

Перспективы применения растений рода *Psoralea* в медицине, фармации и в качестве сельхозсырья

Степанова Элеонора Федоровна

Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал Ф.Б.У ВО ВолгГМУ Минздрава России
Адрес: 3573352, г. Пятигорск, пр. Калинина, д. 11
E-mail: e.f.stepanova@mail.ru

Ярковой Максим Андреевич

ФГБОУ ВО Волгоградский государственный медицинский
университет Минздрава России
Адрес: 400131, г. Волгоград, пл. Павших Борцов, д. 1
E-mail: yarkovoi2017@yandex.ru

Петров Александр Юрьевич

ФГБОУ ВО Уральский государственный медицинский
университет Минздрава России
Адрес: 620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 3
E-mail: uniitmp@yandex.ru

Струсовская Ольга Геннадьевна

ФГБОУ ВО Волгоградский государственный медицинский
университет Минздрава России
Адрес: 400131, г. Волгоград пл. Павших Борцов, д. 1
E-mail: Strol3@yandex.ru

Обзорная статья включает литературные сведения за последние десять лет о растениях рода *Psoralea*, семейства бобовые (*Fabaceae* (*Liguminosae*)), которое насчитывает около 500 родов, входит в число крупнейших семейств цветковых растений и занимает третье место после *Orchidaceae* и *Asteraceae*. В настоящее время род *Psoralea* включает по разным сведениям от 105 до 130 видов. Несмотря на то, что некоторые виды ядовиты, растения рода *Psoralea* можно использовать в качестве пищевого продукта. Пищевой потенциал заключается, в основном, в значительном содержании в корнях некоторых видов растений крахмала (более 70%). Измельченные корни применяют для выпечки хлеба, кондитерских изделий, приготовления супов и каш. Из листьев и молодых побегов готовят прохладительные тонизирующие напитки или используют как заменитель чая. Из корней и стеблей некоторых видов получают прочное волокно, из семян – ароматное масло. Антибактериальные свойства экстрактов растений семейства позволяют их применение в качестве консервантов, а жмых, богатый азотом и минералами, используют в качестве корма для скота или в качестве удобрений. В настоящее время в растениях рода *Psoralea* обнаружено более 291 химических соединений. Экстрактивные соединения псоралеи обладают антимикробной, эстрогенной, противоопухолевой, антиоксидантной, противомикробной, антидепрессантной, противовоспалительной, остеобластной и гепатопротекторной активностью. Применение различных частей растения эффективно в терапии астмы, экземы, диареи, при импотенции, нарушении менструального цикла и маточных кровотечениях. Исторически сложившееся, и считающееся основным, является фотосенсибилизирующее действие биологически активных соединений растений рода *Psoralea*, которое используют в терапии псориаза, лейкодермы, алопеции и лепры. Культивирование растений рода *Psoralea* затруднено неудовлетворительной всхожестью семян и высокой смертностью проростков. Альтернативным способом, позволяющим избежать перечисленных проблем, сохранить исчезающие растения рода, может стать биотехнологический метод, позволяющий не только решить задачу ускоренного производства высококачественного посадочного материала сельскохозяйственных, лесных и декоративных культур, но и проблему получения биологически активных веществ растительного происхождения для современной медицины и фармации.

Ключевые слова: *Psoralea*, *Psoralea Corylifolia*, культивирование, биотехнология

Введение

Лекарственные растения издавна применяются человечеством в терапии различных заболеваний. Аюрведа, Унани-медицина, традиционная китайская медицина, гомеопатия основаны на лечении травами. Интерес к фитотерапии возрастает с каждым годом. Фитопрепараты, в отличие от синтетических, оказывают мягкое воздействие на организм, обладают постепенно, но стойко развивающимся терапевтическим эффектом и имеют мало противопоказаний. При приеме фитопрепаратов нежелательные эффекты, случаи непереносимости, проявления лекарственной болезни встречаются в пять раз реже, чем при использовании других лекарственных средств, благодаря чему могут применяться для лечения женщин в период беременности и грудного вскармливания, и детей младшего возраста (Самбукова, Овчинников, Гананольский, Ятманов, & Шабанов, 2017). Также лекарственные средства на основе растительного сырья не вызывают привыкания, что делает возможным их продолжительное применение, особенно в терапии хронических заболеваний (Cicero & Baggioni, 2016).

Целью данного обзора является выявление ключевых областей, лежащих в основе применения растений рода *Psoralea*, поэтому было необходимо ответить на следующие исследовательские вопросы: рассмотреть характеристику и ареал распространения видов рода *Psoralea*; изучить перспективы использования в пищевой промышленности и медицине; рассмотреть вопрос получения биологически активных веществ, оценить перспективы и возможности культивирования.

Материалы и методы исследования

В обзор были включены статьи, опубликованные на русском и английском языке. Поиск был ограничен периодом с 2010 по 2020 год; дата начала соответствует времени, когда стали появляться исследования о возможности применения растений рода *Psoralea* в медицине и в качестве продукта питания. В центре внимания были статьи, опубликованные в научных журналах, прошедшие процедуру рецензирования, подтверждающую ее качество. Статьи из тематических конференций отбирались исходя из кол-ва их цитирований и в случае их обнаружения по следующим ключевым словам: *Psoralea*, application, food, medicine.

Растения рода *Psoralea*, характеристика и ареал распространения

К растениям, вызывающим наибольший интерес исследователей в настоящее время, без сомнения можно отнести род псоралея (*Psoralea*) семейства бобовые (*Fabaceae* (*Liguminosae*)), описанный К. Линнеем в 1742 году – (*Psoralea americana*) (Koul, Taak, Kumar, Kumar, & Sanyal, 2019).

