕДОНОСНЫХ УГОДИЙ

^{1,2}**И.Д. Самсонова**, доктор биологических наук, профессор

³**А.А. Плахова**, доктор биологических наук, профессор

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

²Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Уфа, Россия

³Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: isamsonova18@mail.ru

Ключевые слова: инновационные методы, анализ флоры, медоносные ресурсы, медовый запас, содержание сахара в нектаре, пыльцевой анализ, современные технологии GPS, дроны, радиочастотные идентификаторы, метод экспоненциального сбора нектара, высокоэффективная жидкостная хроматография.

Реферат. Представлен информационный обзор инновационных методов оценки ресурсов медоносных угодий. Отмечены актуальность и проблемы их использования. Показаны альтернативные методы определения ресурсного потенциала медоносных угодий. Описаны научные методики выявления медоносных растений: изучение растительности, анализ химического состава меда и его свойств, применение дронов для съемки медоносных угодий, использование искусственного интеллекта для обработки больших объемов данных о медоносных угодьях. Наибольшую распространенность в настоящее время имеет использование технологий GPS (глобальной позиционной системы), которые позволяют проводить точное геопространственное картографирование медоносных угодий. Выявление медоносных растений для улучшения кормовой базы проводится разными методами: флористическим анализом растительности, анализом пыльцы, информационным анализом растительности, наблюдением за поведением пчел в ульях. Приведены новые методы определения медовых запасов угодий, интенсивности цветения медоносов: сбора проб нектара, содержания сахара в нектаре, которые помогают собирать данные о нектарной продуктивности и качестве нектара с большей точностью и эффективностью. Широко используются метки RFID для производства и управления медовыми запасами, контроля состояния ульев, определения производительности пчелосемей. Благодаря прогрессу в области технологий и научных исследований существует множество новых подходов, которые позволяют более точно и эффективно выбирать ресурсные аспекты медоносных угодий.

MODERN METHODS OF ASSESSING THE RESOURCES OF HONEYLANDS

^{1,2}**I.D. Samsonova**, Doctor of Biological Sciences, Professor

³**A.A. Plakhova**, Doctor of Biological Sciences, Professor

¹St. Petersburg State Forestry University, named after S.M. Kirov, St. Petersburg, Russia

²Bashkir State Pedagogical University named after: M. Akmully, Ufa, Russia

³Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: isamsonova18@mail.ru

Keywords: innovative methods, flora analysis, honey-bearing resources, honey stock, sugar content in nectar, pollen analysis, modern GPS technologies, drones, radio frequency identifiers, exponential nectar collection method, high-performance liquid chromatography.

Abstract: An information review of innovative methods for assessing the resources of honey-bearing lands is presented. The relevance and problems of their use are noted. Alternative strategies for determining the resource potential of honey-bearing lands are shown. Scientific methods of identifying honey plants are described: the study of vegetation, analysis of the chemical composition of honey and its properties, the use of drones to survey honey grounds, and the use of artificial intelligence to process large amounts of data about honey grounds. GPS (global positioning system) technologies, which allow accurate geospatial mapping of homelands, are currently the most widespread. The identification of honey plants to improve the food supply is carried out by various methods: floral analysis of vegetation, pollen analysis, informational analysis of vegetation, and observation of the behaviour

of bees in hives. New techniques for determining the land's honey reserves and the flowering intensity of honey plants are presented: collecting nectar samples and sugar content in nectar, which helps collect data on nectar productivity and nectar quality with greater accuracy and efficiency. RFID tags are widely used for producing and managing honey stocks, monitoring the condition of hives, and determining bee colonies' productivity. Thanks to advances in technology and scientific research, many new approaches allow for more accurate and efficient selection of resource aspects of honey lands.

Пчелы играют ключевую роль в увеличении урожая и качества продукции в растениеводстве [1–3]. Медоносные угодья являются источником питания для пчел [4], поэтому изучение и оценка ресурса вторичного медоносного угодья позволяют определить доступность пищевых ресурсов для пчел и разработать эффективные меры по сохранению пчелопопуляции [5].

Изменения в окружающей среде, в частности изменения климата [6, 7], использование земель, агрохимические воздействия и другие факторы оказывают влияние на потенциал ресурсов медоносных угодий [8, 9].

Использование новых методов исследования ресурсов медоносных угодий может потребовать специализированной экспертизы и решения сложных технологических задач. Это, например, методы молекулярной биологии, дистанционного зондирования, географических информационных систем (ГИС) и другие перспективные подходы с использованием специализированного оборудования, программного обеспечения и знаний в области анализа данных.

Медоносные угодья могут быть неоднородными в силу широкого разнообразия растений, их фенологической стадии и доступности ресурсов. Инновационные методы оценки могут столкнуться с трудностями при учете этой неоднородности и достаточной репрезентативности образцов или данных.

Инновационные методы оценки ресурсов медоносных угодий еще не так широко распространены, что может ограничить наличие сравнимых значений или значений временных рядов, затруднить учет итоговых изменений в источниках медоносных угодий и выявление тенденций.

Медоносные угодья подвержены воздействию природных процессов, таких как климатические изменения, экологические бедствия, биологичность взаимодействия и др. Это может создать сложность в оценке ресурсов ме-

доносных угодий с использованием методов обнаружения, так как процессы могут быть изменчивыми.

Существует несколько методов определения ресурсного потенциала медоносных угодий.

Изучение растительности и ее состава может помочь определить потенциал медоносных угодий. В качестве индикаторов медоносности можно использовать наличие определенных видов медоносных растений, которые привлекают пчел для сбора нектара и пыльцы [10, 11].

Контингент медоносов выясняется путем ботанического обследования района с накоплением гербарного материала. Выявляются и заносятся в списки не только медоносы в прямом смысле слова, т. е. нектароносы, но и все растения, дающие пыльцу (пергоносы). Ботаническое обследование ведется сплошным методом, но наблюдатель обязан особо отмечать те растения, которые встречаются сообществами, или если рассеянно, то в массовом количестве [12, 13].

Современные технологии GPS позволяют проводить точное геопространственное картографирование медоносных угодий. Это может помочь определить размер, форму и местоположение угодий, а также собрать информацию о сезонных изменениях и показателях производительности [14].

Картографирование является одним из основных методов изучения ареалов растений. Представление об ареале растений, установление ареалов растений нескольких видов становится возможным только после их картографического изображения. Одним из наиболее распространенных методов картографирования ареала является фиксация на карте всех пунктов местонахождения вида. Разными условными знаками могут быть выделены местонахождения, известные по литературным данным, материалам гербарных сборов, по новым находкам, что позволяет судить, меняются ли площадь и форма ареала со временем.

Анализ химического состава меда и его свойств также может помочь определить потенциал медоносных угодий. Химический анализ меда может выявить содержание различных микроэлементов и питательных веществ, которые могут быть связаны с определенными растениями и почвенными условиями [15, 16].

