

**ФИТОИНДИКАЦИЯ МЕСТООБИТАНИЙ И ЭКОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ
GALEOBDELON LUTEUM HUDS. (LAMIACEAE)**

© 2026 Г.О. Османова^{1,*}, Д.С. Шахурдин¹, Г.А. Богданов²

¹Марийский государственный университет

ул. Осипенко, 60, г. Йошкар-Ола, 424002, Россия

²Государственный природный заповедник «Большая Кокшага»

ул. Воинов-Интернационалистов, 26, г. Йошкар-Ола, 424038, Россия

*e-mail: gyosmanova@yandex.ru

Аннотация. *Galeobdelon luteum* – редкий для Республики Марий Эл вид. В Мари-Турекском (6) и Параньгинском (1) районах исследованы 7 местообитаний *G. luteum*. Анализ таксономического разнообразия сообществ показал, что лидирующими семействами с максимальным числом видов в них являются Rosaceae, Poaceae, Pinaceae, Lamiaceae. Видовое богатство варьирует от 16 видов (местообитание 3) до 50 видов (местообитание 7). Сравнительный анализ флористического состава местообитаний *G. luteum* с использованием индексов Жаккара и Серенсена-Чекановского показал низкое сходство растительных сообществ и свидетельствует об их неоднородности по флористическому составу. Фитоиндикационная оценка местообитаний *G. luteum* по 10 экологическим шкалам Д.Н. Цыганова показала, что вид проявляет стенобионтность по всем климатическим и почвенным факторам, световому режиму ($I_{т_{клим.}} = 0.14$; $I_{т_{Лс}} = 0.22$; $I_{т_{почв.}} = 0.15$) и не выходит за рамки фундаментальной экологической ниши. Находясь в узких диапазонах экологических параметров, на территории республики *G. luteum* не может реализовать все возможные потенции, т.к. находится на северо-восточной границе ареала. Выделение экогеографических единиц (ЭГЕ) основано на анализе тематических географических карт (речных бассейнов, почв, особо охраняемых природных территорий) и данных фитоиндикационной оценки экотопов, полученных с помощью экологических шкал Д.Н. Цыганова. ЦП *G. luteum*, расположенные территориально близко друг к другу и находящиеся в сходных почвенных и иных условиях, объединили в ЭГЕ. Для ЦП *G. luteum* выделили 4 ЭГЕ: ЭГЕ–1 (ЦП 4 и 7), ЭГЕ–2 (ЦП 1), ЭГЕ–3 (ЦП 2 и 5) и ЭГЕ–4 (ЦП 3 и 6). Три ЭГЕ *G. luteum* (ЭГЕ–1, 2, 4) находятся в зоне ООПТ, а ЭГЕ–3 (ЦП 2 и 5) – вне охраняемой территории, поэтому необходимо создание новой ООПТ или расширение границ уже существующих.

Ключевые слова: *Galeobdelon luteum* Huds., редкий вид, Республика Марий Эл, фитоиндикация, экологические шкалы, экогеографическая единица, особо охраняемые природные территории

Поступила в редакцию: 18.03.2026. **Принята к публикации:**

Для цитирования: Османова Г.О., Шахурдин Д.С., Богданов Г.А. 2026. Фитоиндикация местообитаний и экогеографические единицы *Galeobdelon luteum* Huds. (Lamiaceae). — Фиторазнообразие Восточной Европы. 20(2): 175–188. DOI: 10.24412/2072-8816-2026-20-2-175-188

ВВЕДЕНИЕ

Исчезновение редких и уязвимых видов растений неизбежно ведет к сокращению биологического разнообразия, а важной тому причиной является изменение среды обитания (рубка лесов, выпас скота, антропогенное вмешательство и др.). Особенно остро на это реагируют виды, находящиеся на границах своих ареалов, поскольку имеют низкие адаптационные возможности.

В Красную книгу Республики Марий Эл 2023 г. включено 214 видов растений, из них 140 покрытосеменных (Red..., 2023), по сравнению с данными за 2013 г. (Red..., 2013), произошло увеличение (207 видов растений, из них 133 цветковых).

Ранее (Zhivotovsky, 2016, 2017; Zhivotovsky, Osmanova, 2018, 2019; Osmanova, Bogdanov, Zhivotovsky, 2019) было предложено использовать в целях управления природными биологическими ресурсами (промысла, воспроизводства, охраны) экогеографические единицы (ЭГЕ), каждая из которых представляет собой природное тело, скомпонованное из эколого-географических характеристик ареала и эколого-биологических признаков исследуемых популяций.

Границы популяций определяются двумя основными факторами: условиями среды и пределами генных потоков. Природная популяция (многие поколения, обитающие в одном месте), адаптируется к его условиям и благодаря внутренним генным потокам формирует свои уникальные особенности, общие для особей этой популяции. Условия среды – главный, определяющий фактор в жизни популяции. Ее фенотипический облик и генетический профиль – эволюционные производные этих условий. Поэтому важно найти подходы к районированию популяций (Zhivotovsky, Osmanova, 2020).

Зеленчук желтый (*Galeobdolon luteum* Huds.) – представитель семейства Lamiaceae, европейско-средиземноморский бореально-неморальный вид (Abramov, 2000). С 1997 г. *G. luteum* включен в Красную книгу РМЭ (Red..., 1997) со статусом 5 (восстанавливающийся в численности вид, находящийся на северо-восточной границе ареала), в Красную Книгу Нижегородской (категория В2) (Red..., 2017) и Кировской (категория III) областей (Red..., 2014).

