

МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Научная статья

УДК 581.55

DOI: 10.30901/2227-8834-2024-4-20-31



Фитоценотическая приуроченность хмеля обыкновенного на юге Западной Сибири

М. М. Силантьева¹, О. Н. МIRONENKO¹, Н. В. Овчарова¹, И. Г. Чухина², Ю. Р. Полтарацкая¹, А. В. Небылица¹,
О. В. Бычкова¹, Е. П. Мякишева¹

¹Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

²Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Марина Михайловна Силантьева, msilan@mail.ru

Актуальность. Хмель обыкновенный (*Humulus lupulus* L.) активно используется в пивоварении, обладает значительным потенциалом для фармацевтической и косметической промышленности из-за большого разнообразия биологически активных веществ. Для создания новых высокопродуктивных российских сортов необходимо изучить природные особенности вида, экотопологическую и фитоценотическую приуроченность хмеля в условиях юга Западной Сибири, где сосредоточены значительные ресурсные запасы.

Материалы и методы. Сборы 400 гербарных листов и 275 геоботанических описаний выполнены в ходе экспедиций в 2023–2024 гг. в Алтайском крае, Новосибирской, Кемеровской, Тюменской и Омской областях, Республике Алтай с охватом прилегающих территорий Красноярского края и Хакасии. Поиск зарослей хмеля обыкновенного в труднодоступных и удаленных местах происходил с помощью беспилотного летательного аппарата DJI Mavic 3 Multispectral. Проведена первичная классификация и ординация сообществ, учитывающая видовой состав, проективное покрытие и постоянство видов. На оцифрованную карту растительности юга Западной Сибири занесено свыше 900 точек произрастания хмеля как в антропокультурных, так и в естественных условиях.

Результаты. В настоящее время на юге Западной Сибири хмель обыкновенный произрастает в различных фитоценозах степной, лесостепной зон и южнотаежной подзоны лесной зоны, от низкогорий до среднегорий. Хмель имеет значительный спектр местообитаний: от ненарушенных лесных фитоценозов до урбанизированных территорий. Культурная часть его ареала формировалась в период заселения Сибири. Выделено 16 природных и 13 антропогенных экотопов, где может встречаться вид. В сообществах с участием хмеля отмечено 62 вида деревьев и кустарников, которые служат в качестве опоры, активное ядро ценофлоры составляют 50 видов растений, а всего зафиксировано 782 вида.

Ключевые слова: *Humulus lupulus* L., экотопологический анализ, фитоценозы, факторы формирования ареалов, ценофлора, биологические ресурсы

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-64-10040, <https://rscf.ru/project/23-64-10040/>.

Авторы выражают огромную благодарность Т. Г. Плуталовой, кандидату географических наук, научному сотруднику лаборатории ландшафтно-водноэкологических исследований и природопользования Института водных и экологических проблем СО РАН, за подготовку ГИС-проекта и карты по распространению хмеля обыкновенного на юге Западной Сибири.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Силантьева М.М., МIRONENKO О.Н., Овчарова Н.В., Чухина И.Г., Полтарацкая Ю.Р., Небылица А.В., Бычкова О.В., Мякишева Е.П. Фитоценотическая приуроченность хмеля обыкновенного на юге Западной Сибири. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2024;185(4):20-31. DOI: 10.30901/2227-8834-2024-4-20-31

MOBILIZATION AND CONSERVATION OF THE GENETIC DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2024-4-20-31

Phytocenotic arrangement of the common hop in the south of Western Siberia

Marina M. Silantyeva¹, Olga N. Mironenko¹, Natalia V. Ovcharova¹, Irena G. Chukhina², Yulia R. Poltaratskaya¹, Anastasiya V. Nebylitsa¹, Olga V. Bychkova¹, Elena P. Myakisheva¹

¹Altai State University, Barnaul, Russia

²N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

Corresponding author: Marina M. Silantyeva, msilan@mail.ru

Background. Common hop (*Humulus lupulus* L.) is actively used in brewing and has great potential for pharmaceutical and cosmetic industries because of its wide diversity of bioactive substances. Development of new high-yielding Russian cultivars requires studying the existing natural characteristics of the species, as well as its ecotopologic and phytocenotic arrangement in the south of Western Siberia, where its significant genetic resources are concentrated.

Materials and methods. Plant explorations that resulted in 400 herbarium sheets and 275 geobotanical descriptions were conducted in 2023–2024 in Altai Territory, Novosibirsk, Kemerovo, Tyumen and Omsk Provinces, and Altai Republic, also covering the adjacent areas of Krasnoyarsk Territory, and Khakassia. The search for common hop thickets in remote and inaccessible locations was made with a DJI Mavic 3 Multispectral unmanned aircraft. Primary classification and ordination of plant communities took into account the composition, projective coverage, and permanence of plant species. Over 900 hop growth localities, both under cultivated and natural conditions, were marked on the digitized map of vegetation for the south of Western Siberia.

Results. Over the southwest of Siberia, common hop presently occurs within various phytocenoses situated in the steppe and forest-steppe zones, and the southern taiga subzone of the forest zone, from low to medium mountains. Hop has a significant range of habitats, from undisturbed forest phytocenoses to urbanized areas. The cultivated part of its area was formed during Siberia's colonization. There are 16 natural and 13 anthropogenic ecotopes where this species can be found. In the plant communities that incorporated common hop plants, 62 species of trees and shrubs were observed to serve as supports, the active core of the cenoflora consisted of 50 plant species, and 782 higher plant species were recorded in total.

Keywords: *Humulus lupulus* L., ecotopologic analysis, phytocenoses, area formation factors, cenoflora, biological resources

Acknowledgements: the study was funded by the Russian Science Foundation, Grant No. 23-64-10040, <https://rscf.ru/en/project/23-64-10040/>.

The authors express their deep gratitude to T. G. Plutalova, Cand. Sci. (Geography), Researcher at the Laboratory of Landscape-Water-Ecological Research and Nature Management, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, for preparing the GIS project and map of common hop distribution in the south of Western Siberia.

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Silantyeva M.M., Mironenko O.N., Ovcharova N.V., Chukhina I.G., Poltaratskaya Yu.R., Nebylitsa A.V., Bychkova O.V., Myakisheva E.P. Phytocenotic arrangement of the common hop in the south of Western Siberia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2024;185(4):20-31. DOI: 10.30901/2227-8834-2024-4-20-31

Введение

В последние годы в Российской Федерации в силу экономических и политических причин значительно возрос интерес к культуре хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.), который активно используется в пивоварении (Khlynovskiy et al., 2023), а также обладает значительным потенциалом для фармацевтической и косметической промышленности из-за большого разнообразия биологически активных веществ с антибактериальными, противогрибковыми, кардиопротекторными, антиоксидантными, противовоспалительными свойствами (Alonso-Esteban et al., 2019; Astray et al., 2020; Korpelainen, Pietyläinen, 2021; Pereira et al., 2022; Carbone, Gervasi, 2022). В публикациях последних лет также появляются указания на противоканцерогенную (Harish et al., 2021) и противовирусную активность, в том числе в отношении SARS-CoV-2 (Bouback et al., 2023). При огромном ареале дикорастущего хмеля площади его плантаций в стране незначительны, как и невелико количество собственно российских сортов (Leontieva, 2023). В этой связи привлечение генетических ресурсов из адаптированных к разным условиям дикорастущих популяций для создания новых высокопродуктивных и пластичных сортов представляется весьма перспективным.