Например, мед падевый по сравнению с цветочным содержит большее количество олигосахаридов, а также трисахаридов, таких как мелицитоза и рафиноза. В падевом и цветочном меде установлено соответственно: мальтозы – 2,48 и 2,03; туранозы – 2,1 и 1,58; трегалозы – 0,74 и 0,18; мелицитозы – 4,23 и 1,5; рафинозы – 0,35 и 0,11 мг/г. Для трех монофлерных медов установлены особые нормативные требования, которые отражены в ГОСТ 31766-2012 Меды монофлерные. Технические условия [17].

Дроны могут использоваться для съемки медоносных угодий, что позволяет получить высококачественные изображения и видео. Это может помочь определить плотность растительности, размеры и формы угодий, а также другие факторы, которые могут влиять на производительность [18,19]. На снимках хорошо видны поляны, пожары, порубки в тайге, просеки и дороги. По снимкам легко подбирать маршруты обследования, составлять план кочевок пасек и создания пчеловодческих ферм. Таким образом, будет обследована огромная территория, где можно получать мед [20].

С помощью искусственного интеллекта можно обрабатывать большие объемы данных о медоносных угодьях и анализировать их. Это может помочь определить связь между различными факторами, такими как почвенные и климатические условия, состав растительности и производительность медоносных угодий.

Например, компьютерная программа «Пчелка» используется как пасечный дневник, где указываются погодные условия, календарь цветения растений, состояние пчелиных семей, в том числе в зимовке; компьютерные программы CooRecorder и CBeeWing позволяют проводить морфологические измерения пчел [21].

Выявление медоносных растений для улучшения кормовой базы пчеловодства может проводиться с применением различных методик.

Флористический анализ заключается в изучении растительности на территории, где находится пасека. При этом определяются наличие и количество медоносных растений, их биологические и агротехнические свойства, период цветения и т.д. Пчеловод выявляет основные медоносы своей местности и из года в год записывает сроки их зацветания и отцветания. По этим данным составляется календарь цветения медоносов, с помощью которого можно приблизительно ориентироваться в сроках наступления медосбора с того или иного растения, заранее знать безвзяточные периоды и т. д. [22–26].

Различают несколько способов геоботанических исследований: 1) маршрутный – рекогносцировочный проводится с целью выявления основных закономерностей распределения растительности конкретного региона; 2) детально-маршрутный даёт более полную характеристику растительности; 3) стационарные работы проводятся на небольших постоянных пробных площадках в течение длительного времени.

Маршрутный метод заключается в следующем. Намечают очередность посещения тех или иных угодий. При этом отдельные угодья, занимающие большие площади и неоднородные по рельефу местности, видовому составу растений, закустаренности, в свою очередь, подразделяют на типичные участки. Так, общий массив леса для удобства и большей точности обследования делят на участки с преобладанием или зарослями ивы, сосны или липы и т. д. На лугах выделяют площади с преобладанием в травостое какого-либо медоноса, закустаренные луга, вырубki, участки, подвергшиеся заболачиванию, и пр. Записывают примерные границы каждого участка по имеющимся на карте и местности ориентирам (строения, дороги, водные преграды, отдельные деревья и пр.). После этого приступают к количественному учету медоносов на каждом участке в отдельности. Пригодные места для освоения можно получить из данных гидрометеорологических и геоботанических справочников и путем личных наблюдений в процессе полевых (экспедиционных) исследований.

Учет травянистой растительности, лесных полей проводят закладкой пробных площадок вокруг пасек в радиусе 3 км. Для этой цели используют квадратную рамку со сторонами

100 х 100 см, изготовленную из деревянных планок. Участок обследуют по диагонали, через каждые 100–200 шагов кладут на землю рамку и глазомерно оценивают процент участия в травянистой растительности каждого вида медоноса. Для этого всю массу растений принимают за 100 % и вычисляют процент каждого вида. По соотношению растений в травостое определяют растения, доля которых в травостое значительна. Общий запас медопродуктивности устанавливают путем умножения медопродуктивности одного гектара на площадь сгоревшей и вырубленной тайги.

Определение площади, занимаемой древесными и кустарниковыми медоносными растениями, проводят путем подсчета по диагонали на участках лесного массива площадью 10 м² количества медоносных и немедоносных деревьев и кустарников. Такие подсчеты проводят в 20 пунктах, взятых через равные промежутки. Затем вычисляют площадь, занимаемую различными медоносами в данном лесном массиве. На основе этих учетов вычисляют процентное соотношение деревьев разных пород и площадь, занятую каждой из них [27, 28].

Классический метод оценки медоносной значимости какой-либо территории (региона) заключается в определении потенциальных запасов меда и ранжировании регионов по объему потенциальных запасов: чем больше потенциальных запасов, тем большую значимость представляет регион с точки зрения пчеловодства. Для расчета потенциальных запасов меда умножают площадь искомого региона на среднюю медовую продуктивность. Если медоносная база состоит из разных медоносных растений и угодий, то сначала определяют запасы меда по отдельным типам медоносных угодий и затем результат суммируют. При оценке территории с точки зрения медовой ценности следует учитывать как медопродуктивность, так и размеры территории.

В качестве критерия медовой ценности региона В. Н. Кулаков [29] предлагает критериальный коэффициент, который численно равен произведению запасов меда на квадрат медопродуктивности. Критериальный коэффициент заключается в том, что большее его значение означает большую ценность региона с точки зрения пчеловодства. Методика определения

ценности региона на основе критериального коэффициента: определение потенциального запаса меда регионов; определение средней медовой продуктивности 1 га для каждого из исследуемых регионов путем деления объема потенциальных запасов меда на площадь соответствующего региона; расчет критериального коэффициента для исследуемых территорий.

Пыльцевой анализ основывается на анализе пыльцы, собранной пчелами. Изучаются состав и количество пыльцы различных растений, благодаря чему можно выявить медоносные растения на территории пасеки [30].

Изучение обножек может проводиться по методу проф. В. Н. Андреева. По этому методу необходимо производить планомерный сбор обножек с пчел, возвращающихся в улей, и по составу обножек устанавливать посещенные пчелами растения [12]. По методике Г.П. Чекрыга [31] для исследований используют смешанные образцы пыльцевой обножки, полученные от нескольких пчелосемей. Образцы пыльцевой обножки отбирают из пыльцеуловителей. Из полифлёрных образцов пыльцевой обножки отбирают навески по 10 г, каждую делят механически по цветовой гамме и характеризуют по количеству цветовых оттенков (по полифлёрности). Обножку каждого цвета взвешивают на электронных лабораторных весах ВК-600 и определяют процентную долю монофлёрной обножки в полифлёрном образце.

Не все растения нектаро-пыльценосного сообщества важны для сбора нектара и пыльцы. Из нескольких десятков или сотен цветущих растений, входящих в состав сообщества, лишь относительно немногие виды или группы имеют определенное значение, обусловленное востребованностью их продукции.