В России *G. luteum* встречается в европейской части, в том числе во всех областях нечерноземной полосы Средней России, а также в прилегающих районах Черноземья (Gubanov et al., 2004). В РМЭ обнаружен в Юго-Западном (правобережном) и Восточном природных районах, произрастает во влажных хвойно-широколиственных лесах на известняковом субстрате (Abramov, 2008). В 2013 г. согласно данным Красной книги РМЭ (Red..., 2013) *G. luteum* был отмечен в Горномарийском (правобережье), Мари-Турекском и Параньгинском районах (рис. 1а), а через 10 лет еще в Оршанском и Сернурском районах (рис. 1б).

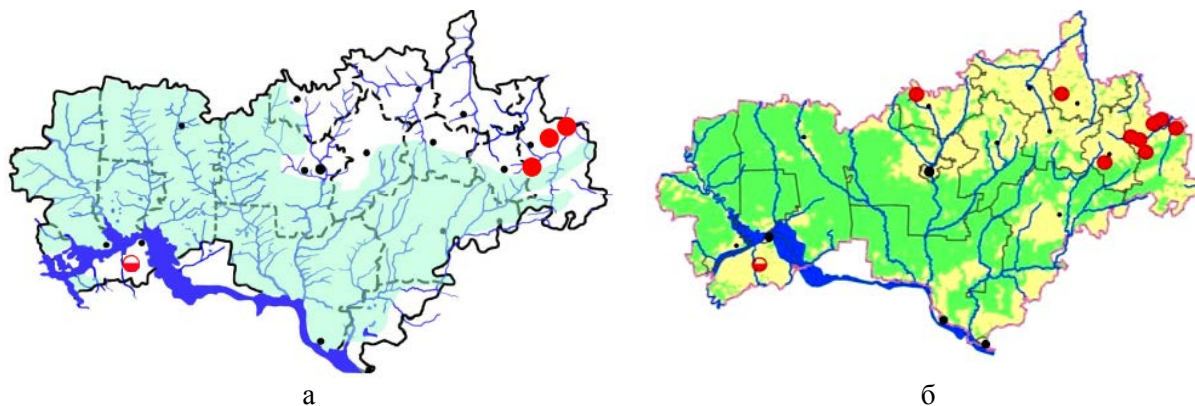


Рис. 1. Карта Республики Марий Эл (места произрастания *Galeobdolon luteum* отмечены красными кружками; кружок, закрашенный наполовину – место обнаружения вида до 2000 г.): а – данные за 2013 г.; б – данные за 2023 г. (Red..., 2013; 2023)

Fig. 1. Map of the Mari El Republic (*Galeobdolon luteum* habitats are marked with red circles; half-filled circles indicate locations where the species was discovered before 2000): а – data for 2013; б – data for 2023 (Red..., 2013; 2023)

Последние несколько лет наблюдается тенденция к изменению численности *G. luteum*. Площадь популяций *G. luteum* варьирует от 2–3 соток (Параньгинский и Сернурской районы) до нескольких гектар (Мари-Турекский район) при проективном покрытии вида от 1–5 до 30%. В некоторых популяциях за последние 8–10 лет занимаемая площадь увеличилась в 5 раз. Однако в отдельных местообитаниях популяции *G. luteum* сократились за счет вытеснения нитрофильными видами (Red..., 2013; 2023).

Зеленчук зеленый охраняется на территории заказника «Холодный Ключ» (Мари-Турекский район), памятников природы «Реликтовые леса» и «Сендинская лиственничная роща» (Параньгинский район), «Озеро Табашинское» (Оршанский район). Запланировано создание памятников природы «Кумерская Гора (близ с. Мари-Билямор)» «Южные склоны к р. Ноля» (Red..., 2023).

Несмотря на постепенное восстановление популяции *G. luteum*, все же этот редкий вид нуждается в охране, поскольку в первую очередь страдает из-за вырубki лесов.

Цель работы – провести экологическую оценку местообитаний *G. luteum* и проанализировать организацию ЦП *G. luteum* с позиций экогеографического подхода.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Зеленчук желтый – многолетнее длиннокорневищное поликарпическое травянистое растение, эутрофный мезофит (Serebryakov, 1964; Gybanov et al., 2004). Онтогенез *G. luteum* впервые описан О.В. Смирновой и Н.А. Тороповой (Smirnova, Toropova, 1976). Растение вначале формирует ортотропные побеги, которые затем полегают и укореняются в узлах. Во взрослом состоянии *G. luteum* представляет собой куртину, состоящую из первичного куста, соединенную плагитропными побегами с одним или несколькими парциальными побегами или кустами. Парциальные кусты формируют собственную корневую систему мочковатого типа, и при разрушении связи между материнским и дочерними кустами, переходят к автономному существованию, а это приводит к образованию клона и разных по онтогенетическому составу рамет. Причем материнский куст не погибает, а продолжает нарастать и образует генеративные побеги. Активно формируются и боковые почки, что приводит к вегетативному разрастанию, поэтому по демографической классификации (Smirnova et al., 1976) тип биоморфы *G. luteum* можно охарактеризовать как явнополицентрический, а элементом ценопопуляции в этом случае выступает парциальный куст. Тип вегетативного размножения – партикуляция взрослых особей. Скорость вегетативного разрастания варьирует от 60 до 120 см в год. Согласно классификации типов поведения О.В. Смирновой (Smirnova, 1987) *G. luteum* относится к реактивным (эксплерентным) видам, подтипу конкурентнореактивные, к группе вегетативно подвижных.