Семейство *Leguminosae* насчитывает около 500 родов, входит в число крупнейших семейств цветковых растений и занимает третье место после *Orchidaceae* и *Asteraceae* (Alam, Khan, & Asad, 2018).

Род *Psoralea* широко распространен по всему миру, растения могут культивироваться и произрастать как сорные. Вместе с тем, такой вид как *P. guenzi* в настоящее время считается вымершим, а такие виды, как *P. asarina*, *P. fascicularis* и *P. glaucina* находятся под угрозой исчезновения (Koul et al., 2019).

В настоящее время род *Psoralea* включает по разным сведениям от 105 (Koul et al., 2019) до 130 видов (Li et al., 2016). Виды *Psoralea* являются родными для Америки. В Индии растение распространено как сорное. *Psoralea* произрастает в гималайских регионах Китая и Пакистана, южной части Африки (Alam et al., 2019).

Псоралея костянковая (*P. drupaceae*) – эндемичный среднеазиатско-иранский вид, занимает значительные территории на постсоветском пространстве – в республиках Средней Азии и Южном Казахстане. В Казахстане *Psoralea* широко распространена в предгорьях и низкогорьях Западного Тянь-Шаня, встречаясь на хребтах Каратау, Каржантау, Угамском и Таласском районах, в песках Моюнкумы и Кызылкумы, а также в предгорьях Чу-Илийских гор.

В Таджикистане растение обнаружено практически на всей территории сезонно кочующего летом населения, особенно на местах временных пастбищ и стоянок, в окрестностях верховьев горных массивов (Загребельным, 2018).

Использование растений рода *Psoralea* в качестве пищевого продукта

Несмотря на то, что некоторые виды ядовиты, растения рода *Psoralea* можно использовать в качестве пищевого продукта (Koul et al., 2019).

Пищевой потенциал *P. esculenta*, Pursh. (индийская репа) как культурного растения признан дав-

но. В соответствии с другими данными растение носит название «хлебный корень» или «большой индийский хлебный корень». В корнях растения содержится более 70% крахмала (Koul et al., 2019). В сравнительном аспекте рис содержит 75%, пшеница 64%, кукуруза 60%, рожь 56%, ячмень 54%, овес 43%, горох 40%, клубни картофеля 14-18% крахмала (Widmann, Goian, Ianculov, Dumbravă, & Moldovan, 2008). Во Франции даже предпринимались попытки выращивания растения в качестве заменителя картофеля (Spessard, 1988). Корни *P. esculenta* имеют сладковатый вкус репы, их употребляют в пищу в сыром и приготовленном виде, а высушенные корни измельчают и вместе со злаками используют для выпечки кондитерских изделий и для приготовления каш (Koul et al., 2019).

P. hypogaea называют маленьким индейцем, так как корень растения, богатый крахмалом, достигающий до 60 мм в длину и 15 мм в толщину был важным источником пищи коренных североамериканских индейцев (Phillips et al., 2014; Remiarz, 2017). Корнеплоды растения употребляют в сыром или вареном виде, используют для выпечки хлеба (Koul et al., 2019).

P. macrostachya (большой кожанный корень). Корни едят в сыром виде или отваривают, сушат на зиму. Из корня и стебля растения получают прочное волокно, из которого производят веревки, используют для пошива сумок. Также из корней получают желтый краситель. Листья *P. orbicularis* (кожанный корень) варят и употребляют в пищу. Из *P. Pedunculata* приготавливают горький тонизирующий напиток (Koul et al., 2019).

Из семян растений рода *Psoralea* получают ароматное масло. В Японии этанольный экстракт применяют в качестве пищевой добавки для консервирования некоторых солений. Жмых, богатый азотом и минералами, используют в качестве корма для скота или в качестве удобрений (Khushboo, Jadhav, Kadam, & Sathe, 2010).

Листья *Otholobium glandulosum* (L.) Grimes или (*P. glandulosa* L.) используются как заменитель чая. Из отваренных листьев готовят газированный напиток. Из молодых побегов – освежающий прохладительный напиток (Remiarz, 2017).

Использование в области народной медицины

Otholobium glandulosum (L.) Grimes или (*P. glandulosa* L.) культивируется в Чили. Сравнительно недавно в экстракте смолы растения были обнаружены три меротерпена: бакучиол, 3-гидроксibaкучи-

ол, 12-гидроксиизобакучиол и новое соединение кучиол, обладающие антиоксидантными свойствами. Растение используется в чилийской, перуанской и боливийской народной медицине при расстройствах пищеварения, при диарее, геморрое, для заживления; действует как глистогонное, тонизирующее и жаропонижающее средство (Remiarz, 2017). В настоящее время экстрактивные соединения смолы, выделяемой растением, изучаются как потенциальный источник противоопухолевых средств для лечения меланомы (Madrid et al., 2013; Madrid et al., 2015).

Первое фитохимическое исследование рода *Psoralea* датируется 1910 годом (Li et al., 2016), по другим сведениям изучение растения началось еще в 1890 году (Koul et al., 2019). К настоящему времени наиболее подробно изучены шесть видов *Psoralea*: *P. bituminosa* (L., син.: *Bituminaria bituminosa*), *P. canescens* (Michx.), *P. corylifolia* (L.), *P. esculenta* (Pursh.), *P. plicata* (Delile) и *P. glandulosa* (L.). В ходе проведенных исследований в растениях рода *Psoralea* было обнаружено более 291 химических соединений, которые были разделены на следующие группы: кумарины, фуранокумарины, флавоноиды (полифенолы), изофлавоны, меротерпены, халконы, фенолы, фенольные циннаматы, фенилпропен, стерины, терпены, токоферолы, бензофураны, сесквитерпены, кислоты, жирные кислоты, алкилальдегиды, спирты и сложные эфиры.