Наряду с этим следует изучать относительное количество различных видов перги в тех ее запасах, которые сложены в сотах. Параллельно нужно производить исследование образцов меда на встречающиеся в них остатки пыльцы [12].

Информационный анализ основывается на изучении информации о растительности на территории, в том числе наличии мест с особо ценными медоносами. Эта информация может быть получена из различных источников, таких как научные статьи, каталоги растений и т.д.

Площади медоносных растений определяют по данным Министерства сельского хозяйства РФ, Министерства природных ресурсов и экологии РФ, Лесного и Земельного фонда РФ (Лесной фонд РФ – Федеральное агентство лесного хозяйства ФГУП «Рослесинфорг»). Кроме того, могут быть собраны, проанализированы и обобщены различные отчетно-статистические материалы, содержащие информацию о медоносных угодьях и медоносных породах всех субъектов РФ [32, 33].

Наблюдения за пчелами заключаются в наблюдении за поведением пчел на ульях, которые расположены вблизи потенциальных мест с медоносами [34]. Если прилетающие пчелы падают на прилетную доску, имеют раздутое брюшко, которое как бы волочат за собой, продвигаясь к летку, то рабочие пчелы нагружены. Часто такие пчелы падают на прилетную доску и траву у летка и отдыхают, совершая быстрые дыхательные движения брюшком. Если рабочие пчелы не падают на прилетную доску, а опускаются легко, точно к летку, брюшко держат несколько кверху, то нагрузка пчел небольшая. Число вылетов за день каждой пчелы – сборщицы нектара зависит от интенсивности нектаровыделения медоносных растений и других условий [35].

Если пчелы активно собирают нектар и пыльцу с определенных растений, это может свидетельствовать о том, что данные растения являются медоносными [34].

Каждый из перечисленных методов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор метода зависит от целей и возможностей исследования.

Современные технологии GPS (глобальной позиционной системы) позволяют проводить точное геопространственное картографирование медоносных угодий. Это дает возможность определять точные координаты медоносных растений, проводить анализ их плотности и распределения на участке, а также оценивать доступность медоносных растений для пчел.

Для использования GPS в картографировании медоносных угодий необходимо выполнить следующие шаги:

– подготовка приборов и средств для работы с GPS, таких как GPS-приемник, ноутбук или

смартфон с соответствующим приложением и т.д.;

– определение области для картографирования. Это могут быть лесистая местность, поля, парки или другие участки, где есть медоносные растения;

– планирование маршрута для сбора данных с помощью GPS-приложения, которое позволяет оптимизировать маршрут с учетом доступных медоносных угодий;

– сбор данных о координатах медоносных растений, их плотности и распределении в процессе перемещения по маршруту с помощью GPS-приемника и соответствующего приложения;

– обработка данных с помощью специального программного обеспечения для создания геопространственных карт медоносных угодий;

– анализ данных на предмет доступности медоносных растений для пчел, определения наиболее продуктивных мест для размещения ульев, а также для планирования и оптимизации производства меда.

Использование GPS-технологий для картографирования медоносных угодий позволяет значительно улучшить точность и эффективность оценки медовой продуктивности, что может способствовать повышению качества и количества произведенного меда.

В качестве примера можно привести следующую ситуацию: при применении в растениеводстве пестицидов высоких классов опасности ежегодно происходит массовая гибель медоносных пчел. Это приводит к снижению урожайности растений, недостатку меда и пчелопродуктов. Применение GPS-технологий помогает пчеловодам найти самые медоносные места, где не используют химическую обработку растений, и сохранить пчел.

Существует несколько новых **методов определения количества меда, медовых запасов угодий**.

Несущая способность ульев. Специальные датчики в улье могут измерять изменение массы тела пчел до и после сбора меда, и на основе этой информации можно оценивать количество собранного меда. Метод является относительно точным и позволяет контролировать динамику запасов меда в угодьях во времени.

При этом методе может использоваться контрольный улей с пчелиной семьей, в котором определяется количество нектара, принесенного пчелами за день, и осуществляется контроль за снижением массы улья в безнектарный период. Со дня выставки пчел и до уборки ульев в зимовник каждый вечер (по окончании лета пчел) контрольный улей взвешивают (с точностью до 100 г). Показания записывают в дневник, где отмечают также все изменения массы контрольного улья при работе с пчелиной семьей. Существенное увеличение привесов контрольного улья свидетельствует о начале главного медосбора, а их снижение – о его завершении. По окончании медосбора по данным дневника подсчитывают сумму привесов контрольного улья и по полученным результатам определяют продуктивность пчелиной семьи и всей пасеки. Для большей наглядности хода медосбора вычерчивают диаграмму показаний контрольного улья. Сопоставление диаграмм за несколько лет позволяет судить о характере медосбора, устанавливать, с каких медоносных растений получают основное количество товарного меда, определять безмедосборные периоды и в соответствии с этим осуществлять прогнозирование медосбора, планировать вывоз пчел на медосбор и опыление [13].

Существует еще один вариант определения медовых продуктивных качеств пчел – посредством учета нагрузки медового зобика. Для этого взвешивают 30 вылетающих и 30 прилетающих пчел. По разнице в массе пчел определяют количество нектара, которое пчелы приносили с поля. Массу особей определяют на электронных весах [35].

Одним из примеров применения цифровых технологий в области пчеловодства является применение «умного улья». С его помощью получают необходимые данные с датчиков улья, позволяющие в любой момент времени определить причину тревожности пчел, вовремя среагировать и принять нужные меры. Принцип работ «умного улья» заключается в следующем. Основной контроллер через определенные промежутки времени «опрашивает» подключенные к нему через переходную плату датчики, расположенные на корпусе улья; при помощи сотовой связи, по технологии NB-IoT, контроллер отправляет данные на сервер базы

данных, в которых аккумулируется информация, полученная с датчиков; сервер базы данных имеет визуализированный интерфейс, при помощи которого можно увидеть эти параметры в виде таблицы. Используемые датчики: давления и температуры для измерения атмосферного давления и температуры окружающей среды; влажности и температуры для измерения влажности и температуры в улье; звука – позволяет получить сигнал на выходе, соответствующий уровню его громкости в любой промежуток времени; дождя – представляет собой чувствительный модуль, который реагирует на жидкость; наклона и переворота. Таким образом, своевременно получая оповещение о наличии угрозы, пчеловод оперативно предпринимает необходимые меры по ее ликвидации.

Использование радиочастотных идентификаторов (RFID). Это позволяет определить количество пчел, возвращающихся в улей с нектаром и пыльцой, и оценить активность угодий. Этот метод может быть использован для наблюдения за активностью пчел на различных участках и определения их производительности [36–39].

Использование дронов и сенсорной техники. Анализ данных, собранных с их помощью, может помочь оценить потенциал медоносности угодий и определить запасы меда на основе обнаружения цветения и наличия цветков.

Использование генетических методов. Методы молекулярной генетики, такие как ДНК-анализ нектара и пыльцы, могут быть использованы для определения источника нектара, собранного пчелами. Оценивают запасы меда на основе их распространения и обилия в этой местности [40, 41].