Исследования проводили в 6 местообитаниях Мари-Турекского и в одном Параньгинского районов РМЭ. В каждом местообитании произрастает по одной ценопопуляции (ЦП). Названия ассоциаций даны по доминантной классификации.

Местообитание 1. Заказник «Холодный ключ», 92 кв. Мари-Турекского л-ва Ассоциация – сосняк разнотравно-зеленчуковый. Площадь, занятая ЦП *G. luteum* 750 м². Площадка находится на территории бывшего пионерского лагеря. На левом берегу р. Ноля, верхняя часть пологого склона на границе с лугом. Есть антропогенное вмешательство. Рядом стоянка для туристов, которая посещается редко.

Местообитание 2. Окрестности д. Б. Ноля. Ассоциация – ельник берёзово-липовый звездчатково-кисличково-зеленчуковый. Площадь, занятая ЦП *G. luteum* 400 м². Участок с редким видом находится между д. Б. Ноля и д. Елымбаево, и является священной рощей. Он расположен в северной части священной рощи. Есть сухостой и вывалы ели финской (*Picea X fennica* (Regel) Kom.). После аномальной жары 2010 г. часть ели усохла и была вырублена.

Местообитание 3. Окрестности бывшей д. Кумер. Ассоциация – сероольшаник зеленчуковый. Площадь, занятая ЦП *G. luteum* 60 м². За последние 10 лет на 5% сократились заросли этого растения – вытесняется нитрофилами. Участок находится на левом притоке р. Ашланки, в нижней части каньонообразного оврага с ручейком с каменистым дном. По дну каньона известняк, наилок из суглинка, мергеля. По обрывистым склонам отмечены обнажения суглинка и мергеля. Выше по склону ельник кисличниковый с пихтой. Поперек каньона много валежа, сухостойного и живого (упавшие во время разрушения склона). Часть древостоя после засухи 2010 года упала.

Местообитание 4. Окрестности д. Ельсуково, просека кв. 48/49. Ассоциация – березняк елово-липовый широколиственный. Площадь, занятая ЦП *G. luteum* 250 м². Пробная площадь расположена в 3-х км к югу юго-западу от деревни. Южнее, через просеку в 61 квартале была вырубка, зарастающая березняком липовым. В 48 квартале, через просеку – березняк липовый. К востоку и к северу – березняки елово-липовые. Ель на участке частично усохла, есть ее

валеж. ЦП *G. luteum* занимает площадь 2%. В соседнем квартале, через просеку его проективное покрытие достигает до 15%.

Местообитание 5. Окрестности д. Яхино, 43 кв. Косолаповского участкового л-ва. Ассоциация – сосняк зеленчуково-корневищноосоковый с елью (*Picea x fennica* (Regel) Kom.). Площадь, занятая ЦП *G. luteum* 400 м².

Местообитание 6. Окрестности д. Ворончихино, 3 кв. Сендинского участкового л-ва. Ассоциация – липняк еловый зеленчуково-звездчатковый с осинкой (*Populus tremula* L.) и подростом пихты (*Abies sibirica* Ledeb.). Площадь, занятая ЦП *G. luteum* 600 м².

Местообитание 7. Граница двух районов – Мари-Турекского (близ д. Зверев) и Параньгинского л-ва. Ассоциация – кедрчак елово-сосновый костянично-зеленчуковый. Пробная площадь расположена в 1,8 км к северо-востоку от деревни, в восточной части Параньгинского района (19 кв., 2 выд.) на границе с Мари-Турекским. Возраст посадок кедра 55–60 лет. В 1997 году была проведена выборочная рубка ели. Есть остатки от разложившихся пней и стволов, и зарастающие зелеными мхами. Общая площадь, занятая кедрчак 5 га. В местах складирования скелетных веток и вершинника произрастают нитрофильные виды растений. Много валежа ивы козьей (*Salix caprea* L.), которая выпала из древостоя.

Для выявления флористического сходства между исследованными фитоценозами был использован коэффициент Жаккара (Schmidt, 1984) и Серенсена-Чекановского (Lebedeva, Drozdov, Krivolutsky, 2004).

В работе использовали фитоиндикационный, популяционный и картографический методы. В местах произрастания *G. luteum* (лесные фитоценозы) были заложены площадки размером 20×20 м и проведены стандартные геоботанические описания экотопов. Флористические списки обработали по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова (Tsyganov, 1983) с помощью программы ECOSCALE WIN методом средневзвешенной середины интервала (Zybikova et al., 2008). С использованием подходов Л.А. Жуковой (Zhykova, 2004) рассчитали потенциальную (PEV) и реализованную (REV) экологические валентности. Эффективность освоения экологического пространства ЦП оценили с помощью коэффициента экологической эффективности ($K_{ec,eff}$). Для характеристики отношения конкретного вида к совокупному воздействию нескольких факторов рассчитали индекс толерантности (I_t) (Ecological scale ..., 2010).