Название *Psoralea* происходит от греческого «*psoraleos*», что означает «пораженный зудом или проказой» (Koul et al., 2019). В 1933 году из *P. corylifolia* – псоралея лещинолистная (псоралея) было выделено первое чистое соединение под названием псорален (Li et al., 2016).

Широкое использование псоралеи на Востоке в качестве лекарственного средства в традиционной китайской и индийской медицине, обусловлено его «магическим воздействием» при лечении различных кожных заболеваний, таких как псориаз, лейкодерма и проказа.

Псоралея в древности получила название «Куштанашини» (Индия) – разрушитель проказы, из-за эффективности его применения в терапии данной патологии. Использование лекарственных свойств псоралеи описано в Индийском фармацевтическом кодексе, китайской (Prabha, Maheshwari, & Bajrai, 2013), британской и американской фармакопеех, а также в различных традиционных системах лекарств, таких как Аюрведа и Сиддха и Унани (Shamsi & Shamsi, 2019). Масло, получае-

мое из семян псоралеи, традиционно используют при гипопигментации кожи и псориазе. Например, при лейкодерме (витилиго) семена псоралеи, растертые в порошок, смешивают с «хараталабхасмой» (желтым мышьяком) в соотношении 4:1 и растирают с коровьей мочой. Полученную пасту наносят на очаги поражения. При чесотке, стригущем лишае и псориазе используют порошок или масло семян, которые смешивают с пахтой или вазелином. При проказе масло семян рекомендуется принимать перорально (Nabi, Shrivastava, & Dhar, 2017). Семена растения обладают антибактериальными свойствами (Borate, Khambhupati, Udgire, Paul, & Mathur, 2014).

Псоралея представляет собой прямостоящее однолетнее травянистое растение, произрастающее на песчаных, суглинистых почвах (Khushboo et al., 2010) в естественных условиях высотой до 30–60 см, в культуре – до 160 см (Khan, Kumar, Mahamood, Gawade, & Gautam (2014); Shamsi et al., 2019). Стебли многочисленные прямостоячие, ветвистые густоопушенные простыми и железистыми волосками, слегка ребристые. Листья черешковые, верхние – простые, нижние – сложные, тройчатые (Shamsi et al., 2019), с пятью основными жилками, отходящими от основания (Khushboo et al., 2010). У простых листьев к концу черешка приречен короткий, сильно опушенный черешочек, заканчивающийся маленьким листочком. Черешок менее опушен и значительно длиннее черешочка. Пластинка листа округлая, густоопушенная, усаженная с обеих сторон крупными железками, по краю крупнозубчатая, у основания цельнокрайняя. У тройчатых листьев листочки яйцевидные или округлые, средний из них крупнее боковых. Прилистники линейно-ланцетовидные, заостренные, опушенные. Соцветие пазушное одиночное – кисть, состоит из 10–30 цветков с волосистой ножкой. Семена продолговатые и уплощенные, шершавые, темно-коричневые, покрытые волосками, продолговатые, приплюснутые, 2–4 мм в длину, 2–3 мм в ширину и 1–1,5 мм в толщину, твердые, с приятным ароматным запахом. Вкус ароматный, горьковатый (Khushboo et al., 2010; Shamsi et al., 2019).

Экстрактивные соединения псоралеи обладают антимикробной (Khushboo et al., 2010; Li et al., 2016; Nabi et al., 2017) эстрогенной, противоопухолевой, антиоксидантной, противомикробной, антидепрессантной, противовоспалительной, остеобластной и гепатопротекторной активностью (Li et al., 2016; Zhang, Zhao, Wang, Lu, & Chen, 2016).

Применение различных частей растения эффективно в терапии астмы, экземы, диареи, при импотенции, нарушении менструального цикла и маточных кровотечениях (Gidwani et al., 2010; Prabha et al., 2013).

Несмотря на то, что из разных частей псоралеи выделено более 100 биологических активных соединений, внимание ученых сконцентрировано в основном, на четырех – бакучиол, псорален, изопсорален (ангелицин) и псоралидин (Koul et al., 2019). Все четыре соединения обладают выраженными антиоксидантным (Alam et al., 2018) противоопухолевым, антибактериальным и противовирусными свойствами (Shamsi et al., 2019; Prabha et al., 2013; Nabi et al., 2017; Wang, Hong, Zhou, Xu, & Qu, 2011; Jin et al., 2020), псорален и изопсорален – выраженным гепатопротекторным действием (Zhou et al., 2019).

Фотосенсибилизирующее действие фурукумаринов послужило тому, что псоралея широко применяется в современной медицине для терапии проявлений псориаза и витилиго, а также алопеции, акне и лепры (Prabha et al., 2013; Nabi et al., 2017).

Оценивая способность инактивации псораленом Arena-, Bunya-, Corona-, Filo-, Flavi- и Orthomyxoviruses на предмет их пригодности в качестве антигена в иммунологических процессах и в качестве матрицы для ПЦР с обратной транскрипцией и секвенирования K. Schneider с соавторами пришли к заключению о том, что псорален инактивирует РНК-вирусы (Schneider et al., 2015).

Активность псоралена и изопсоралена установлена в исследованиях терапии СПИД (Nabi et al., 2017). Показано, что структура псоралена может быть положена в основу лекарственных средств, возможных для лечения пациентов страдающих болезнью Альцгеймера (Koul et al., 2019).