Ареал *H. lupulus* определяется как естественными причинами (способ распространения, экологическая амплитуда вида, климатические показатели, географические барьеры и т. п.), так и антропогенными факторами. Хмель обыкновенный – двудомная многолетняя быстрорастущая травянистая лиана, возраст которой может превышать 20 лет. Перед зимним периодом надземные побеги длиной до 5–6 и более метров отмирают (Degtereva, Savinykh, 2011). В естественной среде обитания хмель размножается как семенным путем за счет плодов-орешков, созревающих в августе – сентябре, так и вегетативным путем. Хмель имеет подземное многолетнее ползущее корневище с множеством почек на латеральных побегах, которые могут прорасти за счет внутренних ресурсов (Nechiporchuk, 1947). Также наблюдается размножение воздушными отводками. В производстве хмель размножают стеблевыми черенками – отрезками подземной части стебля, корневищными черенками – отрезками корневища с одной или более парами глазков с почками, значительно реже – с использованием этиолированных или зеленых побегов и черенков, а также микроклональным размножением в лаборатории (Milosta, Lapa, 2010; Gashenko et al., 2019; Khlebova et al., 2022).

Информация о способах размножения важна для понимания процесса распространения и динамики этого вида в природе. Естественными коридорами расселения хмеля выступают реки. Все перечисленные выше вегетативные структуры хмеля при отделении могут быть перенесены течением реки в другие места, иногда очень отдаленные, где они могут в конечном итоге обосноваться. Произрастающий в прибрежных лесах хмель благодаря разнообразию диаспор получает возможность при наличии благоприятных для него ниш активно расселяться на значительные расстояния.

Другой, не менее значимый фактор распространения – это человек, благодаря тысячелетней деятельности которого большая часть мирового ареала хмеля является культивируемой. Причем данный фактор являлся наиболее значимым при реализации потенциального ареала вида. В пределах территории Российской Федера-

ции действие этого фактора начало сказываться более тысячелетия назад. На Руси хмель был незаменимым компонентом закваски для хлеба – основы традиционного русского стола. В XI–XII вв. повсеместно пекли черный кисловатый ржаной хлеб, а особую ценность имели изделия на закваске из пивной гущи или дрожжей (Pokhlebin, 1983; Kovalev, Mogilny, 1990; Shipilov, 2007). Соцветия хмеля визуально напоминают стробилы хвойных растений, поэтому в народе их прозвали «шишки». Именно они использовались в качестве приправы для вкуса и аромата восточных славян. Отваром «шишек» приправляли сыту – основу для приготовления лакомств – сытников и различных алкогольных напитков из категории медов (Tseselsky, 1910). Основываясь на археоботанических находках из Земляного городища Староладожского поселения, М. Аалто высказывает предположение, что местное население занималось пивоварением с использованием хмеля уже в первой половине X века (Aalto, Heinäjoki-Majander, 1997). К XVI веку пиво становится широко распространенным напитком (Orishev, 2023).

В Сибирь первые поселенцы из разных частей Европейской России (примерно с конца XVII века) привозили свои традиции и способы использования хмеля, а зачатую и его саженцы. Помимо применения «шишек» в хлебопечении и изготовлении напитков, для приготовления щей использовались квашеные листья, а молодые корневые отпрыски непосредственно употреблялись в пищу и салаты (Annenkov, 1878; Vereshchagin et al., 1959). Отмечалось его использование в лекарственных и гигиенических целях как противомикробного, мочегонного, успокаивающего, заживляющего средства (Annenkov, 1878; Vereshchagin et al., 1959; Minaeva, 1970; Telyatuev, 1985). Также хмель имел кормовое значение, использовался при производстве красителей, картона, веревок (Annenkov, 1878; Vereshchagin et al., 1959), нес обрядовую нагрузку (Dyakova, 2015) и пользовался популярностью в качестве декоративного растения (Vereshchagin et al., 1959; Telyatuev, 1985). В период советской России хмель культивировался на плантациях в предгорьях и низкогорьях Алтая, некоторые из которых сохранились в Майминском районе Республики Алтай.

Исторический экскурс по поводу использования культуры хмеля показывает, что крайне сложно разделить природные и возделываемые ранее человеком популяции. Целью исследования являлось выявление экологопопуляционной и фитоценологической приуроченности хмеля обыкновенного в условиях юга Западной Сибири.

Материалы и методы исследования

На основании анализа морфологических признаков, преимущественно листьев (форма основания, количество и форма лопастей, характер опушения, количество железок), и географического положения Э. Смолл выделил в составе *H. lupulus* пять разновидностей. Три разновидности – *H. lupulus* var. *neomexicanus* Nelson et Cockerell, *H. lupulus* var. *pubescens* E. Small, *H. lupulus* var. *lupuloides* E. Small – распространены в Северной Америке. Ареал *H. lupulus* var. *cordifolius* (Miguel) Maximowicz ограничен Восточной Азией, в основном Японией. Типовая разновидность *H. lupulus* var. *lupulus* широко распространена в Евразии, а также для пивоварения и как декоративное растение завезена во многие страны (Small, 1978).

Произрастающие в Сибири популяции были определены как *H. lupulus* var. *lupulus* – разновидность, характе-

ризующаяся менее опушенными, сердцевидными листьями с небольшим количеством лопастей, малым числом железок.

Материалом исследования послужили гербарные сборы (400 листов) и геоботанические описания, осуществленные в ходе экспедиционных работ в 2023–2024 гг. на территории Алтайского края, Новосибирской, Кемеровской, Тюменской и Омской областей, Республики Алтай с охватом прилегающих территорий Красноярского края и Хакасии. 275 геоботанических описаний выполнены на площадках размером 20 × 20 м по стандартной методике с фиксацией координат с помощью GPS-навигатора. Поиск зарослей хмеля обыкновенного в труднодоступных и удаленных местах происходил с помощью беспилотного летательного аппарата DJI Mavic 3 Multispectral, оборудованного гибридной камерой, состоящей из двух модулей (CMOS-матрица 4/3 разрешением 20 Мп и мультиспектральная камера 4 × 5 Мп G/R/RE/NIR). Съемка проводилась на высотах от 10 до 100 м. Снимки обрабатывались с помощью лицензионного программного обеспечения Agisoft Metashape Professional edition.

На основе программы TURBOVEG (Hennekens, Schaminée, 2001) из геоботанических описаний создана и зарегистрирована база данных (Ovcharova et al., 2024). Кроме собственных описаний, обобщены материалы, предоставленные коллегами Ю. А. Королюком и И. С. Чупиной (ЦБС СО РАН, Новосибирск), И. В. Кузьминым (Тюменский госуниверситет), В. А. Глазуновым (Институт проблем освоения Севера СО РАН). Последующая обработка проведена с использованием программного пакета JUICE 7.0 (Tichý, 2002). Для первичной классификации и ординации сообществ учитывали видовой состав, проективное покрытие и постоянство видов. Проективное покрытие определяли по 5-балльной шкале: (+) – меньше 1%; 1 – менее 5%; 2 – 6–15%; 3 – 16–25%; 4 – 26–50%; 5 – более 50%. Геоботанические описания сводились в фитоценологические таблицы, и для каждого вида устанавливался класс постоянства (активность видов): I – менее 20%; II – 21–40%; III – 41–60%; IV – 61–80%; V – 81–100%. Активность видов, отражающая степень их преуспеяния в типе сообществ и способность к доминированию, подсчитывали как квадратный корень из произведения встречаемости на среднее проективное покрытие (Malyshev, 1975). Таксономические названия сосудистых растений приведены в соответствии со сводкой С. К. Черепанова (Czegepanov, 1995).

Для выяснения фитоценологической приуроченности хмеля на уровне синтаксонов высокого ранга свыше 900 точек произрастания хмеля как в антропокультурных, так и в естественных условиях внесли на оцифрованную карту растительности юга Западной Сибири. Для создания ГИС-проекта за основу использовался фрагмент карты растительности из «Атласа СССР» (Tochenov, 1983).