Экогеографический подход подразумевает выделение экогеографических единиц (ЭГЕ) и экогеографических агрегаций (ЭГА) для определения границ будущих природоохранных территорий необходимых для изучения популяционной структуры *G. luteum*. Согласно этому подходу ЦП *G. luteum*, произрастающие в относительно однородной среде и связанные друг с другом потенциальными генными потоками, объединяются в экогеографическую единицу. Границей ЭГЕ служит дальность генного потока, то есть условный радиус разноса пыльцы и диаспор. Для определения однородности среды, ЦП *G. luteum* охарактеризовали по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова (Tsyganov, 1983). Далее с использованием картографического метода и ГИС-технологии анализа географических карт (Quantum GIS, 2017) провели анализ тематических карт Республики Марий Эл (речных бассейнов, почвенной и особо охраняемых природных территорий РМЭ), на которые нанесли координаты мест произрастания объекта исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ таксономического разнообразия фитоценозов с участием ЦП *G. luteum* показал, что в местообитании 1 (сосняк разнотравно-зеленчуковый) и 2 (ельник березово-липовый звездчатково-кисличково-зеленчуковый) доминируют представители семейства розовые (5 и 4 вида соответственно); осоковые, мятликовые, сосновые (по 3 вида); астровые, гвоздичные, лютиковые, сосновые, спаржевые, яснотковые и щитовниковые (по 2 вида), а остальные 11 семейств (64.7%) и 15 семейств (65.2%) во втором местообитании – по 1 виду (рис. 2а, б).

В местообитаниях 3 (сероольшаник зеленчуковый, видовое богатство 16 видов) и 4 (березняк елово-липовый широколиственный, видовое богатство 23 вида) лидируют представители семейства яснотковые (4 и 3 вида соответственно). Десять (83.3%) и 16 (84.2%) семейств в этих местообитаниях представлены одним видом (рис. 3а, б). Двумя видами в местообитании 3 представлено лишь одно семейство розовые, а в 4-ом – 2 семейства (сосновые и лютиковые).

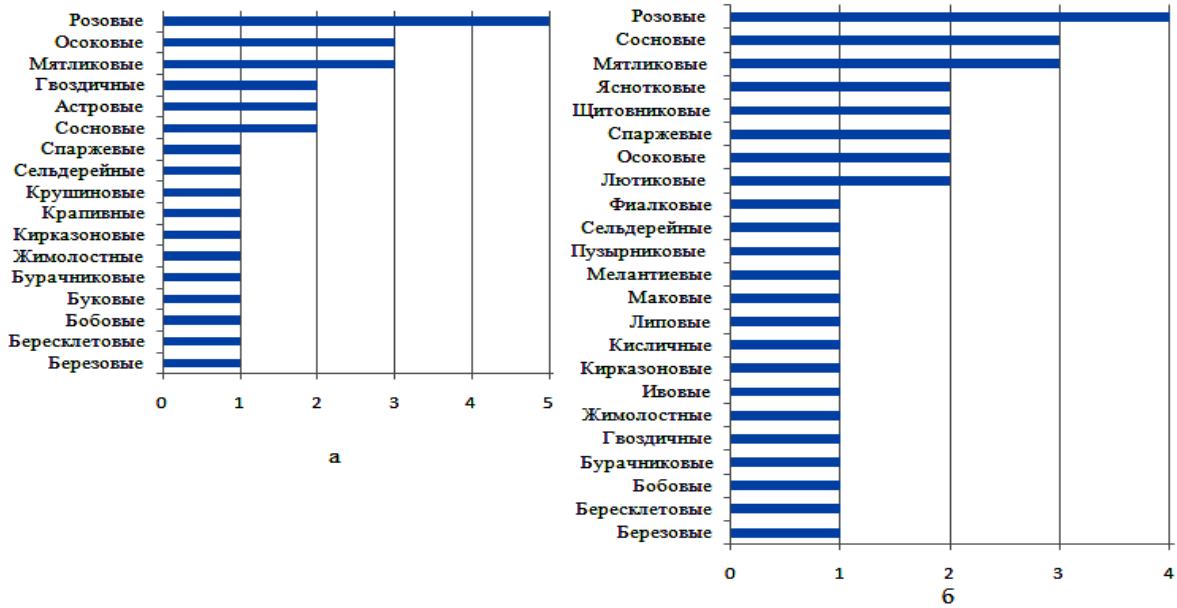


Рис. 2. Спектр семейств сосудистых растений: а – местообитание 1, б – местообитание 2; по оси абсцисс – число видов

Fig. 2. Spectrum of vascular plant families: a – habitat 1, b – habitat 2; the abscissa axis shows the number of species



Рис. 3. Спектр семейств сосудистых растений: а – местообитание 3, б – местообитание 4; по оси абсцисс – число видов

Fig. 3. Spectrum of vascular plant families: a – habitat 3, b – habitat 4; the abscissa axis shows the number of species

Сравнивая исследуемые фитоценозы, можно отметить, что наиболее богатым по видовому составу (50 видов, относящихся к 29 семействам) является ассоциация кедрача елово-соснового костянично-зеленчукового (местообитание 7). Ведущими в этом сообществе выступают 3 семейства (мятликовые, розовые, сосновые – по 4 вида, 10.3%), 3 семейства (осоковые, сельдерейные, яснотковые – по 3 вида, 10.3%), 6 семейств (20.7%) – по 2 вида, а остальные 17 (58.6%) – по 1 виду (рис. 4).