Тепловизионные камеры могут помочь развить активность пчел на угодьях и оценить их продуктивность.

Оценка содержания сахара в нектаре. Пчеловоды могут собирать нектар с цветущих растений и анализировать содержание в нем сахара, чтобы оценить его качество и количество и таким образом определить медовый запас на угодьях.

Фактическую нектарность у растений с открытыми нектарниками определяют методом смывания. Преимущество этого метода заключается в том, что он дает возможность

взять пробу быстро с большого числа цветков. Химический анализ может быть проведен в более свободное время. У растений с закрытыми нектарниками содержание сахара определяют методом микрокапилляров. Метод микробу-мажек был описан А. Ф. Губиным. Указанные методы имеют общий недостаток – трудоемкость. Тем не менее они позволяют выявить динамику нектропродуктивности цветка по мере его роста.

После выявления нектропродуктивности цветка определяют количество нектара на той или иной площади. С этой целью уточняют число цветков на одном растении, а затем на 1 га. Общая нектаропродуктивность местности будет равна произведению количества цветков медоносов на 1 га, количества нектара в цветке и числа растений. Если увеличить запас сахара в нектаре на 20%, то можно получить медовую продуктивность 1 га медоносов [42].

Использование меток на пчелах. Меченые пчелы затем могут быть отловлены и подсчитаны в улье или на угодье, чтобы оценить количество пчел, посетивших угодье и собравших мед. Мечение пчел проводят лаком с помощью тонкой кисточки или применяют особые наклейки (опалитки).

Определение интенсивности цветения медоносов, т. е. количества цветков, доступных пчелам для сбора нектара и пыльцы, может быть выполнено с использованием различных методов и инструментов.

Полевые наблюдения – это самый простой и доступный метод определения степени цветения медоносов. Он включает наблюдение за наличием и количеством цветущих растений на территории в течение определенного периода времени.

При научном изучении цветения медоносных растений выделяют сезонные и суточные периоды цветения. По характеру цветения медоносные растения можно разделить на несколько групп: цветущие утром, в полдень, утром и вечером, в течение всего дня. При этом одни растения выделяют нектар только короткое время, непосредственно после распускания, другие дают нектар в течение нескольких дней после распускания листа. Одни растения дают за день ряд постепенно расцветающих цветков, другие же – сразу цветущую массу.

При наблюдении цветения пользуются методом пробных площадок, т. е. производят наблюдение на определенном участке той или другой величины. Так, например, можно учитывать энергию цветения медоносов на площадках в 1 м² [12].

Наблюдения за посещением цветковых растений насекомыми в полевых условиях требуют определенной внимательности и много времени. Зная, что основой привлечения насекомых к посещению цветков, в первую очередь, является пищевая потребность, можно понять не только их выбор, но и поведение, определяющие по времени поиск и сбор нектара или пыльцы на цветках разного строения. При определении видовой принадлежности покрытосеменных растений важно учитывать как признаки вегетативных, так и генеративных органов растений [31].

Фотографический мониторинг позволяет фиксировать цветение медоносных растений и оценивать его перспективы с помощью сравнения фотографий, сделанных в разные периоды времени.

Современные технические средства – достижения электронной техники существенно расширили возможности осуществления фотосъемки растений естественной флоры непосредственно в природной среде. Фотографии можно делать с помощью обычных фотокамер или даже смартфонов. В последнее время все большее распространение среди ботанических атласов-определителей занимают именно цветные фотоиллюстрированные справочные издания. Фотография работ применяется в научных исследованиях и в производстве [24, 43].

Анализ пыльцы – исследование пыльцы, собранной с медоносных растений, – может быть использован для определения особенностей цветения. Пчелы собирают пыльцу во время посещения цветков, и ее анализ может помочь в учете количества и видов растений, которые посещают пчелы.

Если в меде несколько видов пыльцевых зерен, то каждый вид подсчитывают отдельно, уточняя процентный состав каждого. Такой мед называется полифлерным. Его обозначают как цветочный сборный и называют по месту сбора: лесной, луговой, горный. Если в меде не менее 75 % одного вида пыльцы, а остальные 25 %

приходится на другие, то такой мед считается монофлерным. Монофлерный мед определяют по виду основного растения-нектароноса: липовый, подсолнечниковый, гречишный, эспарцетовый. Цвет пыльцевых зерен варьирует от бело-кремового до темно-синего в зависимости от ботанического происхождения. Пигменты, определяющие эту окраску, – каротиноиды и флавоноиды. Даже в одном семействе пыльцевая обножка различается по цвету и форме [44, 45].

Затем проводят исследование морфологического строения (микроскопирование) пыльцевых зерен как собранной обножки, так и из пыльцевых мешков цветков, собранных с растений [31]. Для идентификации пыльцевых зерен пользуются атласами пыльцевых зерен, составленных трудами Н. И. Кривцова, А. П. Савина и др. [26], А. Н. Бурмистрова, В. А. Никитиной [46], И. В. Карпович, Е. С. Дребезгиной и др. [47].

При ботанической идентификации медов неотъемлемой частью также является информация о пыльцевых зернах медоносных растений (ГОСТ 31766-2012 Меды монофлерные. Технические условия).

Использование автоматических систем мониторинга позволяет получать непрерывные данные о частоте цветения медоносов.

Существуют также специальные инструменты – спектрофотометры для оценки интенсивности цветения медоносов на основании определения физико-химических параметров, таких как фотосинтетическая активность растений или концентрация нектара в цветках.

Существует несколько новых методов *сбора проб нектара*, которые помогают получать данные о нектарной продуктивности и качестве нектара с большой точностью и эффективностью.

Метод микроэкстракции основан на использовании микроэкстрактора, который позволяет собирать очень маленькие объемы нектара (от 1 до 10 мкл). Микроэкстрактор включает в себя тонкую капиллярную трубку, которая вводится в цветок и впрыскивает туда небольшое количество растворителя, чтобы извлечь нектар. Этот метод является неинвазивным и не повреждает цветок, что позволяет повторять эксперименты на одном и том же цветке [48].

Метод экспоненциального сбора нектара основан на использовании гидрогелевой пленки, которая поглощает нектар и расширяется в размерах. Чем больше пленка растягивается, тем больше объем нектара, который можно собрать. Для этого гидрогелевая пленка размещается на поверхности цветка, и в процессе экспоненциального роста пленки собирается нектар [49].

Метод использования электронного языка основан на распознавании химических соединений в нектаре. Датчик электронного языка погружается в нектар и измеряет изменение электрического потенциала, вызванного химическими соединениями. Этот метод позволяет собирать данные о составе нектара и идентифицировать цветки с наилучшим качеством нектара [50].

Дроны для сбора проб нектара используются в удаленных районах, где доступ к цветкам ограничен. Для этого дрон оснащается съемным контейнером, который предназначен для сбора проб нектара с цветков во время полета.