Основываясь на идеях Европейской классификации местообитаний природных сообществ (European Nature Information System, EUNIS) с учетом модификации этой системы для условий Западной Сибири, ранее выполненной группой исследователей (Smelyansky, Pronkina, 2009), нами разработан вариант классификации местообитаний (экотопов) хмеля обыкновенного, исходя из итогов полевых работ и анализа базы данных.

Для оценки встречаемости хмеля обыкновенного использованы следующие градации, основанные на шкалах редкости, разработанных А. В. Галаниным, Н. И. Золо-

тухиным и Л. В. Мариной (Galanin et al., 1979): *очень редко* – вид встречен в 1–2 точках, с учетом сведений других авторов; *редко* – вид отмечен в нескольких местах, но не более чем в 4 пунктах; *довольно редко* – встречается в небольшом числе местообитаний, занимающих в ландшафте менее 10% территории; *довольно обычно* – встречается в подходящих местообитаниях, занимающих в ландшафте до 30% территории; *обычно* – встречается во многих местообитаниях, которые выражены более чем на 30% всей территории.

При изучении локалитетов хмеля отбирались не только гербарные образцы для пополнения Гербария Алтайского государственного университета (ALTU) и Гербария культурных растений мира, их диких родичей и сорных растений (WIR) Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова по Программе развития Национального центра генетических ресурсов растений, но и материалы для молекулярно-генетических исследований, оценки вирусной нагрузки и пополнения полевой коллекции в Чувашском НИИ сельского хозяйства – филиале ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, а также на собственной экспериментальной площадке и биотехнологической коллекции хмеля *in vitro* в Алтайском государственном университете.

Результаты

Во время экспедиционных исследований установлен широкий спектр местообитаний хмеля обыкновенного. Ниже приведена выявленная нами экотопологическая приуроченность вида в условиях юга Западной Сибири.

I. Леса, редколесья и другие облесенные территории, включая свежие вырубki и гари, где доминирует или доминировала до недавнего времени древесная растительность с проективным покрытием не менее 20%. Деревья обычно одноствольные, высотой более 5 м. Сюда отнесены искусственно созданные и регулярно поддерживаемые местообитания: лесополосы, лесопитомники и лесные плантации.

I.1. Леса и насаждения с доминированием летнезеленых лиственных деревьев. В состав типа не входят смешанные леса, где доля хвойных превышает 25%.

I.1.1. Приречные и галерейные леса с доминированием видов *Alnus* Hill, *Betula* L., *Populus* L., *Salix* L. – хмель произрастает обычно по краю леса, может образовывать заросли, обильно плодоносит.

I.1.2. Мелколиственные леса на влажном кислом торфе, с доминированием *Betula pubescens* Ehrh., иногда с примесью кустарниковых ив и/или хвойных – встречается довольно редко.

I.1.3. Мелколиственные леса с доминированием *Betula* spp., *Populus tremula* L. – хмель встречается довольно редко, на местах, где ранее были вырубки или образовались прогалины после ветровала.

I.2. Хвойные леса с доминированием видов *Abies* Hill, *Pinus* L., *Picea* A. Dietr.

I.2.1. Горные хвойные леса с доминированием видов *Abies*, *Pinus*, с участием *Picea obovata* Ledeb., до высоты 800 м – хмель встречается довольно обычно, но вдоль лесных ручьев и небольших рек, лесных дорог, может образовывать заросли.

I.2.2. Сосновые леса из *Pinus sylvestris* L. к югу от таежной зоны – хмель встречается редко, большей частью вдоль дорог или небольших рек и ручьев.

I.2.3. Равнинные темнохвойно-таежные леса с доминированием *Abies sibirica* Ledeb., *Picea obovata*, *Pinus sibirica* Du Tour. – хмель встречается довольно обычно, по опушкам, на местах ветровалов и вырубков, вдоль лесных дорог.

I.2.4. Хвойные заболоченные леса к югу от таежной зоны из *Pinus sylvestris*, *Picea obovata*, иногда с *Betula pubescens* по болотам степной и лесостепной зон – хмель редко встречается по окраинам хвойных заболоченных лесов.

I.3. Смешанные (лиственно-хвойные) леса. Ни хвойные, ни лиственные виды не составляют более 75% покрытия.

I.3.1. Лиственные заболоченные леса в комбинации с заболоченными хвойными лесами – хмель встречается довольно обычно, по окраинам лесов.

I.3.2. Сосновые леса к югу от тайги, в значительной степени смешанные с березовыми лесами, – хмель встречается обычно, по пониженным застарелым участкам, опушкам лесов и лесным дорогам.

I.4. Лесополосы, небольшие антропогенные лески, свежие рубки, начальные стадии восстановления леса и лесных культур.

I.4.1. Лесополосы, более или менее непрерывные рядовые посадки деревьев, формирующие полосы в пределах фона травяных угодий или обрабатываемых земель, а также вдоль дорог, – хмель встречается довольно редко, во всех типах лесополос, включая кленовые из *Acer negundo* L.

I.4.2. Начальные стадии естественных и близких к естественным лесов, на рубках и гарях, не достигшие высоты 5 м, – хмель довольно обычен, образует заросли.

II. Кустарниковые сообщества

Материковые, сухие или сезонно переувлажненные местообитания, где грунтовые воды остаются на уровне почвы менее полугода, с покрытием растительностью более 30%, с доминированием кустарников.

II.1. Заросли кустарников по берегам рек, озер и болот, заболоченные поймы с доминированием кустарников (ивовые и ольховые, облепиховые сообщества) – хмель встречается довольно обычно, с большим проективным покрытием, обильно плодоносит.

II.2. Заросли ив и других кустарников по низинным болотам, болотистым поймам и берегам рек с доминированием крупных или средних по размеру ив (*Salix cinerea* L., *S. pentandra* L.), иногда с участием видов *Frangula alnus* Mill., *Rhamnus cathartica* L., *Betula pubescens*, любой из которых может доминировать в верхнем ярусе, или могут доминировать невысокие кустарники *Salix* spp., – хмель встречается обычно, с большим проективным покрытием, обильно плодоносит.

II.3. Живые изгороди из видов-интродуцентов – это древесная растительность, формирующая полосы среди травяных сообществ, сельскохозяйственных земель или вдоль дорог, – хмель встречается редко.

II.4. Плантации кустарников низких деревьев и кустарников, выращенных для производства плодов или как декоративные, или ягодники, – хмель встречается редко.

II.5. Мезофильные кустарниковые сообщества Алтайской горной страны с доминированием *Caragana arborescens* Lam., *Spiraea* spp., *Lonicera tatarica* L., *Rosa* spp., *Padus avium* Mill., *Viburnum opulus* L. – хмель встречается обычно, с высоким проективным покрытием, образует заросли.

III. Болота

Переувлажненные местообитания, где грунтовые воды остаются на уровне поверхности почвы или выше по крайней мере в течение полугода.

III.1. Переходные болота – это местообитания, занятые торфообразующей растительностью, – *H. lupulus* встречается обычно по окраинам болот, где есть небольшие деревья или кустарники.

III.2. Наземные заросли высоких гелофитов (Роасеae, Cyperaceae, *Typha* spp., *Equisetum* spp.), обычно маловидовые, чаще монодоминатные, – *H. lupulus* довольно редко отмечается по окраинам этих зарослей в том случае, если в их составе появляются кустарники.

VI. Травяные сообщества

Материковые сухие или сезонно переувлажненные местообитания, с проективным покрытием более 30%. Доминируют злаки, папоротники, осоки, разнотравье, могут присутствовать отдельные деревья и кустарники с проективным покрытием менее 10%.

VI.1. Лесные опушки, рубки и высокотравье – сообщества высоких и низких трав или папоротников вдоль водотоков, оврагов или на влажных лугах по краю леса, с присутствием кустарников – *H. lupulus* встречается довольно обычно, с большим проективным покрытием.