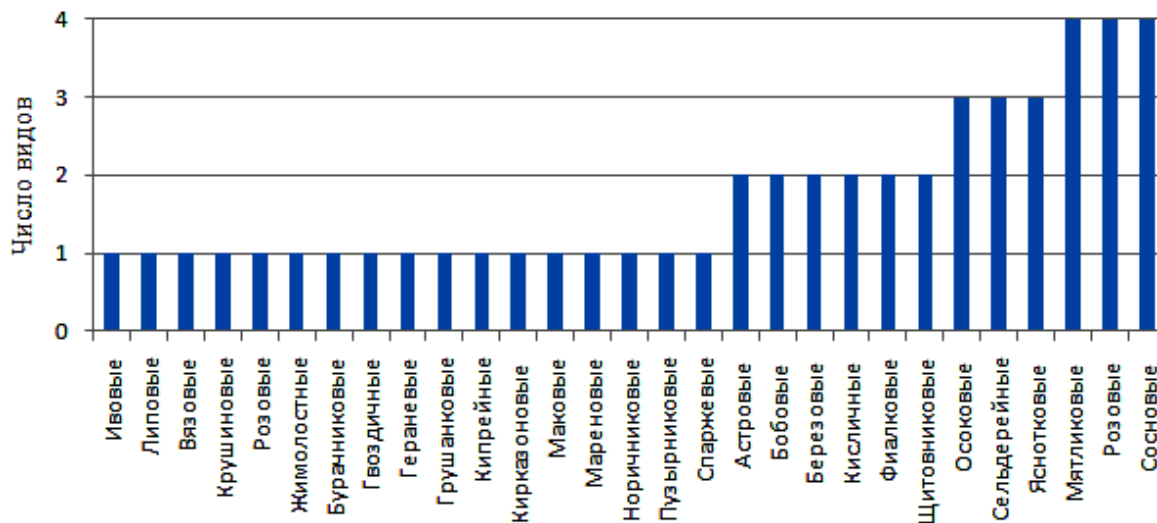


Рис. 4. Спектр семейств сосудистых растений в местообитании 7 *Galeobdolon luteum*

Fig. 4. Spectrum of vascular plant families in habitat 7 *Galeobdolon luteum*

В результате сравнительного анализа флористического состава пяти местообитаний *G. luteum* с использованием индексов Жаккара и Серенсена-Чекановского установлена различная степень сходства растительных сообществ (табл. 1).

Таблица 1. Сходство видового состава местообитаний *Galeobdolon luteum**

Table. 1. Similarity of the species composition of *Galeobdolon luteum* habitats*

Местообитания	1	2	3	4	7
1	1.00	$I_J=0.33$	$I_J=0.14$	$I_J=0.18$	$I_J=0.18$
2	$I_{S-C}=0.49$	1.00	$I_J=0.10$	$I_J=0.23$	$I_J=0.27$
3	$I_{S-C}=0.25$	$I_{S-C}=0.19$	1.00	$I_J=0.08$	$I_J=0.09$
4	$I_{S-C}=0.30$	$I_{S-C}=0.38$	$I_{S-C}=0.15$	1.00	$I_J=0.17$
7	$I_{S-C}=0.31$	$I_{S-C}=0.43$	$I_{S-C}=0.17$	$I_{S-C}=0.29$	1.00

Примечание * коэффициенты: I_J – Жаккара, I_{S-C} – Серенсена-Чекановского
 Note * coefficients: I_J – Jaccard, I_{S-C} – Sorensen-Chekanowsky

Значения коэффициента Жаккара варьируют от 0.08 до 0.33, а Серенсена-Чекановского – от 0.15 до 0.49. Умеренное сходство наблюдается между местообитанием 1 и 2 ($I_{S-C} = 0.49$; $I_J = 0.33$), присутствуют общие виды. Местообитание 3 *G. luteum* (видовое богатство 16 видов) имеет наименьшее сходство с остальными местообитаниями (все значения индекса Серенсена-Чекановского $\leq 0,25$).

Следовательно, полученные значения свидетельствуют о низком сходстве и о неоднородности сравниваемых сообществ по флористическому составу.

В исследуемых сообществах нами были выявлены и другие виды растений, включенные в Красную книгу РМЭ (Red book..., 2013, 2023): ветреничка алтайская (*Anemonoides altaica* (С.А. Меу.) Holub) и хохлатка плотная (*Corydalis bulbosa* (L.) DC.).

Результаты обработки флористических списков показали, что в целом, абиотические условия местообитаний ЦП *G. luteum* являются сходными и укладываются в диапазоны, приводимые Д.Н. Цыгановым (1983) для данного вида (табл. 2, рис. 5). ЦП *G. luteum* произрастают на довольно богатых (баллы от 6.0 до 7.0), достаточно обеспеченных азотом, кислых / слабокислых (от 6.5 до 8.5) почвах с сухолесолуговым / влажно-лесолуговым (12.0–13.5) слабо переменным увлажнением, предпочитают полуоткрытые пространства и светлые леса.

По термоклиматическому, омброклиматическому, криоклиматическому и фактору кислотности почв *G. luteum* – мезовалентен (МВ), по факторам континентальности климата и освещенности-затенения – эвривалентен (ЭВ), по фактору богатства почв азотом – гемиевривалентен (ГЭВ). Лишь по фактору увлажнения и солевого режима почвы *G. luteum* оказался стеновалентным и гемистеновалентным видом.

Коэффициент экологической эффективности для климатических факторов варьирует от 19.1 (Тм) до 42.5% (Сг); для почвенных факторов – от 27.0 (Нд) до 42.2% (Рс). Именно по факторам шкал Сг и Рс видом освоено наибольшее экологическое пространство – 42.5 % и 42.2% соответственно.