Эти новые методы сбора проб нектара позволяют улучшить точность и эффективность измерения нектарной продуктивности и качества нектара.

Метод экспоненциального сбора нектара в улье предполагает использование специальных улучшенных ульев, разработанных с целью увеличения производства нектара и выявления риска проявления среди пчел инфекционных заболеваний.

Суть метода экспоненциального сбора нектара заключается в том, что пчелы возвращаются в улей, где происходит сбор нектара, и тут же выгружают его, не задерживаясь на переработку. Вместо этого они незамедлительно отправляются обратно на сбор нектара. Таким образом, пчелы максимально сосредотачиваются на сборе нектара, а не тратят время и энергию на его обработку и хранение в улье.

Для реализации улучшенного экспоненциального сбора нектара используются специальные ульи, включающие в себя дополнительные соты для быстрой выгрузки нектара. Такие ульи могут быть оборудованы системой автоматического сбора нектара, построенной как трубки или трубопроводы, которые позволяют пчелам

передавать нектар сразу из своих желудков в хранилище улья.

Метод экспоненциального сбора нектара может увеличить производительность пчелиного улья, так как пчелы используют меньше времени в улье, освобождая больше времени на сбор нектара. Однако этот метод также имеет свои ограничения и требует специальных навыков у пчеловодов для его реализации.

Для *определения содержания сахара в нектаре* можно использовать несколько методов анализа.

Рефрактометрия – это метод, основанный на измерении изменения показателя преломления света при прохождении через раствор. Для определения содержания сахара в нектаре небольшое количество нектара растворяется в воде, а показатель преломления измеряется с использованием рефрактометра. Изменение показателя преломления связано с концентрацией сахара в растворе, и по калибровочным кривым или таблице можно определить содержание сахара в нектаре [51, 52].

При методе поляриметрии нектар подвергается гидролизу, чтобы сахара превращались в моносахара, а затем используется поляриметр для измерения внешней поляризации света, прошедшего через раствор. Изменение спектральной поляризации также связано с концентрацией сахара в растворе, и по калибровочному кривым или таблице можно определить содержание сахара в нектаре [53].

Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) – это метод анализа, который позволяет разделять и определять компоненты смесей на основе их физико-химических свойств и взаимодействий со стационарной и мобильной фазой.

ВЭЖХ является точным и чувствительным методом анализа, который широко применяется в лабораторных условиях для определения содержания сахаров и других компонентов различных образцов, включая нектар.

Технология радиочастотных идентификаторов (RFID) может быть использована для определения количества меда, накопленного пчелами в улье, на основе меток RFID, установленных на улье или на сотах, где пчелы хранят мед. Метки могут быть в виде маленьких электронных устройств, содержащих микрочипы и антенны. Считыватели RFID установлены рядом с ульем или сотами и могут быть подключены к компьютеру или другому устройству для считывания информации с меток. Считыватели настроены на выявление радиочастот, на которых работают метки RFID. Когда пчелы проходят мимо считывателей с установленными метками RFID, данные считываются и записываются в базу данных. Эти данные содержат информацию о времени и дате, когда метка была считана, идентификатор метки. Собранные данные могут быть проанализированы для определения медового запаса угодий.

Мы привели лишь несколько примеров новых методов определения ресурсного потенциала медоносных угодий. Благодаря прогрессу в области технологий и научных исследований появляется множество новых подходов, которые позволяют более точно и с меньшими трудозатратами исследовать ресурсные аспекты медоносных угодий. Развитие современных технологий приводит к разработке новых методов наблюдения и оценки медоносных угодий, которые могут использоваться пчеловодами в условиях производства для повышения эффективности отрасли пчеловодства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савин А. П. Нектаропродуктивность донника // Пчеловодство. – 2003. – № 9. – С. 13–15.
2. Самсонова И. Д. Нектаропродуктивность донника желтого // Пчеловодство. – 2011. – № 7. – С. 22–23.
3. Сафиуллин Р. Ф., Савин А. П. Оптимизация структуры посевных площадей с учетом развития пчеловодства // Пчеловодство. – 2010. – № 5. – С. 13–15.
4. Кашиковский В. Г. Содержание и разведение медоносных пчел *Apis mellifera* L.. – СПб.: Наука. С.-Петербург. фил., 2021. – 423 с.
5. Саттаров В. Н. Численность популяции медоносной пчелы в лесостепной и степной зонах Башкортостана // Пчеловодство. – 2009. – № 6. – С. 13–15.
6. Земскова Н. Е., Мельникова Е. Н., Саттаров В. Н. Влияние изменения климата на медоносный конвейер // Пчеловодство. – 2022. – № 10. – С. 16–17.

7. Улугов О. П., Шарипов А., Самтаров В. Н. Влияние опасных последствий изменения климата на пчелиные семьи // XII Ломоносовские чтения: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Дню таджикской науки и 30-летию установления дипломатических отношений между Республикой Таджикистан и Российской Федерацией / Фил. Моск. гос. ун-та им. М. В. Ломоносова в г. Душанбе. – Душанбе, 2022. – С. 359–363.
8. *Distribution, Characteristics and Ecological Role of Protective Forest Belts in Silistra Municipality, North-eastern Bulgaria* / Vassilev K.V., Assenov A.I., Veleв N.I. [et al.] // *Ecologia Balcanica*. – 2019. – Vol. 11, Is. 1. – P. 191–204.
9. Szczurek A., Maciejewska M., Batog P. Monitoring System Enhancing the Potential of Urban Beekeeping // *Applied Sciences*. – 2023. – Vol. 13 (1). – P. 597. – <https://doi.org/10.3390/app13010597>.
10. Самсонова И. Д., До В. Т., Плахова А. А. Оценка медоносных растений березняков и ресурсный потенциал лесных угодий для медосбора Ленинградской области: монография. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2021. – 198 с.
11. Кадастровая оценка медоносных ресурсов горнолесной зоны Республики Башкортостан / Р. Р. Хисамов, Р. Г. Фархутдинов, Р. К. Ташбулатов, А. А. Кулагин // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2014. – № 2. – С. 41–49.
12. Глухов М. М. Медоносные растения. – М.: Колос, 1974. – 304 с.
13. Бутов А. Г., Зотов В. А., Калинин И. М. Пчела медоносная *Apis mellifera* L.: энциклопедия – М.: Московские учебники и картолитография, 2005. – 480 с.
14. Алексеев А. С., Черниковский Д. М. Оценка жизненного состояния древостоев на основе материалов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) и коротковолнового вегетационного индекса SWVI // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы VI Всерос. науч.-техн. конф. – СПб., 2021. – С. 19–22.
15. Чудаков В. Г. Технология продуктов пчеловодства. – М.: Колос, 1979. – 160 с.
16. Осинцева Л. А. Технология, стандартизация, показатели качества и безопасности продукции пчеловодства. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020. – 409 с.
17. Гранзон М. Э. Что мы знаем о меде? – Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1991. – 12 с.
18. Новый метод определения таксационных характеристик насаждений по снимкам сверхвысокого разрешения с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) / А. С. Алексеев, А. А. Никифоров, А. А. Михайлова, М. Р. Вагизов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2016. – № 215. – С. 6–18.
19. Опыт применения беспилотного летательного аппарата DJI Air 2S для формирования данных геоинформационного моделирования / А. Г. Булгакова, М. Р. Вагизов, Д. И. Елисеев, Р. Б. Борисов // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2022. – № 2(42). – С. 72–77.
20. Кашиковский В. Г., Плахова А. А. Резервы производства экологически безопасной продукции пчеловодства в России // Современные проблемы производства и переработки продуктов животноводства: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию биол.-технол. фак. НГАУ. – Новосибирск, 2011. – С. 83–84.
21. Патицев А. Ю. Компьютерная программа «Пчела-1,0» // Пчеловодство. – 2003. – № 1. – С. 15–16.
22. Фундаментальные методы исследований в пчеловодстве и их результаты / В. Н. Самтаров, И. Д. Самсонова, И. А. Морев, Р. А. Ильясов. – Уфа: БГПУ им. М. Акмуллы, 2023. – 183 с.
23. Дикорастущие и культурные растения Новосибирской области в ландшафтной архитектуре / С. Х. Вышегуров, Е. В. Дымина, Н. В. Пономаренко [и др.]. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2017. – 388 с.
24. Бирюля Н. М., Богомолов К. В. Медоносные, лекарственные, декоративные растения естественной флоры Сибири, Урала и европейской части России. – Рязань: Обл. тип., 2017. – Т. 1. – 352 с.
25. Пономарева Е. Г. Кормовая база пчеловодства и опыление сельскохозяйственных растений. – М.: Колос, 1980. – 256 с.
26. Медоносные растения европейской части России и их пыльца / Н. И. Кривцов, А. П. Савин, С. С. Сокольский [и др.]. – Рязань-Рыбное: ФГОУ ВПО РГАУ, ГНУ НИИП, 2009. – 328 с.
27. Комаров П. М., Глухов А. Ф. Пчеловодство. – М.: Сельхозгиз, 1937. – 784 с.