VI.2. Травяные сообщества с редкими деревьями, обычно с покрытием менее 10% – хмель встречается редко.

V. Местообитания, возникшие на месте садовых или приусадебных участков, парков, а также заброшенных участков и парков

V.1. Интенсивные культуры плодовых, овощных и декоративных видов дачных и садовых участков – хмель довольно обычен, по-видимому, является беглецом из культуры.

V.2. Территории рекреационных парков – хмель встречается редко, часто уничтожается как нежелательный вид.

V.3. Приусадебные участки, небольшие посадки и скверы около зданий, а также огороды в непосредственной близости от жилья – хмель встречается довольно обычно, по-видимому, является беглецом из культуры.

V.4. Территории недавно заброшенных садов. Брошенные сады, цветники, огороды – хмель встречается довольно редко.

VI. Поселения, здания, промышленные объекты, свалки

VI.1. Жилая застройка в городах и в центре поселков, где здания, пути сообщения и другие непроницаемые поверхности занимают по крайней мере 80% земель – хмель встречается редко, используют для озеленения.

VI.2. Жилая застройка в деревнях и пригородах, где здания, пути сообщения и другие непроницаемые поверхности покрывают от 30 до 80% земли, – хмель довольно редок, используют для озеленения.

VI.3. Заброшенные строения в городах, поселках и деревнях или территории, где ведется разрушение или строительство зданий, – хмель довольно обычен.

VI.4. Заборы и стены с выступающими элементами – хмель встречается довольно обычно, используется как элемент озеленения.

VI.5. Свалки крупногабаритного строительного мусора вне объектов строительства – хмель довольно редок.

Таким образом, хмель обыкновенный наиболее обычен для лесных сообществ различной приуроченности и генезиса. Диапазон экотопов охватывает как приречные, мелколиственные, хвойные, так и смешанные леса. Причем в хвойных лесах он приурочен к лесным ручьям и небольшим рекам, лесным дорогам, местам ветровалов и вырубок, может образовывать заросли. В условиях недостатка света, в том числе в осиновых и смешанных лесах, он не плодоносит. Довольно обычно произрастает на зарастающих вырубках и гарях. Вид обычен в кустарниковых сообществах, особенно по берегам рек, озер и болот, а также в урёмках, где он имеет большое проективное покрытие и обильно плодоносит. С категорией редкости «довольно обычно» хмель встречается также в травяных сообществах, где присутствуют отдельные кустарники или деревья.

Разнообразны местообитания хмеля, которые он освоил будучи культурным растением и одновременно «беглецом из культуры», адвентивным видом. Это местообитания, возникшие на месте садовых или приусадебных участков, парков, а также заброшенных участков. Кроме того, он произрастает в поселениях, у жилых и разрушающихся зданий, на промышленных объектах, на строительных свалках.

Диапазон фитоценотической приуроченности хмеля обыкновенного отражает распространение вида, представленное на фрагменте ГИС-карты растительности юга Западной Сибири (рисунок).

В равнинной части юга Западной Сибири хмель приурочен к подтаежным мелколиственным осиново-березовым лесам. В условиях лесостепи он отмечается в березовых и осиновых колках в окружении остатков луговых степей или агроценозов, а также по понижениям и опушкам сосновых лесов. Стоит отметить, что это устойчивый элемент речных долин и берегов озер в условиях лесостепи. Здесь хмель встречается в фитоценозах лугов с участием ив, по окраинам болот и аazonальным сообществам кустарников пойм рек, а также пойменным лесам. В степной зоне (без колковых сообществ) хмель обнаружен только в населенных пунктах в подзоне разнотравно-дерновинно-злаковых и сухих дерновинно-злаковых степей, иногда в условиях значительного развития солянковой и галофитно-злаковой растительности. В этом случае человек создал те минимальные условия, которые позволили выращивать хмель для бытовых нужд.

Кроме пойм Оби, Чумыша, Иртыша, наиболее богато представлены популяции хмеля обыкновенного в южно-таежных лесах равнин, где проходит естественная северная граница распространения вида. Хмель более обычен в предгорных и низкогорных лесных сообществах Алтая и Салаира. Это фитоценозы темнохвойных горно-таежных лесов с *Abies sibirica* (черневые леса), *Picea obovata*, *Larix sibirica* Ledeb., где хмель обыкновенный распространен на лесных опушках и вдоль рек и ручьев до высоты 800 м н. у. м.

Ординационный анализ геоботанических описаний по проценту проективного покрытия *H. lupulus* показал, что более всего он встречается в составе лесных сообществ и редколесий, а также других территорий, носящих облесенный характер. Доминирующее число описаний (более 80%) располагается в диапазоне от 5% до 25% проективного покрытия, создаваемого хмелем.

В составе сообществ с участием *H. lupulus* отмечены 782 вида высших растений. Анализ 275 геоботанических описаний позволил выделить активное ядро ценофлоры сообществ с участием *H. lupulus*: его составляют 50 видов

растений. В таблице представлены виды с III по V класс постоянства. Ядро ценофлоры приурочено к местообитаниям с умеренным и повышенным увлажнением, лесным опушкам и полянам, берегам рек, разреженным лесам, топологически и сукцессионно связанным с ними лесным лугам, возникающим на месте лесов, лишь незначительно подверженным хозяйственному воздействию и сохраняющим флористическое ядро предшествовавшего лесного фитоценоза. Эти сообщества заметно отличаются от антропогенно трансформированных лугов интенсивного сенокосного и пастбищного использования, что подтверждается отсутствием адвентивных видов в выделенном ядре ценофлоры.

Эколого-ценотические особенности и значимость видов в ценофлорах сообществ (активность видов, или их фитоценотическая роль) являются важным звеном в познании закономерностей распределения сообществ с участием *H. lupulus* и их дифференциации.

Сообщества с проективным покрытием хмеля обыкновенного от 50% до 100% представлены преимущественно в составе мезофильных кустарниковых компонентов, образованных *Caragana arborescens*, *Spiraea* spp., *Lonicera tatarica*, *Rosa* spp., *Viburnum opulus*.

В сообществах с хмелем часто встречаются лугово-лесные виды высокотравья, преимущественно мезофиты и гигромезофиты: *Crepis sibirica* L., *Aconitum septentrionale* Koelle, *Galatella hastata* L., *Aegopodium podagraria* L., *Bupleurum longifolium* L., *Angelica sylvestris* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Calamagrostis langsdorffii* (Link.) Trin., *Senecio nemorensis* L.

Злаковая и осоковая основа ядра ценофлоры незначительна и представлена 5 видами со II и III классами постоянства: *Dactylis glomerata* L., *Milium effusum* L., *Carex macroura* Meinsh., *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., *Calamagrostis langsdorffii*.

Поскольку жизненная форма *H. lupulus* – это лиана с однолетними монокарпическими побегами, интересен состав тех деревьев и кустарников, которые встречаются в сообществах с участием хмеля и служат в качестве опоры. Всего отмечено 62 вида деревьев и кустарников, но доля древесно-кустарниковых видов с III классом постоянства невелика и представлена всего тремя видами: *Betula pendula* Roth, *Padus avium*, *Populus tremula*. Со II классом постоянства зафиксировано пять видов: *Abies sibirica*, *Salix cinerea*, *Ribes nigrum* L., *Caragana arborescens*, *Rosa majalis* Herrm. и полукустарник *Rubus idaeus* L., которые встречаются в 15–25% описаний сообществ хмеля обыкновенного.