Оценка реализованных экологических валентностей (REV) по климатическим и почвенным шкалам выявила, что в условиях РМЭ ЦП *G. luteum* в незначительной степени реализуют свои потенциальные возможности.

Таблица 2. Характеристика местообитаний *Galeobdolon luteum* по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова

Table 2. Characteristics of habitats of *Galeobdolon luteum* according to ecological scales of D.N. Tsyganov

Диапазон экологических шкал (Цыганов, 1983) Range of ecological scales (Tsyganov, 1983)	Экологическая позиция вида по шкале факторов (Цыганов, 1983) Ecological position of a species on a scale of factors (Tsyganov, 1983)	Потенциальная экологическая валентность (PEV) Ecological position of a species on a scale of factors (Tsyganov, 1983)	Реализованная экологическая валентность (REV) Realized Environmental Valence (REV)	Коэффициент экологической эффективности (K _{ec.eff.} , %) Ecological efficiency coefficient (K _{ec.eff.} , %)	Индекс толерантности (I _t) Tolerance index (I _t)
Tm (1–17)	5–12	0.47 МВ/MV	0.09	19.1	I _t _{клим.} = 0.14 СБ/SB
Kn (1–15)	3–12	0.67 ЭВ/EV	0.13	19.4	
Om (1–15)	5–11	0.47 МВ/MV	0.13	27.8	
Cr (1–15)	6–12	0.47 МВ/MV	0.2	42.5	
Lc (1–9)	3–9	0.78 ЭВ/EV	0.22	28.2	I _t _{Lc} = 0.22 СБ/SB
Hd (1–23)	9–15	0.30 СВ/SV	0.11	36.6	I _t _{почв.} = 0.15 СБ/SB
Tr (1–19)	3–9	0.37 ГСВ/HSV	0.1	27.0	
Rc (1–13)	5–11	0.54 МВ/MV	0.23	42.6	
Nt (1–11)	3–9	0.64 ГЭВ/HEV	0.18	28.1	
fH (1–11)	–*	–	0.14	–	

Примечание. Экологические шкалы: Тм – термоклиматическая, Кп – континентальности климата, Ом – омброклиматическая аридности-гумидности, Сг – криоклиматическая, Нд – увлажнения почвы, Тг – солевого режима почв, Nt – богатства почв азотом, Рс – кислотности почв, Fh – переменности увлажнения, Лс – освещенности-затенения. Экологическая валентность: СВ – стеновалентная; ГСВ – гемистеновалентная; ЭВ – эвривалентная; ГЭВ –

гемизвивалентная; МВ – мезовалентная. Группы толерантности: СБ – стенобионтная, * – данные отсутствуют.

Note. Ecological scales: Tm – thermoclimatic, Kn – continentality of climate, Om – ombroclimatic aridity-humidity, Cr – cryoclimatic, Hd – soil moisture, Tr – soil salt regime, Nt – soil nitrogen richness, Rc – soil acidity, Fh – moisture variability, Lc – illumination-shading. Ecological valence: SV – sthenovalent; HSV – hemisthenovalent; EV – euryvalent; HEV – hemieuryvalent; MV – mesovalent. Tolerance groups: SB – sthenobiont, * – no data available.

Максимальное значение REV наблюдается по факторам кислотности почв (0.23) и освещенности-затенения (0.22). По другим факторам значения REV варьируют от 0.09 до 0.18, что в несколько раз ниже значений PEV. Значения потенциальной и реализованной экологической валентности *G. luteum* графически показано на диаграмме (рис. 5).

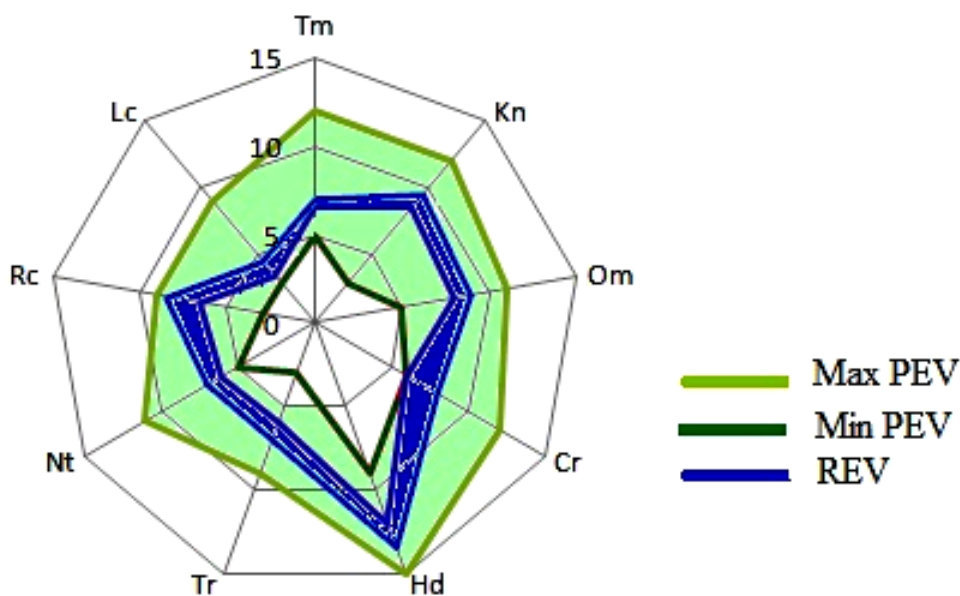


Рис. 5. Экологические валентности ценопопуляций *Galeobdolon luteum*: зеленая область – потенциальная (PEV), синяя область – реализованная (REV); обозначения шкал см. в табл. 2

Fig. 5. Ecological valences of *Galeobdolon luteum* coenopopulations: green area – potential (PEV), blue area – realized (REV); for scale designations see Table 2

Диаграмма наглядно иллюстрирует – видом охвачен незначительный диапазон амплитуд по всем экологическим факторам. Экологические позиции изученных ЦП *G. luteum* полностью укладываются в рамки возможных экологических потенций.