Биологически активные вещества

Другой задачей, которую можно решить с помощью биотехнологического метода, является получение биологически-активных веществ из каллусных тканей растения. Mohammadparast, B. с соавторами (2015) установили, что максимальное количество псоралена (2601,8 мг/г свежей массы) содержится в каллусе семядолей, выращенном на среде В5 (среда Гамборга и Эвелера). Введение в питательную среду различных прекурсоров (умбеллиферон, коричная кислота и никотинамидадениндинуклеотидфосфат) увеличивает

содержание псоралена в каллусе. В ходе эксперимента было установлено, что использование коричневой кислоты в количестве 2,5 мг/л обеспечивает среднее содержание псоралена в свежем каллусе в количестве 2518,8 мг/г. Минимальное содержание псоралена было определено в каллусе из корня проростков растения (1062,0 мг/г свежей массы) (Mohammadparast, Rustaiee, Rasouli, Zardari, & Agrawal, 2015).

Выделен, клонирован и секвенирован предполагаемый ген псораленсинтазы, участвующий в синтезе псоралена (Parast, Chetri, Sharma, & Agrawal, 2011). Культура клеток обеспечивает однородный синтез вторичных метаболитов растения, содержание которых можно регулировать добавлением в питательную среду различных элиситоров. Например, (Ahmed & Baig, 2014) с этой целью использовали биотические элиситоры, приготовленные из экстракта грибов (*Aspergillus niger* и *Penicillium notatum*), дрожжевого экстракта и хитозана в различных концентрациях. В результате проведенных исследований авторы пришли к заключению о том, что в клетках, обработанных элиситором *A. niger*, содержание псоралена было в 9 раз выше, чем в контрольном образце. А обработка клеток *P. notatum*, дрожжевым экстрактом и элиситорами хитозана приводила к четырех- и к семикратному увеличению накопления фармакологически активного соединения, по сравнению с контролем (Ahmed & Baig, 2014). С этой же целью было изучено влияние метил-жасмоната и салициловой кислоты. При сравнении влияния элиситоров на выработку псоралена было установлено, что в извлечении из клеток, подвергшихся действию метил-жасмоната содержание псоралена превышает таковое в извлечении из клеток, полученных на питательной среде с добавлением салициловой кислоты -3,73 мг/мл и 0,015 мг/мл соответственно (Siva, Sivakumar, Premkumar, Kumar, & Jayabalan, 2014; Siva et al., 2015).

В последнее время многие экстракты растений были проверены на противогрибковую активность. *Psoralea corylifolia* L. (Leguminosae) показали очень значительную противогрибковую активность. Антимикробные препараты растительного происхождения – важная альтернатива, которую можно было бы лучше использовать для предотвращения биоразрушения зерна (Raveesha, 2011).

Культивирование – проблемы и решения

Культивирование псоралеи затруднено неудовлетворительной всхожестью семян и высокой смертностью проростков (Koul et al., 2019). Пытаясь

решить данную проблему, исследователи обнаружили, что механическое прокалывание покровов семян или предпосевная обработка концентрированной серной кислотой в течение 60 минут значительно увеличивают процент прорастания (Khushboo et al., 2010). Для повышения уровня всхожести семян также используют их тепловую обработку – водой при температуре 70 °C, что обеспечивает 70% всхожесть семян (Siva et al., 2014).

Проблемой культивирования псоралеи также является возможность заражения нематодами. Так, например, во время планового обследования на территории Иссапурской сельскохозяйственной фермы Национального бюро генетических ресурсов растений (Нью-Дели, Индия) была обнаружена значительная инвазия псоралеи корневыми нематодами. На участках хозяйства, выделенных под культивирование данного вида, наблюдалось распространение низкорослых, хлоротичных и увядших растений. Анализ собранных случайным образом корней и 20 образцов почвы на глубине 25 см показали высокую степень зараженности популяцией *Meloidogyne incognita* J2. Поражение корневой системы достигало 90-100% (Khan et al., 2014).

Альтернативным способом, позволяющим избежать перечисленных проблем, сохранить исчезающие растения, может стать биотехнологический метод. Микроразмножение снижает затраты, завершение жизненного цикла может быть достигнуто в заданные сроки, что снижает риск вымирания дикой популяции (Nabi et al., 2017).

Эффективный способ регенерации растений из корневых эксплантатов псоралеи предлагали еще 2002 г Chand, S., & Sahrawat, A. K. из сегментов корня растения (Chand & Sahrawat, 2002). Узловой эмбриогенный каллус был инициирован на среде Мурасиге–Скуга (МС) с добавлением α-нафталинуксусной кислоты (НУК; 2,68-13,42 мкМ) или 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (ДХФУК; 2,25-11,25 мкМ) в сочетании с 6-бензиламинопурином (БАП; 2,2 мкМ), тиамина гидрохлоридом (2,9 мкМ), L-глутамином (342,23 мкМ) и сахарозой (3,0%, мас./об.). Наибольшая частота регенерации растений (93,3%) и количество проростков были получены на среде МС, содержащей 1,34 мкМНУК и 4,4 мкМБАП. Регенерированные растения с хорошо развитой корневой системой переносили в горшки, где они активно росли, достигли зрелости и давали плодородные семена (Chand & Sahrawat, 2002).

Изучение микроразмножения растения через апикальную меристему проводили культивированием эксплантов на среде МС с добавлением

различных концентраций и комбинаций регуляторов роста растений: БАП, кинетин, НУК и тиамин в смеси с 2 мг/л глицина. Наилучшие результаты по регенерации побегов (95%) были получены на среде МС, содержащей БАП (12 мкМ) с НУК (10,0 мкМ) и кинетином (15,0 мкМ). Семядольный узел псоралеи давал множественные побеги при культивировании на среде МС, дополненной различными концентрациями БАП и кинетина. Самая высокая скорость размножения побегов была получена на питательной среде, обогащенной 2,22 мкМБАП. Регенерированные побеги укореняли на базальной среде МС с различными концентрациями БАП. Максимальное количество корней было получено на среде, содержащей 4,92 мкМБАП. Проростки, полученные таким образом, были закалены и успешно прижились в почве (Nabi et al., 2017).