В качестве опоры в различных типах сообществ хмель обыкновенный использует: *Viburnum opulus*, *Caragana frutex* (L.) K. Koch, *C. arborescens*, *Lonicera tatarica*, *L. xylostemon* L., *Betula pubescens*, *Populus tremula*, *Padus avium*, *Acer negundo*, *Rhamnus cathartica*, *Sambucus sibirica* Nakai., *Salix caprea* L., *S. alba* L., *S. viminalis* L., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Ribes hispidulum* (Jancz.) Pojark., *Spiraea chamaedrifolia* L., *S. media* Franz Schmidt, *S. hypericifolia* L., *S. crenata* L., *Fragula alnus*, *Rosa acicularis* Lindl., *R. pimpinellifolia* L., *Ribes atropurpureum* C.A. Mey., *Crataegus sanguinea* Pall. и др. У одностовольных деревьев хмель зачатую обвивает молодые тонкостовольные экземпляры и поросль.

Обсуждение

H. lupulus распространен в пределах умеренного и субтропического поясов северного полушария – на большей части Европы, в Северной Африке, Северной Америке, Се-

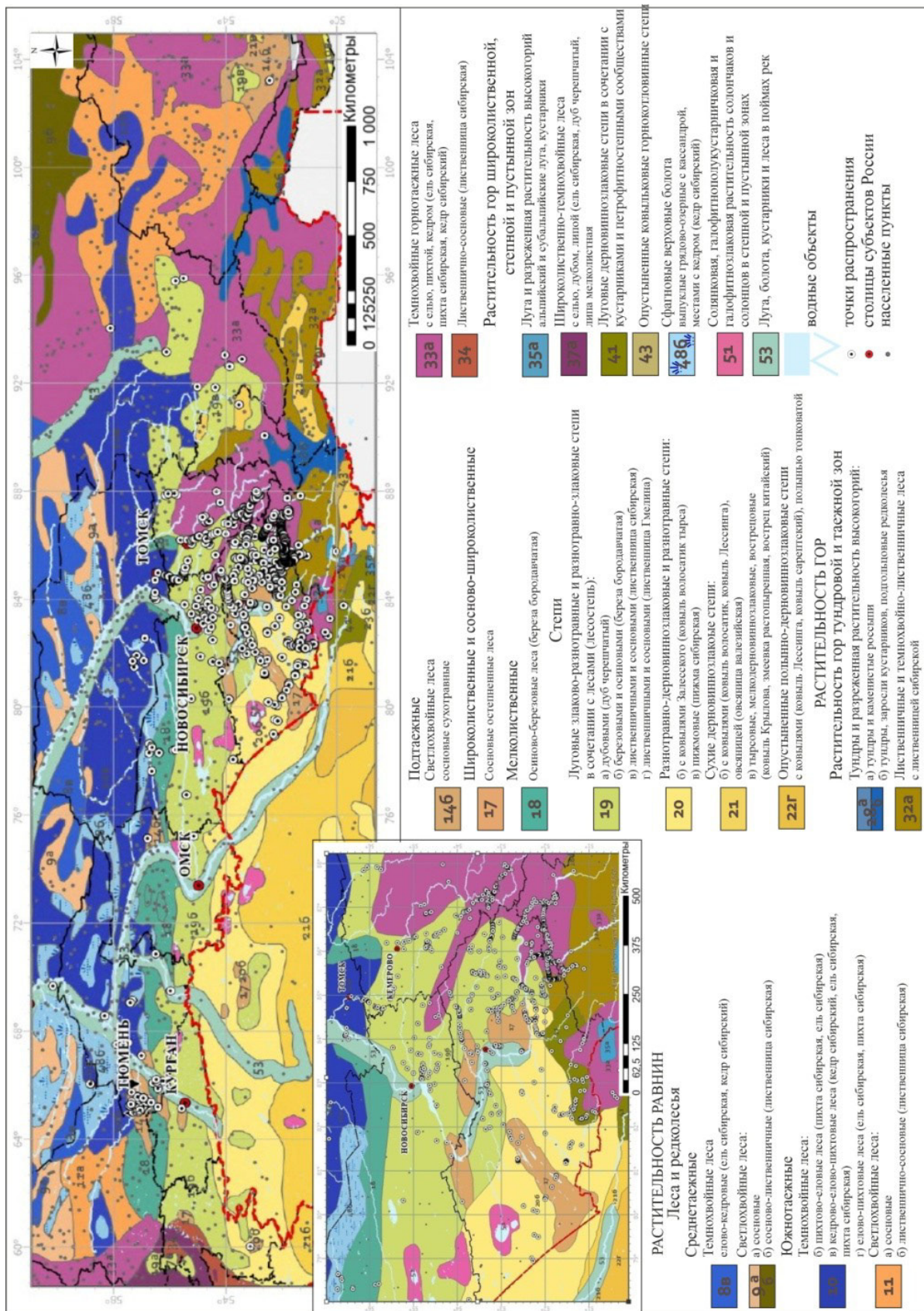


Рисунок. Распространение хмеля обыкновенного на юге Западной Сибири [использован фрагмент карты растительности из «Атласа СССР» (Точенко, 1983)]

Figure. Common hop distribution in the south of Western Siberia [a fragment of the vegetation map from the *Atlas of the USSR* was used (Tochenov, 1983)]

Таблица. Виды активного ядра ценофлоры сообществ с участием *Humulus lupulus* L. со встречаемостью более 40%

Table. Species with occurrence of more than 40% within the active core of the cenoflora in plant communities with *Humulus lupulus* L.

Вид / Species	Встречаемость* / Occurrence, %	Класс постоянства / Class of permanence
<i>Humulus lupulus</i> L.	100	V
<i>Urtica dioica</i> L.	73	IV
<i>Pulmonaria mollis</i> Wulf. ex Hormen.	66	IV
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	58	III
<i>Crepis sibirica</i> L.	51	III
<i>Padus avium</i> Mill.	50	III
<i>Aconitum septentrionale</i> Koelle	49	III
<i>Thalictrum minus</i> L.	48	III
<i>Galium boreale</i> L.	47	III
<i>Cacalia hastata</i> L.	44	III
<i>Dactylis glomerata</i> L.	44	III
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	44	III
<i>Betula pendula</i> Roth	41	III
<i>Populus tremula</i> L.	41	III

Примечание: * – доля участия в общем числе геоботанических описаний (%)

Note: * – the share in the total number of geobotanical descriptions (%)

верной и Центральной Азии. Точно очертить естественный ареал вида достаточно сложно вследствие давней истории его возделывания. Археоботанические находки указывают на то, что в Европе хмель использовался в пивоварении уже в раннем Средневековье, а его выращивание началось около 859 г. н. э. (Behre, 1999). В настоящее время он культивируется во многих странах мира, в том числе в южном полушарии – в Южной Африке, Южной Америке, Австралии и Новой Зеландии.

Наши исследования показали, что ареал хмеля обыкновенного на территории юга Западной Сибири находится между 50° и 59° с. ш. Его южная граница проходит по районам низкогорий Алтая и Салаира, редко поднимается до среднегорий. В условиях Кулундинской равнины и особенно Барабинской низменности хмель отмечается исключительно в населенных пунктах и по местам бывших поселений, так как его расселение, несомненно, ограничивают распространенные здесь засоленные почвы.