Для всестороннего изучения популяций необходимо сочетание традиционных ботанико-географических и современных молекулярно-генетических методов. С целью изучения организации ЦП *G. luteum* был применен экогеографический подход, согласно которому, ЦП со схожими экологическими условиями и расположенные территориально близко друг к другу мы объединили в экогеографические единицы. Для оценки сходства или различия экологических параметров, были проанализированы тематические карты речных бассейнов, почвы и ООПТ республики (рис. 6–8).

На рис. 6 видно, что все местообитания *G. luteum* находятся в одном речном бассейне (бассейн р. Уржумки).

Ценопопуляции 4 и 7 *G. luteum* расположены на одном типе почв – дерново-слабо- и среднеподзолистых пермских супесях с галькой. Их условные радиусы перекрываются, очевидно, что это одна ЭГЕ (ЭГЕ–1). Отдельно от других находится ЦП 1 (ЭГЕ–2), растет на дерново-слабо- и среднеподзолистых (мало- и среднегумусных суглинистых почвах, с пятнами серых почв) на пермских глинах, подстилаемых мергелями и известняками (рис. 7).

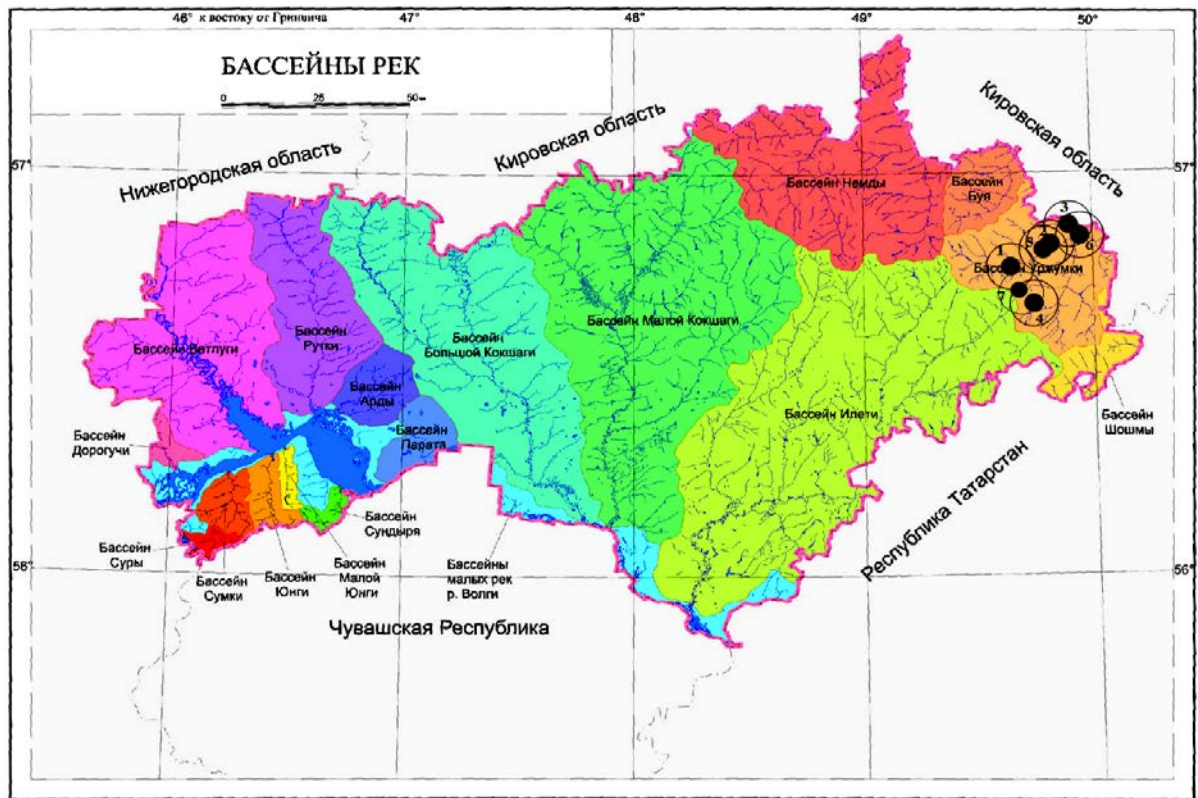


Рис. 6. Местообитания изученных ценопопуляций *Galeobdolon luteum*, спроецированные на карту речных бассейнов Республики Марий Эл (<http://geo12.rf>) (отмечены черными кружками, область вокруг кружка – условный радиус распространения генных потоков)

Fig. 6. Habitats of the studied *Galeobdolon luteum* cenopopulations, projected onto the map of river basins of the Republic of Mari El (<http://geo12.rf>) (marked with black circles, the area around the circle is the conditional radius of the spread of gene flows)

Радиус распространения генных потоков не перекрывается с радиусом ЦП 5 *G. luteum*, которая тоже находится на таком же типе почв. Но ее радиус перекрывается с радиусом ЦП 2, которая произрастает на другом типе почв – дерново-слабо- и среднеподзолистых супесчаных и песчаных почвах на пермских коричневых песках. Поэтому ЦП 5 и ЦП 2 можно объединить в ЭГЕ–3 (если исходить из бассейнового принципа). Видно четкое перекрывание зон и даже наложение их друг на друга. Очевидно, это свидетельствует о близости этих ЦП, хотя они и растут на разных типах почв, но это требует генетических исследований. На таком же типе почв расположены ЦП 3 и ЦП 6 *G. luteum*, которые образуют ЭГЕ–4 (рис. 7).