28. Каишковский В. Г., Плахова А. А. О методике определения медовых запасов // Пчеловодство. – 2013. – № 10. – С. 18–19.
29. Кулаков В. Н. Оценка медовой значимости регионов Российской Федерации (методика). – М.: Тип. Россельхозакадемии, 2012. – 10 с.
30. Плахова А. А. Индивидуальные различия у пчелиных семей по сбору обножки // Пчеловодство. – 2007. – № 1. – С. 48–49.
31. Чекрыга Г. П., Плахова А. А. Характеристика основных медоносов Западной Сибири по пыльцевой обножке, собранной *Apis mellifera*: монография. – Новосибирск: Арел, 2018. – 156 с.
32. Кулаков В. Н. Медоносные ресурсы и перспективы развития пчеловодства Российской Федерации: автореф. дис..... д-р биол. наук. – М., 2012. – 44 с.
33. Кулаков В. Н. Структура медоносной базы Российской Федерации // Пчеловодство. – 2012. – № 3. – С. 31–32.
34. Самсонова И. Д., Плахова А. А. Зональные особенности биоэкологических свойств и медовой продуктивности видов семейства *Onagraceae* Juss. // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (63). – С. 97–103. – DOI: 10.31677/2072-6724-2021-59-2-149-155.
35. Плахова А. А. Освоение северных районов Западной Сибири для производства экологически безопасной продукции пчеловодства: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Владикавказ, 2019. – 27 с.
36. Orbán L. L., Plowright C. M. Radio Frequency Identification and motion-sensitive video efficiently automate recording of unrewarded choice behavior by bumblebees // J Vis Exp. – 2014. – Nov, Vol. 15:(93). – P. 52033. – DOI: 10.3791/52033; PMID: 25489677; PMCID: PMC4354050.
37. Barlow S. E., O'Neill M. A. Technological advances in fields studies of pollinator ecology and the future of e-ecology // Curr Opin Insect Sci. – 2020. – Apr; Vol. 38. – P. 15–25. – DOI: 10.1016/j.cois.2020.01.008. Epub 2020 Jan 28; PMID: 32086017.
38. Бармаз С., Поттс С. Г., Виги М. Новый метод оценки рисков для опылителей от средств защиты растений с использованием медоносных пчел в качестве модельного вида // Экотоксикология. – 2010. – № 19. – С. 1347–1359. – <https://doi.org/10.1007/s10646-010-0521-0>.
39. Rahimi E., Barghjelveh S. Dong P. Estimating landscape structure effects on pollination for management of agricultural landscapes // Ecol Process. – 2021. – Vol. 10. – P. 59. – <https://doi.org/10.1186/s13717-021-00331-3>.
40. Ильясов Р. А., Поскряков А. В., Николенко А. Г. Современные методы оценки таксономической принадлежности семей пчел // Экологическая генетика. – 2017. – Т. 15, № 4. – С. 41–51. <https://doi.org/10.17816/ecogen15441-51>.
41. Локальные популяции *Apis mellifera mellifera* L. на Урале / Р. А. Ильясов, А. В. Поскряков, А. В. Петухов, А. Г. Николенко // Генетика. – 2007. – Т. 43, № 6. – С. 855–858. – <https://doi.org/10.1134/S1022795407060166>.
42. Пчеловодство / Н. И. Кривцов, Р. Б. Козин, В. И. Лебедев, В. И. Масленникова – СПб.: Лань, 2010. – 448 с.
43. Каишковский В. Г. Содержание и разведение медоносных пчел *Apis mellifera* L. – Киев: Книгоноша, 2019. – 424 с.
44. Ecology and biological resources of melliferous plants in the Vasyugan Plain and their importance for the Arctic belt / V.G. Kashkovskii, A.A. Plakhova, I.V. Moruzi [et al.] // Advances in Animal and Veterinary Sciences. – 2019. – Vol. 7, Special Issue 1. – P. 50–59.
45. Каишковский В. Г. Содержание и разведение медоносных пчел *Apis mellifera* L. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2018. – 414 с.
46. Бурмистров А. Н., Никитина В. А. Медоносные растения и их пыльца. – М.: Госагропромиздат, 1990. – 192 с.
47. Атлас пыльцевых зерен (Pollen atlas) / И. В. Карпович, Е. С. Дребезгина, Е. Н. Еловикова [и др.]. – Екатеринбург: Уральский рабочий, 2015. – 318 с.
48. Aguirre A., Dirzo R. Effects of fragmentation on pollinator abundance and fruit set of an abundant understory palm in a Mexican tropical forest // Biol Conserv. – 2008. – Vol. 141(2). – P. 375–384.
49. Distance from forest edge affects bee pollinators in oilseed rape fields / S. Bailey, F. Requier, B. Nusillard [et al.] // Ecol Evol. – 2014. – Vol. 4 (4). – P. 370–380.