В европейской части России хмель обыкновенный приурочен к болотистым и влажным пойменным лесам, прибрежным кустарникам, встречается в широколиственных лесах, ивняках, березняках, осинниках, ольшаниках (Brezhnev, Korovina, 1981; Zozulina, Fedyaeva, 1984; Baranova et al., 1990; Ovesnov, 1997; Tzvelev, 2000; Tzvelev, 2004; Ivanov et al., 2014). На Кавказе растет в прибрежных кустарниках и лесах, ольшаниках, по опушкам, россыпям крупных камней, от низменностей до среднегорного пояса, до 1800 м н. у. м. (Galushko, 1978; Kolakovsky, 1980; Zernov, 2006; Portenier, 2012; Ivanov et al., 2014). П. Н. Крылов

указывал хмель для лесной, реже степной области южных частей Западной Сибири и наблюдал его произрастание «по берегам рек и их островам в зарослях ив и других кустарников, по тенистым оврагам, сыроватым лесам в лесной, реже степной области» южных районов восточной части Западной Сибири (Krylov, 1930, p. 805). По сравнению с представлениями П. Н. Крылова, современный ареал хмеля значительно расширился благодаря антропогенному фактору. Это связано с длительной историей культивирования вида как местным населением, так и прибывшими переселенцами. Хмель оказался широко распространен в большинстве населенных пунктов, а также отмечается на местах бывших поселений. Значительно были увеличены плантации хмеля на юге Западной Сибири (в Алтайском крае и Республике Алтай) с 1950-х годов прошлого века, причем часто эти посадки находились в контакте с дикорастущими популяциями.

Сравнивая наши результаты с данными других исследователей, отметим, что экотопологические и фитоценологические предпочтения *H. lupulus* на юге Западной Сибири в целом не отличаются от других территорий. В то же время установлена местная ценологическая особенность хмеля – высокая встречаемость в разнообразных кустарниковых сообществах, чаще всего в зарослях мезофильных кустарников из видов *Spiraea* и *Rosa*, *Caragana arborescens*, *Lonicera tatarica*, *Viburnum opulus*, где проективное покрытие популяций хмеля составляет 50–100%. Наиболее обычен, обилен и разнообразен по морфологическим признакам *H. lupulus* в естественных условиях в восточной части юга Западной Сибири – в лесных сообществах

Салаира, Северо-Восточного Алтая, поймах рек Оби, Чумыша, Иртыша и их притоков. Учитывая результаты молекулярно-генетического анализа (Murakami, 2006), возможно предположить, что этот регион является одним из очагов разнообразия хмеля.

Заключение

В пределах юга Западной Сибири хмель обыкновенный имеет значительный спектр мест обитания: от ненарушенных лесных фитоценозов до урбанизированных территорий. Культурная часть его ареала формировалась в период заселения Сибири переселенцами из европейской части России. Выделено 16 природных и 13 антропогенных экотопов, где может встретиться вид.

В настоящее время на юге Западной Сибири хмель обыкновенный произрастает в различных фитоценозах степной, лесостепной зон и южнотаежной подзоны лесной зоны. В Республике Алтай и Алтайском крае хмель обыкновенный отмечается от низкогорий до среднегорий в пределах горнолесного пояса растительности.

Ценоотически хмель обыкновенный, будучи лианой, наиболее связан с лесными и кустарниковыми сообществами различного генезиса. Основные природные высокопродуктивные заросли хмеля характерны для лесных и кустарниковых сообществ Салаира, Северо-Восточного Алтая, поймы рек Оби, Иртыша и Чумыша и их притоков. В сообществах с участием хмеля отмечено 62 вида деревьев и кустарников, которые служат в качестве опоры; активное ядро ценофлоры составляют 50 видов растений, а всего зафиксировано 782 вида высших растений.

Собранная и проанализированная информация о местах обитания и популяционном разнообразии *H. lupulus* на юге Западной Сибири может быть использована для планирования экспедиций по сбору генофонда хмеля с целью его дальнейшего привлечения в селекцию для получения новых высокопродуктивных, устойчивых к патогенам сортов.

References / Литература

Aalto M., Heinäjoki-Majander H. Archaeobotany and palaeoenvironment of the Viking Age town of Staraya Ladoga, Russia. In: A.N. Kirpichnikov, E.N. Nosov (eds). *Antiquities of the Volkhov region (Drevnosti Povolkhovya)*. St. Petersburg: Institute for the History of Material Culture of the RAS; 1997. p.31-41. [in Russian] (Аалто М., Хейнайюки Х. Растительность и окружающая среда Старой Ладогги в эпоху викингов. В кн.: *Древности Поволховья* / под ред. А.Н. Кирпичникова, Е.Н. Носова. Санкт-Петербург: Институт истории материальной культуры РАН; 1997. С.31-41).

Alonso-Esteban J.I., Pinela J., Barros L., Ćirić A., Soković M., Calhella R.C. et al. Phenolic composition and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of hop (*Humulus lupulus* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*. 2019;134:154-159. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.04.001

Annenkov N.I. Common names of Russian plants. Materials for the publication of a Russian botanical dictionary (Prostonarodnye nazvaniya russkikh rasteniy. Materialy dlya izdaniya russkogo botanicheskogo slovary). Moscow: V Universitetskoy Tipografii; 1858. [in Russian] (Анненков Н.И. Простонародные названия русских растений. Материалы для издания русского ботанического словаря. Москва: В Университетской типографии; 1858).

Astray G., Gullón P., Gullón B., Munekata P.E.S., Lorenzo J.M. *Humulus lupulus* L. as a natural source of functional biomolecules. *Applied Sciences*. 2020;10(15):5074. DOI: 10.3390/app10155074

Baranova E.V., Kopaneva G.A., Prisyazhnyuk N.P. Cannabaceae Endl. – Hemp family. Genus *Humulus* L. – Hop. In: *Areas of Distribution of Medicinal and Related Plants in the USSR. Atlas (Arealy lekarstvennykh i rodstvennykh im rasteniy SSSR. Atlas)*. Leningrad: Leningrad State University; 1990. p.35-36. [in Russian] (Баранова Е.В., Копанева Г.А., Присяжнюк Н.П. Сем. Cannabaceae Endl. – Конопцевые. Род *Humulus* L. – Хмель. В кн.: *Ареалы лекарственных и родственных им растений СССР. Атлас*. Ленинград: Ленинградский государственный университет; 1990. С.35-36). URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/rusles/arealy/text.pdf> [дата обращения: 24.07.2024].

Behre K.E. The history of beer additives in Europe – A review. *Vegetation History and Archaeobotany*. 1999;8(1):35-48. DOI: 10.1007/BF02042841

Bouback T.A., Aljohani A.M., Albeshri A., Al-Talhi H., Moatasim Y., GabAllah M. et al. Antiviral activity of *Humulus lupulus* (HOP) aqueous extract against MERS-CoV and SARS-CoV-2: in-vitro and in-silico study. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*. 2023;37(1):167-179. DOI: 10.1080/13102818.2022.2158133

Brezhnev D.D., Korovina O.N. Crop wild relatives in the USSR flora (Dikiye sorodichi kulturnykh rasteniy flory SSSR). Leningrad: Kolos; 1981. [in Russian] (Брежнев Д.Д., Коровина О.Н. Дикие сородичи культурных растений флоры СССР. Ленинград: Колос; 1981).

Carbone K., Gervasi F. An updated review of the genus *Humulus*: a valuable source of bioactive compounds for health and disease prevention. *Plants*. 2022;11(24):3434. DOI: 10.3390/plants11243434

Czerepanov S.K. Plantae vasculares Rossicae et civitatum colimitaneorum (in limicis USSR olim). St. Petersburg: Mir i Semya; 1995. [in Russian] (Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Санкт-Петербург: Мир и семья; 1995).

Degtereva O.P., Savinykh N.P. Biomorphological aspects of introduction and cultivation *Humulus lupulus* L. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences*. 2011;15-1(104):5-9. [in Russian] (Дегтерева О.П., Савиных Н.П. Биоморфологические аспекты интродукции и выращивания *Humulus lupulus* L. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2011;15-1(104):5-9).

Dyakova T.A. Phraseological representation of some wedding rites (based on the Ukrainian dialects of Vostochnaya Slobzhanschina). *Review of Omsk State Pedagogical University. Humanitarian Research*. 2015;3(7):41-44. [in Russian] (Дьякова Т.А. Фразеологическая репрезентация некоторых свадебных обрядов (на материале украинских восточнослобожанских говоров). *Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования*. 2015;3(7):41-44).