Выводы

Таким образом, растения вида *Psoralea* являются ценными для дальнейшего изучения и применения как для медицины и фармации, так и в качестве пищевого продукта. Приведенные примеры свидетельствуют о востребованности растения. В то же время, сокращение естественной популяции из-за неизбирательных и несанкционированных сборов, а также разрушение среды обитания способствовало тому, что псоралея в настоящее время включена в список растений, находящихся под угрозой исчезновения (Nabi et al., 2017). Для удовлетворения растущих потребностей фармацевтической промышленности необходимо использование биотехнологического метода, позволяющего не только сохранить отдельные виды рода, но и избирательно получать природные биологически активные соединения в количествах, превышающих их содержание в дикорастущих или культивируемых растениях видах *Psoralea*.

Литература

- Загребельным, И. А. (2018). Состояние дикорастущем лекарственном и сопутствующем ей растительности в биоценозах (часть II). *Вестник Академии медицинских наук Таджикистана*, 8(3), 265-272. <https://doi.org/10.31712/2221-7355-2018-8-3-376-382>
- Самбукова, Т. В., Овчинников, Б. В., Ганапольский, В. П., Ятманов, А. Н., & Шабанов, П. Д. (2017). Перспективы использования фитопрепаратов в современной фармакологии. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*, 15(2), 56-63. <https://doi.org/10.17816/RCF15256-63>
- Ahmed, S. A., & Baig, M. M. V. (2014). Biotic elicitor enhanced production of psoralen in suspension cultures of *Psoralea corylifolia* L. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21(5), 499-504. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.12.008>
- Alam, F., Khan, G. N., & Asad, M. H. H. B. (2018). *Psoralea corylifolia* L: Ethnobotanical, biological, and chemical aspects: A review. *Phytotherapy Research*, 32(4), 597-615. <https://doi.org/10.1002/ptr.6006>
- Borate, A., Khambhupati, A., Udgire, M., Paul, D., & Mathur, S. (2014). Preliminary phytochemical studies and evaluation of antibacterial activity of *Psoralea corylifolia* seed extract. *American Journal of Phytomedicine and Clinical*, 2(1), 95-101. URL: <https://www.imedpub.com/articles/preliminary-phytochemical-studies-and-evaluation-of-antibacterial-activity-of-psoralea-corylifolia-seed-extract.pdf> (дата обращения: 13.02.2021).
- Chand, S., & Sahrawat, A. K. (2002). Somatic embryogenesis and plant regeneration from root segments of *Psoralea corylifolia* L., an endangered medicinally important plant. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 38(1), 33. <https://doi.org/10.1079/IVP2001246>
- Cicero, A. F., & Baggioni, A. (2016). Berberine and its role in chronic disease. In *Anti-inflammatory Nutraceuticals and Chronic Diseases* (pp. 27-45). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41334-1_2
- Gidwani, B., Alaspure, R. N., Duragkar, N. J., Singh, V., Rao, S. P., & Shukla, S. S. (2010). Evaluation of a novel herbal formulation in the treatment of eczema with *Psoralea corylifolia*. *Iranian Journal of Dermatology*, 13(4), 122-127.
- Jin, L., Ma, X. M., Wang, T. T., Yang, Y., Zhang, N., Zeng, N., & Zhang, Z. T. (2020). Psoralen Suppresses Cisplatin-Mediated Resistance and Induces Apoptosis of Gastric Adenocarcinoma by Disruption of the miR196a-HOXB7-HER2 Axis. *Cancer management and research*, 12, 2803-2827. <https://doi.org/10.2147/CMAR.S248094>
- Khan, Z., Kumar, A., Mahamood, M., Gawade, B., & Gautam, K. A. (2014). The root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on *Psoralea corylifolia* in India. *Nematropica*, 44(1), 81-84.
- Khushboo, P. S., Jadhav, V. M., Kadam, V. J., & Sathe, N. S. (2010). *Psoralea corylifolia* Linn.-"Kushtanashini". *Pharmacognosy Reviews*, 4(7), 69-76. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.65331>
- Koul, B., Taak, P., Kumar, A., Kumar, A., & Sanyal, I. (2019). Genus *Psoralea*: A review of the traditional and modern uses, phytochemistry and

- pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 232, 201-226. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.11.036>
- Li, C. C., Wang, T. L., Zhang, Z. Q., Yang, W. Q., Wang, Y. F., Chai, X., Wang, C.-H., & Li, Z. (2016). Phytochemical and pharmacological studies on the genus *Psoralea*: A mini review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 8108643. <https://doi.org/10.1155/2016/8108643>
- Madrid, A., Cardile, V., González, C., Montenegro, I., Villena, J., Caggia, S., Graziano, A., & Russo, A. (2015). *Psoralea glandulosa* as a potential source of anticancer agents for melanoma treatment. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(4), 7944-7959. <https://doi.org/10.3390/ijms16047944>
- Madrid, A., Espinoza, L., Mellado, M., Montenegro, I., Gonzalez, C., Santander, R., Villena, J., & Carlos, J. A. R. A. (2013). Study of the chemical composition of the resinous exudate isolated from *Psoralea glandulosa* and evaluation of the antioxidant properties of the terpenoids and the resin. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 12(4), 338-345.
- Mohammadparast, B., Rustaiee, A. R., Rasouli, M., Zardari, S., & Agrawal, V. (2015). In vitro enhancement of psoralen as an important anticancer compound in *Psoralea corylifolia* through precursor feeding. *Pharmaceutical Biology*, 53(5), 735-738. <https://doi.org/10.3109/13880209.2014.942786>
- Nabi, N. G., Shrivastava, M., & Dhar, R. S. (2017). Endangered medicinal plant *Psoralea corylifolia*: Traditional, phytochemical, therapeutic properties and micropropagation. *UK Journal of Pharmaceutical and Biosciences*, 5, 40-46. <https://doi.org/10.20510/ukjpb/5/i1/147024>
- Parast, B. M., Chetri, S. K., Sharma, K., & Agrawal, V. (2011). In vitro isolation, elicitation of psoralen in callus cultures of *Psoralea corylifolia* and cloning of psoralen synthase gene. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(10), 1138-1146. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.03.017>
- Phillips, K. M., Pehrsson, P. R., Agnew, W. W., Scheett, A. J., Follett, J. R., Lukaski, H. C., & Patterson, K. Y. (2014). Nutrient composition of selected traditional United States Northern Plains Native American plant foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 34(2), 136-152. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.02.010>
- Prabha, C., Maheshwari, D. K., & Bajpai, V. K. (2013). Diverse role of fast growing rhizobia in growth promotion and enhancement of psoralen content in *Psoralea corylifolia* L. *Pharmacognosy Magazine*, 9(36), 57-65. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.117870>
- Raveesha, K. A. (2011). Antimicrobials of Plant Origin to Prevent the Biodeterioration of Grains. *Natural Products in Plant Pest Management*, 91-108
- Remiarz, T. (2017). *Forest Gardening in Practice: An Illustrated Practical Guide for Homes, Communities & Enterprises*. Permanent Publications.
- Schneider, K., Wronka-Edwards, L., Leggett-Embrey, M., Walker, E., Sun, P., Ondov, B., Wyman, T. H., Rosovitz, M. J., Bohn, S. S., Burans, J., & Kochel, T. (2015). Psoralen inactivation of viruses: a process for the safe manipulation of viral antigen and nucleic acid. *Viruses*, 7(11), 5875-5888. <https://doi.org/10.3390/v7112912>
- Shamsi, S., & Shamsi, S. (2019). *Psoralea corylifolia* Babchi: A popular herb of Unani, Ayurvedic and Chinese system of medicine for Vitiligo. *International Journal of Herbal Medicine*, 7(4), 51-55.
- Siva, G., Sivakumar, S., Kumar, G. P., Vigneswaran, M., Vinoth, S., Selvan, A. M., Ahamed, A. P., Manivannan, K., Kumar, R. R., Thajuddin, N., Kumar, T. S., & Jayabalan, N. (2015). Optimization of elicitation condition with jasmonic acid, characterization and antimicrobial activity of psoralen from direct regenerated plants of *Psoralea corylifolia* L. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 4(4), 624-631. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2015.10.012>
- Siva, G., Sivakumar, S., Premkumar, G., Baskaran, P., Senthilkumar, T., & Jayabalan, N. (2014). Enhanced seed germination of *Psoralea corylifolia* L. by heat treatment. *World Journal of Agricultural Research*, 2(4), 151-154. <https://doi.org/10.12691/wjar-2-4-2>
- Siva, G., Sivakumar, S., Premkumar, G., Kumar, T. S., & Jayabalan, N. (2014). Enhanced production of psoralen through elicitors treatment in adventitious root culture of *Psoralea corylifolia* L. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7, 146-149.
- Spessard, L. L. (1988). *Seed-Germination Studies of Psoralea esculenta Pursh. (Indian Turnip) and Psoralea argophylla Pursh. (Silver Scurfpea)*. Transactions of the Nebraska Academy of Sciences and Affiliated Societies.
- Wang, Y., Hong, C., Zhou, C., Xu, D., & Qu, H. B. (2011). Screening antitumor compounds psoralen and isopsoralen from *Psoralea corylifolia* L. seeds. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 363052. <https://doi.org/10.1093/ecam/nen087>
- Widmann, N., Goian, M., Ianculov, I., Dumbravă, D., & Moldovan, C. (2008). Method to starch content determination from plants by specific weight. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 41(1), 814-818. URL: <http://spasb.ro/index.php/spasb/article/view/1294/1244> (дата обращения: 12.02.2021).
- Zhang, X., Zhao, W., Wang, Y., Lu, J., & Chen, X. (2016). The chemical constituents and bioactivities of *Psoralea corylifolia* Linn.: A review. *The American*

- Journal of Chinese medicine*, 44(01), 35-60. <https://doi.org/10.1142/S0192415X16500038>
- Zhou, L., Tang, J., Yang, X., Dong, H., Xiong, X., Huang, J., Zhang, L., Qin, H., & Yan, S. (2019). Five Constituents in *Psoralea corylifolia* L. Attenuate Palmitic Acid-Induced Hepatocyte Injury via Inhibiting the Protein Kinase C- α /Nicotinamide-Adenine Dinucleotide Phosphate Oxidase Pathway. *Frontiers in Pharmacology*, 10, 1589. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01589>

Prospects of Application of Plants of the Genus *Psoralea* in Medicine, Pharmacy and as Agricultural Raw Materials

Eleonora F. Stepanova

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute Branch of the Volgograd State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 11, Kalinina Ave., Pyatigorsk, 357500, Russian Federation
E-mail: efstepanova@yandex.ru

Maxim A. Yarkovoy

Volgograd State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
1, Pavshih Bortsov square, Volgograd, 400131, Russian Federation
E-mail: yarkovoi2017@yandex.ru

Alexander Yu. Petrov

Ural State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
3, Repin str., Yekaterinburg, 620028, Russian Federation
E-mail: uniitmp@yandex.ru

Olga G. Strusovskaya

Volgograd State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
1, Pavshih Bortsov square, Volgograd, 400131, Russian Federation
E-mail: strol3@yandex.ru