50. *Temperate agroforestry systems and insect pollinators: a review* / G. Bentrup, J. Hopwood, N. L. Adamson, M. Vaughan // *Forests*. – 2019. – Vol. 10(11). – P. 981.
51. Самсонова И. Д., Самтаров В. Н. Ресурсный потенциал угодий для медосбора степного Придонья. – Воронеж, 2021. – 210 с.
52. Каишковский В. Г., Чекрыга Г. П., Плахова А. А. Мед и оценка его качества. – Новосибирск: Новосибир. гос. аграр. ун-т, 2012. – 35 с.
53. *Impact of forest fragments on bee visits and fruit set in rain-fed and irrigated coffee agro-forests* / V. Boreux, S. Krishnan, K. G. Cheppudira, J. Ghazoul // *Agric Ecosyst Environ.* – 2013. – Vol. 172. – P. 42–48.
54. *Bravo-Monroy L., Tzanopoulos J., Potts S. G. Ecological and social drivers of coffee pollination in Santander, Colombia* // *Agric Ecosyst Environ.* – 2015. – Vol. 211. – P. 145–154.

REFERENCES

1. Savin A.P., *Pchelovodstvo*, 2003, No. 9, pp. 13–15. (In Russ.)
2. Samsonova I.D., *Pchelovodstvo*, 2011, No. 7, pp. 22–23. (In Russ.)
3. Safiullin R.F., Savin A.P., *Pchelovodstvo*, 2010, No. 5, pp. 13–15. (In Russ.)
4. Kashkovskij V.G., *Soderzhanie i razvedenie medonosnyh pchel Apis mellifera L.* (Maintenance and breeding of honey bees *Apis mellifera L.*), Saint-Petersburg: Sankt-Peterburgskij filial FGUP «Izd-vo nauka», 2021, 423 p.
5. Cattarov V.N., *Pchelovodstvo*, 2009, No. 6, pp. 13–15. (In Russ.)
6. Zemskova N.E., Mel'nikova E.N., Sattarov V.N., *Pchelovodstvo*, 2022, No. 10, pp. 16–17. (In Russ.)
7. Ulugov O.P., Sharipov A., Sattarov V.N., *XII Lomonosovskie chtenija* (XII Lomonosov readings), Materials of the International Scientific and Practical Conference, Dushanbe, 2022, pp. 359–363. (In Russ.)
8. Vassilev K.V., Assenov A.I., Velez N.I., Grigorov B.G., Borissova B.B., Distribution, Characteristics and Ecological Role of Protective Forest Belts in Silistra Municipality, Northeastern Bulgaria, *Ecologia Balcanica*, 2019, Vol. 11, Issue 1, pp. 191–204.
9. Szczurek A., Maciejewska M., Batog P., Monitoring System Enhancing the Potential of Urban Beekeeping, *Applied Sciences*, 2023, Vol. 13 (1), pp. 597, <https://doi.org/10.3390/app13010597>.
10. Samsonova I.D., Do V.T., Plahova A.A., *Ocenka medonosnyh rastenij bereznjakov i resursnyj potencial lesnyh ugodij dlja medosbora Leningradskoj oblasti* (Assessment of honey-bearing plants of birch forests and the resource potential of forest lands for the honey collection of the Leningrad region), Novosibirsk: Zolotoj kolos, 2021, 198 p.
11. Hisamov R.R., Farhutdinov R.G., Tashbulatov R.K., Kulagin A.A., *Vestnik Udmurtskogo universiteta*, 2014, No. 2, pp. 41–49. (In Russ.)
12. Gluhov M.M., *Medonosnye rastenija* (Honey plants), Moscow: Kolos, 1974, 304 p.
13. Butov A. G., Zotov V. A., Kalinichenko I. M., *Jenciklopedija Pchela medonosnaja Apis mellifera L.* (Encyclopedia Honey bee *Apis mellifera L.*), Moscow: OAO «Moskovskie uchebniki i Kartolitografija», 2005, 480 p.
14. Alekseev A. S., Chernihovskij D. M., *Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovanie. Materialy VI Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii* (Forests of Russia: politics, industry, science, education. Materials of the VI All-Russian Scientific and Technical Conference.), Sankt-Peterburg, 2021, pp. 19–22. (In Russ.)
15. Chudakov V. G., *Tehnologija produktov pchelovodstva* (Technology of bee product, Moscow: Kolos, 1979, 160 p.
16. Osinceva L. A., *Tehnologija, standartizacija, pokazateli kachestva i bezopasnosti produkcii pchelovodstva* (Technology, standardization, quality and safety indicators of beekeeping products), Novosibirsk: IC NGAU «Zolotoj kolos», 2020, 409 p.
17. Grancon M. Je., *Chto my znaem o mede?* (What do we know about honey?), Novosibirsk: Zap.-Sib. kn. izd-vo, 1991, 12 p.
18. Alekseev A. S., Nikiforov A. A., Mihajlova A. A., Vagizov M. R., *Izvestija Sankt-Peterburgskoj lesotehnicheskoy akademii*, 2016, No. 215, pp. 6–18. (In Russ.)
19. Bulgakova A. G., Vagizov M. R., Eliseev D. I., Borisov R. B., *Informacionnye tehnologii i sistemy: upravlenie, jekonomika, transport, parvo*, 2022, No. 2 (42), pp. 72–77. (In Russ.)