Galanin A.V., Zolotukhin N.I., Marina L.V. Conspectus of the flora of the Kurkure mountain range (eastern Altay). *Botanicheskii zhurnal = Botanical Journal*. 1979;64(5):623-634. [in Russian] (Галанин А.В., Золотухин Н.И., Марина Л.В. Конспект флоры хребта Куркуре (Восточный Алтай). *Ботанический журнал*. 1979;64(5):623-634).

Galushko A.I. Flora of the North Caucasus. Key. Vol. 1 (Flora Severnogo Kavkaza. Opredelitel. T. 1). Rostov: Rostov University; 1978. [in Russian] (Галушко А.И. Флора Север-

- ного Кавказа. Определитель. Т. 1. Ростов: Ростовский университет; 1978).
- Gashenko O.A., Kastritskaya M.S., Kukharchik N.V. *In vitro* micropropagation of hop cultivars. *Subtropical and Ornamental Horticulture*. 2019;(68):111-118. [in Russian] (Гашенко О.А., Кастритская М.С., Кухарчик Н.В. Микро-размножение сортов хмеля в культуре *in vitro*. *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2019;(68):111-118).
- Harish V., Haque E., Śmiech M., Taniguchi H., Jamieson S., Tewari D. et al. Xanthohumol for human malignancies: chemistry, pharmacokinetics and molecular targets. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021;22(9):4478. DOI: 10.3390/ijms22094478
- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*. 2001;12(4):589-591. DOI: 10.2307/3237010
- Ivanov A., Savin I., Egorov A. Methodology of land resources assessment for agricultural production in Russia (at the example of hop cultivation). *Dokuchaev Soil Bulletin*. 2014;(73):29-94. [in Russian] (Иванов А.Л., Савин И.Ю., Егоров А.В. Методология оценки ресурсного потенциала земель России для сельскохозяйственного производства (на примере хмеля). *Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева*. 2014;(73):29-94). DOI: 10.19047/0136-1694-2014-73-29-94
- Khlebova L.P., Brovko E.S., Mironenko O.N., Bychkova O.V., Khlynovskiy M.D. Method for *in vitro* clonal micropropagation of hop cultivars (Sposob klonalnogo mikrorazmnozheniya *in vitro* sortovogo khmelya). Russian Federation; patent number: 2777200; 2022. [in Russian] (Хлебова Л.П., Бровко Е.С., Мироненко О.Н., Бычкова О.В., Хлыновский М.Д. Способ клонального микро-размножения *in vitro* сортового хмеля. Российская Федерация; патент № 2777200; 2022).
- Khlynovskiy M.D., Mironenko O.N., Khlebova L.P., Bychkova O.V., Brovko E.S., Nebylitsa A.V. Actual issues of hop growing in Russia. In: *International Hop Growers' Convention, I.H.G.S.: Proceedings of the Scientific-Technical Commission; Ljubljana, Slovenia, 25-29 June 2023*. Wolnzach: Druckhaus Kastner AG; 2023. p.85-89. Available from: https://www.hopfenforschung.de/wp-content/uploads/2023/07/Proceedings_STC_2023.pdf [accessed Aug. 14, 2024].
- Kolakovsky A.A. Flora of Abkhazia (Flora Abkhazii). Tbilisi: Metsniereba; 1980. [in Russian] (Колаковский А.А. Флора Абхазии. Тбилиси: Мецниереба; 1980).
- Korpelainen H., Pietiläinen M. Hop (*Humulus lupulus* L.): traditional and present use, and future potential. *Economic Botany*. 2021;75(4):302-322. DOI: 10.1007/s12231-021-09528-1
- Kovalev V.M., Mogilny N.P. Russian cuisine: traditions and customs (Russkaya kuhnya: traditsii i obychai). Moscow: Sovetskaya Rossiya; 1990. [in Russian] (Ковалев В.М., Могильный Н.П. Русская кухня: традиции и обычаи. Москва: Советская Россия; 1990).
- Krylov P.N. Flora Sibiriae Occidentalis. Tomsk: Tomsk Branch of the Russian Botanical Society; 1930. [in Russian] (Крылов П.Н. Флора Западной Сибири. Томск: Томское Отделение Русского Ботанического Общества; 1930).
- Leontieva V.V. Production testing and preservation of the potential of the hop varieties used. In: *Methods and Technologies in Plant Breeding and Crop Production: Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference (Metody i tekhnologii v seleksii rasteniy i rasteniyevodstve: materialy IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii)*. Kirov: FARC of the North-East; 2023. p.71-76. [in Russian] (Леонтьева В.В. Производственное испытание и изучение питомника оригинальных насаждений сортов хмеля. В кн.: *Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: материалы IX Международной научно-практической конференции*. Киров: ФАНЦ Северо-Востока; 2023. С.71-76). URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_53773280_24071786.pdf [дата обращения: 12.08.2024].
- Malyshev L.I. The quantitative analysis of flora: spatial diversity, the level of specific richness and representativity of sampling areas. *Botanicheskii zhurnal = Botanical Journal*. 1975;60(11):1537-1550. [in Russian] (Малышев Л.И. Количественный анализ флоры: пространственное разнообразие, уровень видового богатства и репрезентативность участков обследования. *Ботанический журнал*. 1975;60(11):1537-1550).
- Milosta G.M., Lapa V.V. Agrobiological principles of hop cultivation in the Republic of Belarus: a monograph (Agrobiologicheskiye osnovy vyrashchivaniya khmelya v Respublike Belarus: monografiya). Grodno: Grodno State Agrarian University; 2010. [in Russian] (Милоста Г.М., Лапа В.В. Агробиологические основы выращивания хмеля в Республике Беларусь: монография. Гродно: Гродненский государственный аграрный университет; 2010).
- Minaeva V.G. Medicinal plants of Siberia (Lekarstvennye rasteniya Sibiri). Novosibirsk: Nauka; 1970. [in Russian] (Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. Новосибирск: Наука; 1970).
- Murakami A., Darby P., Javornik B., Pais M.S.S., Seigner E., Lutz A. et al. Molecular phylogeny of wild hops. *Heredity*. 2006;97(1):66-74. DOI: 10.1038/sj.hdy.6800839
- Nechiporchuk I.D. Fundamentals of hop breeding and reproduction (Osnovy seleksii i razmnozheniya khmelya). Kyiv: Radyanska Zhitomirshchyna; 1947. [in Russian] (Нечипорчук И.Д. Основы селекции и размножения хмеля. Киев: Радянська Житомирщина; 1947).
- Orishev A.B. Brewing in the Russian economy: from the Middle Ages to the First World War. *Business and Design Review*. 2023;2(30):51-64. [in Russian] (Оришев А.Б. Пивоварение в экономике России: от Средневековья до Первой мировой войны. *Бизнес и дизайн ревью*. 2023;2(30):51-64).
- Ovcharova N.V., Silantyeva M.M., Mironenko O.N., Zhelonkina Yu.R., Panchenko K.S., Maseeva M.E. Kasyanova T.A. Phytocenotic characteristics of common hop under the conditions of the south of Western Siberia (Fitotsenoticheskaya kharakteristika khmelya obyknovennogo v usloviyakh yuga Zapadnoy Sibiri). Russian Federation; State Registration Certificate for a Database No. 2024621882; 2024. [in Russian] (Овчарова Н.В., Силантьева М.М., Мироненко О.Н., Желонкина Ю.Р., Панченко К.С., Масеева М.Е. Касьянова Т.А. Фитоцено-тичская характеристика хмеля обыкновенного в условиях юга Западной Сибири. Российская Федерация; свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024621882; 2024).
- Ovesnov S.A. Conspectus of the flora of Perm Province (Konspekt flory Permskoy oblasti). Perm: Perm University; 1997. [in Russian] (Овеснов С.А. Конспект флоры Пермской области. Пермь: Пермский университет; 1997).
- Pereira O.R., Santos G., Sousa M.J. Hop by-products: pharmacological activities and potential application as cosmetics. *Cosmetics*. 2022;9(6):139. DOI: 10.3390/cosmetics9060139