The review article includes literary information over the past ten years about plants of the genus *Psoralea*, the legume family (Fabaceae (Leguminosae)), which has about 500 genera, is one of the largest families of flowering plants and ranks third after Orchidaceae and Asteraceae. At present, the genus *Psoralea* includes, according to various sources, from 105 to 130 species. Although some species are poisonous, plants of the genus *Psoralea* can be used as food. The food potential is mainly in the significant content of starch in the roots of some plant species (more than 70%). Shredded roots are used for baking bread, confectionery, soups and cereals. The leaves and young shoots are used to prepare refreshing drinks or use as a tea substitute. Strong fiber is obtained from the roots and stems of some species, and aromatic oil is obtained from the seeds. The antibacterial properties of the extracts of the plants of the family allow their use as preservatives, and the cake, rich in nitrogen and minerals, is used as livestock feed or as fertilizer. Currently, more than 291 chemical compounds have been found in plants of the genus *Psoralea*. *Psoralea* extractive compounds have antimicrobial, estrogenic, antitumor, antioxidant, antimicrobial, antidepressant, anti-inflammatory, osteoblastic and hepatoprotective activity. The use of various parts of the plant is effective in the treatment of asthma, eczema, diarrhea, impotence, menstrual irregularities and uterine bleeding. Historically, and considered to be the main one, is the photosensitizing effect of biologically active compounds of plants of the genus *Psoralea*, which is used in the treatment of psoriasis, leukoderma, alopecia and leprosy. The cultivation of plants of the genus *Psoralea* is hindered by unsatisfactory seed germination and high seedling mortality. An alternative way to avoid these problems, to preserve endangered plants of the genus, can be a biotechnological method, that allows not only to solve the problem of accelerated production of high-quality planting material for agricultural, forest and ornamental crops, but also the problem of obtaining biologically active substances of plant origin for modern medicine and pharmacy.

Keywords: *Psoralea*, *Psoralea corylifolia*, cultivation, biotechnology

References

- Sambukova, T. V., Ovchinnikov, B. V., Ganapol'skii, V. P., Yatmanov, A. N., & Shabanov, P. D. (2017). Perspektivy ispol'zovaniya fitopreparatov v sovremennoi farmakologii [Prospects for phytopreparations (botanicals) use in modern pharmacology]. *Obzory po klinicheskoi farmakologii i lekarstvennoi terapii [Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy]*, 15(2), 56–63. <https://doi.org/10.17816/RCF15256-63>

- Zagrebel'nyy, I. A. (2018). Sostoyanie dikorastushchem lekarstvennom i soputstvuyushchem ei rastitel'nosti v biotsenozakh (chast' II) [State of wild medicinal and accompanying vegetation in biocenoses (part II)]. *Vestnik Akademii meditsinskiykh nauk Tadzhikistana [Bulletin of the Academy of Medical Sciences of Tajikistan]*, 8(3), 265–272. <https://doi.org/10.31712/2221-7355-2018-8-3-376-382>
- Ahmed, S. A., & Baig, M. M. V. (2014). Biotic elicitor enhanced production of psoralen in suspension cultures of *Psoralea corylifolia* L. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21(5), 499–504. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.12.008>
- Alam, F., Khan, G. N., & Asad, M. H. H. B. (2018). *Psoralea corylifolia* L: Ethnobotanical, biological, and chemical aspects: A review. *Phytotherapy Research*, 32(4), 597–615. <https://doi.org/10.1002/ptr.6006>
- Borate, A., Khambhupati, A., Udgire, M., Paul, D., & Mathur, S. (2014). Preliminary phytochemical studies and evaluation of antibacterial activity of *Psoralea corylifolia* seed extract. *American Journal of Phytomedicine and Clinical*, 2(1), 95–101. URL: <https://www.imedpub.com/articles/preliminary-phytochemical-studies-andevaluation-of-antibacterial-activity-ofpsoralea-corylifolia-seed-extract.pdf> (accessed: 13.02.2021).
- Chand, S., & Sahrawat, A. K. (2002). Somatic embryogenesis and plant regeneration from root segments of *Psoralea corylifolia* L., an endangered medicinally important plant. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 38(1), 33. <https://doi.org/10.1079/IVP2001246>
- Cicero, A. F., & Baggioni, A. (2016). Berberine and its role in chronic disease. In *Anti-inflammatory Nutraceuticals and Chronic Diseases* (pp. 27–45). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41334-1_2
- Gidwani, B., Alaspure, R. N., Duragkar, N. J., Singh, V., Rao, S. P., & Shukla, S. S. (2010). Evaluation of a novel herbal formulation in the treatment of eczema with *Psoralea corylifolia*. *Iranian Journal of Dermatology*, 13(4), 122–127.
- Jin, L., Ma, X. M., Wang, T. T., Yang, Y., Zhang, N., Zeng, N., & Zhang, Z. T. (2020). Psoralen Suppresses Cisplatin-Mediated Resistance and Induces Apoptosis of Gastric Adenocarcinoma by Disruption of the miR196a-HOXB7-HER2 Axis. *Cancer management and research*, 12, 2803–2827. <https://doi.org/10.2147/CMAR.S248094>
- Khan, Z., Kumar, A., Mahamood, M., Gawade, B., & Gautam, K. A. (2014). The root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on *Psoralea corylifolia* in India. *Nematropica*, 44(1), 81–84.
- Khushboo, P. S., Jadhav, V. M., Kadam, V. J., & Sathe, N. S. (2010). *Psoralea corylifolia* Linn. “Kushtanashini”. *Pharmacognosy reviews*, 4(7), 69–76. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.65331>
- Koul, B., Taak, P., Kumar, A., Kumar, A., & Sanyal, I. (2019). Genus *Psoralea*: A review of the traditional and modern uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of ethnopharmacology*, 232, 201–226. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.11.036>
- Li, C. C., Wang, T. L., Zhang, Z. Q., Yang, W. Q., Wang, Y. F., Chai, X., Wang, C.-H., & Li, Z. (2016). Phytochemical and pharmacological studies on the genus *Psoralea*: A mini review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 8108643. <https://doi.org/10.1155/2016/8108643>
- Madrid, A., Cardile, V., González, C., Montenegro, I., Villena, J., Caggia, S., Graziano, A., & Russo, A. (2015). *Psoralea glandulosa* as a potential source of anticancer agents for melanoma treatment. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(4), 7944–7959. <https://doi.org/10.3390/ijms16047944>
- Madrid, A., Espinoza, L., Mellado, M., Montenegro, I., Gonzalez, C., Santander, R., Villena, J., & Carlos, J. A. R. A. (2013). Study of the chemical composition of the resinous exudate isolated from *Psoralea glandulosa* and evaluation of the antioxidant properties of the terpenoids and the resin. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 12(4), 338–345.
- Mohammadparast, B., Rustaiee, A. R., Rasouli, M., Zardari, S., & Agrawal, V. (2015). In vitro enhancement of psoralen as an important anticancer compound in *Psoralea corylifolia* through precursor feeding. *Pharmaceutical Biology*, 53(5), 735–738. <https://doi.org/10.3109/13880209.2014.942786>
- Nabi, N. G., Shrivastava, M., & Dhar, R. S. (2017). Endangered medicinal plant *Psoralea corylifolia*: Traditional, phytochemical, therapeutic properties and micropropagation. *UK Journal of Pharmaceutical and Biosciences*, 5, 40–46. <https://doi.org/10.20510/ukjpb/5/i1/147024>
- Parast, B. M., Chetri, S. K., Sharma, K., & Agrawal, V. (2011). In vitro isolation, elicitation of psoralen in callus cultures of *Psoralea corylifolia* and cloning of psoralen synthase gene. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(10), 1138–1146. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.03.017>
- Phillips, K. M., Pehrsson, P. R., Agnew, W. W., Scheett, A. J., Follett, J. R., Lukaski, H. C., & Patterson, K. Y. (2014). Nutrient composition of selected traditional United States Northern Plains Native American plant foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 34(2), 136–152. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.02.010>
- Prabha, C., Maheshwari, D. K., & Bajpai, V. K. (2013). Diverse role of fast growing rhizobia in growth promotion and enhancement of psoralen content in *Psoralea corylifolia* L. *Pharmacognosy mag-*