20. Kashkovskij V. G., Plahova A. A., *Sovremennye problemy proizvodstva i pererabotki produktov zhivotnovodstva* (Modern problems of production and processing of animal products), materials of the III inter-scientific-practical conference dedicated to the 75th anniversary of biol.-tech. faculty of NGAU, Novosibirsk, 2011, pp. 83–84. (In Russ.)
21. Papichev A. Ju. *Pchelovodstvo*, 2003, No. 1, pp. 15–16. (In Russ.)
22. Sattarov V. N., Samsonova I. D., Morev I. A., Il'jasov R. A. *Fundamental'nye metody issledovanij v pchelovodstve i ih rezul'taty* (Fundamental research methods in beekeeping and their results), Ufa: BGPU im. M. Akmully. – 2023, 183 p.
23. Vyshegurov S. H., Dymina E. V., Ponomarenko N. V., Ovchinnikova L. V., *Dikorastushhie i kul'turnye rastenija Novosibirskoj oblasti v landshaftnoj arhitekture* (Wild and cultivated plants of the Novosibirsk region in landscape architecture), Novosibirsk: IC NGAU «Zolotoj kolos», 2017, 388 p.
24. Birjulja N. M., Bogomolov K. V., *Medonosnye, lekarstvennye, dekorativnye rastenija estestvennoj flory Sibiri, Urala i evropejskoj chasti Rossii* (Honey-bearing, medicinal, ornamental plants of the natural flora of Siberia, the Urals and the European part of Russia), Ryazan: Obl. tip, 2017, T. 1, 352 p.
25. Ponomareva E. G., *Kormovaja baza pchelovodstva i opylenie sel'skohozjajstvennyh rastenij* (Fodder base of beekeeping and pollination of agricultural plants), Moscow: Kolos, 1980, 256 p.
26. Krivcov N. I., Savin A. P., Sokol'skij S. S., Polevova S. V., Bilash N. G., Dokukin Ju. V., *Medonosnye rastenija evropejskoj chasti Rossii i ih pyl'ca* (Honey plants of the European part of Russia and their pollen), Ryazan-Rybnoye: FGOU VPO RGATU, GNU NIIP, 2009, 328 p.
27. Komarov P. M., Gluhov A. F., *Pchelovodstvo* (Beekeeping), Moscow: Sel'hozgiz, 1937, 784 p.
28. Kashkovskij V. G., Plahova A. A., *Pchelovodstvo*, 2013, No. 10, pp. 18–19. (In Russ.)
29. Kulakov V. N., *Ocenka medovoj znachimosti regionov Rossijskoj Federacii* (Assessment of the honey significance of the regions of the Russian Federation), Moscow: tipografija Rossel'hozakademii, 2012, 10 p.
30. Plahova A. A., *Pchelovodstvo*, 2007, No. 1, pp. 48–49. (In Russ.)
31. Chekryga G. P., Plahova A. A., *Harakteristika osnovnyh medonosov Zapadnoj Sibiri po pyl'cevoj obnozhki, sobrannoj Apis mellifera* (Characteristics of the main honey plants of Western Siberia by pollen collected by *Apis mellifera*), Novosibirsk: OOO «Areal», 2018, 156 p.
32. Kulakov V. N., *Medonosnye resursy i perspektivy razvitija pchelovodstva Rossijskoj Federacii* (), avtoref. dis.... dok. biol. Nauk, Moscow, 2012, 44 p.
33. Kulakov V. N., *Pchelovodstvo*, 2012, No. 3, pp. 31–32. (In Russ.)
34. Samsonova I. D., Plahova A. A., *Vestnik NGAU (Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta)*, 2022, No. 2 (63), pp. 97–103, DOI: 10.31677/2072-6724-2021-59-2-149-155. (In Russ.)
35. Plahova A. A., *Osvoenie severnyh rajonov Zapadnoj Sibiri dlja proizvodstva jekologicheski bezopasnoj produkcii pchelovodstva* (), Vladikavkaz, 2019, 27 p.
36. Orbán L.L., Plowright C.M., Radio Frequency Identification and motion-sensitive video efficiently automate recording of unrewarded choice behavior by bumblebees, *J Vis Exp*, 2014, Nov, Vol. 15 (93), pp. 52033, DOI: 10.3791/52033.
37. Barlow S.E., O'Neill M.A., Technological advances in field studies of pollinator ecology and the future of e-ecology, *Curr Opin Insect Sci*, 2020, Apr, Vol. 38, pp.15–25, DOI: 10.1016/j.cois.2020.01.008.
38. Barmaz S., Potts S.G., Vigi M., *Jekotoksikologija*, 2010, Vol. 19, pp. 1347–1359, <https://doi.org/10.1007/s10646-010-0521-0>. (In Russ.)
39. Rahimi E., Barghjelveh S., Dong P., Estimating landscape structure effects on pollination for management of agricultural landscapes, *Ecol Process*, 2021, Vol. 10, pp. 59, <https://doi.org/10.1186/s13717-021-00331-3>.
40. Il'jasov R. A., Poskrjakov A. V., Nikolenko A. G., *Jekologicheskaja genetika*, 2017, T. 15, No. 4, pp. 41–51, <https://doi.org/10.17816/ecogen15441-51>. (In Russ.)
41. Il'jasov R. A., Poskrjakov A. V., Petuhov A. V., Nikolenko A. G., *Genetika*, 2007, T. 43, No. 6, pp. 855–858, <https://doi.org/10.1134/S1022795407>. (In Russ.)
42. Krivcov N. I., Kozin R. B., Lebedev V. I., Maslennikova V. I., *Pchelovodstvo* (Beekeeping), Saint-Petersburg: Lan', 2010, 448 p.
43. Kashkovskij V. G., *Soderzhanie i razvedenie medonosnyh pchel Apis mellifera L.* (Maintenance and breeding of honey bees *Apis mellifera* L.), Kiev: Knigonosha, 2019, 424 p.

44. Kashkovskii V. G., Plakhova A. A., Moruzi I.V., Tokarev V. S., Kropachev D. V., Ecology and biological resources of melliferous plants in the Vasyugan Plain and their importance for the Arctic belt, *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 2019, Vol. 7, Special Issue 1, pp. 50–59.
45. Kashkovskij V. G., *Soderzhanie i razvedenie medonosnyh pchel Apis mellifera* L. (Maintenance and breeding of honey bees *Apis mellifera* L.), Novosibirsk: Pечатnoe izdatel'stvo Agro-Sibir', 2018, 414 p.
46. Burmistrov A. N., Nikitina V. A., *Medonosnye rastenija i ih pyl'ca* (Honey plants and their pollen), Moscow: Gosagropromizdat, 1990, 192 p.
47. Karpovich I. V., Drebezgina E. S., Elovikova E. N., Legotkina G. I., *Atlas pyl'cevyh zeren (Pollen atlas)* (Atlas of pollen grains (Pollen atlas)), Ekaterinburg: Ural'skij rabochij, 2015, 318 p.
48. Aguirre A., Dirzo R., Effects of fragmentation on pollinator abundance and fruit set of an abundant understory palm in a Mexican tropical forest, *Biol Conserv*, 2008, Vol. 141 (2), pp. 375–384.
49. Bailey S., Requier F., Nusillard B., Roberts S.P., Potts S.G., Bouget C., Distance from forest edge affects bee pollinators in oilseed rape fields, *Ecol Evol*, 2014, Vol. 4 (4), pp. 370–380.
50. Bentrup G., Hopwood J., Adamson N.L., Vaughan M., Temperate agroforestry systems and insect pollinators: a review, *Forests*, 2019, Vol. 10 (11), pp. 981.
51. Samsonova I. D., Sattarov V. N., Ресурсный потенциал угодий для медосбора степного Придонья Voronezh, 2021, pp. 210. (In Russ.)
52. Kashkovskij V. G., Chekryga G. P. Plakhova A. A., *Med i ocenka ego kachestva* (Honey and its quality assessment), Novosibirsk: Novosib. gos. agrar. un-t, 2012, 35 p.
53. Boreux V., Krishnan S., Cheppudira K.G., Ghazoul J., Impact of forest fragments on bee visits and fruit set in rain-fed and irrigated coffee agro-forests, *Agric Ecosyst Environ*, 2013, Vol. 172, – pp. 42–48.
54. Bravo-Monroy L., Tzanopoulos J., Potts S.G., Ecological and social drivers of coffee pollination in Santander, Colombia, *Agric Ecosyst Environ*, 2015, 211, pp.145–154.