- Pokhlebkin V.V. Entertaining cooking (Zanimatel'naya kulinar'iya). Moscow: Light and Food Industry; 1983. [in Russian] (Похлебкин В.В. Занимательная кулинария. Москва: Легкая и пищевая промышленность; 1983).
- Portenier N.N. Flora and phytogeography of the North Caucasus: selected papers (Flora i botanicheskaya geografiya Severnogo Kavkaza: izbrannye trudy). Moscow: KMK; 2012. [in Russian] (Портениер Н.Н. Флора и ботаническая география Северного Кавказа: избранные труды. Москва: КМК; 2012).
- Shipilov A.V. Russian everyday culture: food, clothing, housing (from ancient times to the 18th century): a monograph (Russkaya bytovaya kultura: pishcha, odezhda, zhilishche [s drevneyshikh vremen do XVIII veka]: monografiya). Voronezh: Voronezh State Pedagogical University; 2007. [in Russian] (Шипилов А.В. Русская бытовая культура: пища, одежда, жилище (с древнейших времен до XVIII века): монография. Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет; 2007).
- Small E. A numerical and nomenclatural analysis of morpho-geographical taxa of *Humulus*. *Systematic Botany*. 1978;3(1):37-76. DOI: 10.2307/2418532
- Smelyansky I.E., Pronkina G.A. (eds). Important plant areas of Altai-Sayan ecoregion: attempt of identification (Klyuchevye botanicheskiye territorii Altaye-Sayanskogo ekoregiona: opyt vydeleniya). Novosibirsk: Geo; 2009. [in Russian] (Ключевые ботанические территории Алтае-Саянского экорегиона: опыт выделения / под ред. И.Э. Смелянского, Г.А. Пронькиной. Новосибирск: Гео; 2009).
- Telyatyev V.V. Useful plants of Central Siberia (Poleznye rasteniya Tsentral'noy Sibiri). Irkutsk: East Siberian Book Publishers; 1985. [in Russian] (Телятьев В.В. Полезные растения Центральной Сибири. Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство; 1985).
- Tichý L. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*. 2002;13(3):451-453. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x
- Tochenov V.V. (ed.). Atlas of the USSR (Atlas SSSR). Moscow: Principal Agency of Geodesy and Cartography; 1983. [in Russian] (Атлас СССР / под ред. В.В. Точенова Москва: Главное управление геодезии и картографии; 1983).
- Tseselsky T. Mead-making, or the art of producing drinks from honey and fruits (Medovaren'ye, ili iskusstvo proizvodstva napitkov iz meda i fruktov). Yekaterinoslav: Y.A. Krasnopoler's Printing House; 1910. [in Russian] (Цесельский Т. Медоварение, или искусство производства напитков из меда и фруктов. Екатеринослав: Типография Я. А. Краснополера; 1910).
- Tzvelev N.N. (ed.). Flora Europae Orientalis. Vol. XI. Moscow; St. Petersburg: KMK; 2004. [in Russian] (Флора Восточной Европы. Т. XI / под ред. Н.Н. Цвелева. Москва; Санкт-Петербург: КМК; 2004).
- Tzvelev N.N. Identification key to vascular plants of Northwestern Russia (Leningrad, Pskov, and Novgorod Provinces) (Opredelitel sosudistyykh rasteniy severo-zapadnoy Rossii [Leningradskaya, Pskovskaya i Novgorodskaya oblasti]). St. Petersburg: St. Petersburg State Chemical and Pharmaceutical Academy; 2000. [in Russian] (Цвелев Н.Н. Определитель сосудистых растений северо-западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская химико-фармацевтическая академия; 2000).
- Vereshchagin V.I., Sobolevskaya K.A., Yakubova A.I. Useful plants of Western Siberia (Poleznye rasteniya Zapadnoy Sibiri). Moscow; Leningrad: USSR Academy of Sciences; 1959. [in Russian] (Верещагин В.И., Соболевская К.А., Якубова А.И. Полезные растения Западной Сибири. Москва; Ленинград: АН СССР; 1959).
- Zernov A.S. Flora of the Northwest Caucasus (Flora Severo-Zapadnogo Kavkaza). Moscow: KMK; 2006. [in Russian] (Зернов А.С. Флора Северо-Западного Кавказа. Москва: КМК; 2006).
- Zozulina G.M., Fedyaeva V.V. (eds). Flora of the Lower Don (key). Part I (Flora Nizhnego Dona [opredelitel]. Chast I). Rostov: Rostov University; 1984. [in Russian] (Флора Нижнего Дона (определитель). Часть I / под ред. Г.М. Зозулиной, В.В. Федяевой. Ростов: Ростовский университет; 1984).

Информация об авторах

Марина Михайловна Силантьева, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Алтайский государственный университет, 656049 Россия, Барнаул, пр. Ленина, 61, msilan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7102-2675>

Ольга Николаевна Мироненко, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Алтайский государственный университет, 656049 Россия, Барнаул, пр. Ленина, 61, olgmironenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0091-5043>

Наталья Владимировна Овчарова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Алтайский государственный университет, 656049 Россия, Барнаул, пр. Ленина, 61, ovcharova_n_w@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8657-3226>

Ирена Георгиевна Чухина, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, i.chukhina@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3587-6064>

Юлия Романовна Полтарацкая, лаборант-исследователь, Алтайский государственный университет, 656049 Россия, Барнаул, пр. Ленина, 61, lunxclaw@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-6944-3875>

Анастасия Викторовна Небылица, младший научный сотрудник, Алтайский государственный университет, 656049 Россия, Барнаул, пр. Ленина, 61, nastaynebylitsa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3129-414X>

Ольга Владимировна Бычкова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Алтайский государственный университет, 656049 Россия, Барнаул, пр. Ленина, 61, olga4ka_asu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7639-1787>

Елена Павловна Мякишева, младший научный сотрудник, Алтайский государственный университет, 656049 Россия, Барнаул, пр. Ленина, 61, emjak@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8492-7405>

Information about the authors

Marina M. Silantyeva, Dr. Sci. (Biology), Chief Researcher, Altai State University, 61 Lenina Ave., Barnaul 656049, Russia, msilan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7102-2675>

Olga N. Mironenko, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Altai State University, 61 Lenina Ave., Barnaul 656049, Russia, olgmironenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0091-5043>

Natalia V. Ovcharova, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Altai State University, 61 Lenina Ave., Barnaul 656049, Russia, ovcharova_n_w@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8657-3226>

Irena G. Chukhina, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, i.chukhina@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3587-6064>

Yulia R. Poltaratskaya, Laboratory Research Assistant, Altai State University, 61 Lenina Ave., Barnaul 656049, Russia, lynxclaw@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-6944-3875>

Anastasiya V. Nebylitsa, Associate Researcher, Altai State University, 61 Lenina Ave., Barnaul 656049, Russia, nastaynebylitsa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3129-414X>

Olga V. Bychkova, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Altai State University, 61 Lenina Ave., Barnaul 656049, Russia, olga4ka_asu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7639-1787>

Elena P. Myakisheva, Associate Researcher, Altai State University, 61 Lenina Ave., Barnaul 656049, Russia, emjak@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8492-7405>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.11.2024; одобрена после рецензирования 28.11.2024; принята к публикации 03.12.2024.
The article was submitted on 22.11.2024; approved after reviewing on 28.11.2024; accepted for publication on 03.12.2024.