- azine, 9(36), 57–65. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.117870>
- Raveesha, K. A. (2011). Antimicrobials of Plant Origin to Prevent the Biodeterioration of Grains. *Natural Products in Plant Pest Management*, 91–108
- Remiarz, T. (2017). *Forest Gardening in Practice: An Illustrated Practical Guide for Homes, Communities & Enterprises*. Permanent Publications.
- Schneider, K., Wronka-Edwards, L., Leggett-Embrey, M., Walker, E., Sun, P., Ondov, B., Wyman, T. H., Rosovitz, M. J., Bohn, S. S., Burans, J. & Kochel, T. (2015). Psoralen inactivation of viruses: a process for the safe manipulation of viral antigen and nucleic acid. *Viruses*, 7(11), 5875–5888. <https://doi.org/10.3390/v7112912>
- Shamsi, S., & Shamsi, S. (2019). *Psoralea corylifolia* Babchi: A popular herb of Unani, Ayurvedic and Chinese system of medicine for Vitiligo. *International Journal of Herbal Medicine*, 7(4), 51–55.
- Siva, G., Sivakumar, S., Kumar, G. P., Vigneswaran, M., Vinoth, S., Selvan, A. M., Ahamed, A. P., Manivannan, K., Kumar, R. R., Thajuddin, N., Kumar, T. S., & Jayabalan, N. (2015). Optimization of elicitation condition with jasmonic acid, characterization and antimicrobial activity of psoralen from direct regenerated plants of *Psoralea corylifolia* L. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 4(4), 624–631. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2015.10.012>
- Siva, G., Sivakumar, S., Premkumar, G., Baskaran, P., Senthilkumar, T., & Jayabalan, N. (2014). Enhanced seed germination of *Psoralea Corylifolia* L. by heat treatment. *World Journal of Agricultural Research*, 2(4), 151–154. <https://doi.org/10.12691/wjar-2-4-2>
- Spessard, L. L. (1988). *Seed-Germination Studies of Psoralea esculenta Pursh. (Indian Turnip) and Psoralea argophylla Pursh. (Silver Scurfpea)*. Transactions of the Nebraska Academy of Sciences and Affiliated Societies.
- Wang, Y., Hong, C., Zhou, C., Xu, D., & Qu, H. B. (2011). Screening antitumor compounds psoralen and isopsoralen from *Psoralea corylifolia* L. seeds. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 363052. <https://doi.org/10.1093/ecam/nen087>
- Widmann, N., Goian, M., Ianculov, I., Dumbravă, D., & Moldovan, C. (2008). Method to starch content determination from plants by specific weight. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 41(1), 814–818. URL: <http://spasb.ro/index.php/spasb/article/view/1294/1244> (дата обращения: 12.02.2021).
- Zhang, X., Zhao, W., Wang, Y., Lu, J., & Chen, X. (2016). The chemical constituents and bioactivities of *Psoralea corylifolia* Linn.: A review. *The American journal of Chinese medicine*, 44(01), 35–60. <https://doi.org/10.1142/S0192415X16500038>
- Zhou, L., Tang, J., Yang, X., Dong, H., Xiong, X., Huang, J., Zhang, L., Qin, H., & Yan, S. (2019). Five Constituents in *Psoralea corylifolia* L. Attenuate Palmitic Acid-Induced Hepatocyte Injury via Inhibiting the Protein Kinase C-/Nicotinamide-Adenine Dinucleotide Phosphate Oxidase Pathway. *Frontiers in Pharmacology*, 10, 1589. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01589>