Если посмотреть на карту ООПТ РМЭ (рис. 8) то можно увидеть, что ЭГЕ–1, ЭГЕ–2 и ЭГЕ–4 *G. luteum* находятся в охраняемой зоне (см. легенду к рис. 8). А вот ЭГЕ–3 *G. luteum* (на рис. 8 обозначена !) не попадает ни на одну из существующих охраняемых территорий.

На следующем этапе работы необходимо проведение генетического анализа. Он позволит оценить корректность объединения популяций в ЭГЕ, путем анализа изменчивости ДНК-маркеров внутри и между ЭГЕ (по показателям генетического сходства или расстояния между популяциями, генетическим кластерам особей или популяций, оценкам межпопуляционных генных обменов и пр.).

На данном этапе работы генетический анализ не проведен, но собранные данные, их обработка и анализ позволяют нам выдвинуть гипотезу генетического родства изученных ЦП *G. luteum*.

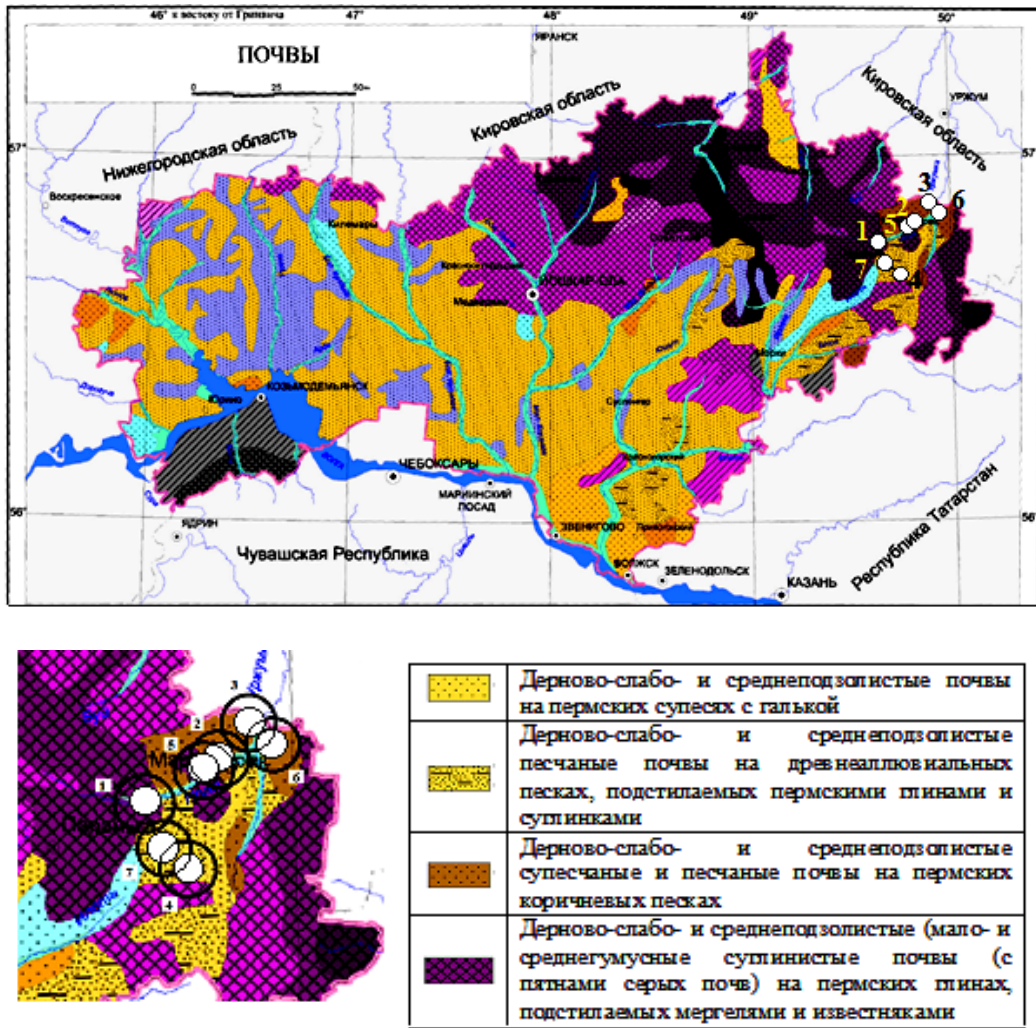


Рис. 7. Местообитания изученных ценопопуляций *Galeobdolon luteum*, спроецированные на почвенную карту Республики Марий Эл (<http://geo12.pf>) (отмечены белыми кружками); ниже – увеличенный фрагмент карты с ЭГЕ *G. luteum*.

Fig. 7. Habitats of the studied coenopopulations of *Galeobdolon luteum*, projected onto the soil map of the Mari El Republic (<http://geo12.pf>) (marked with white circles); below is an enlarged fragment of the map with EGU *G. luteum*.

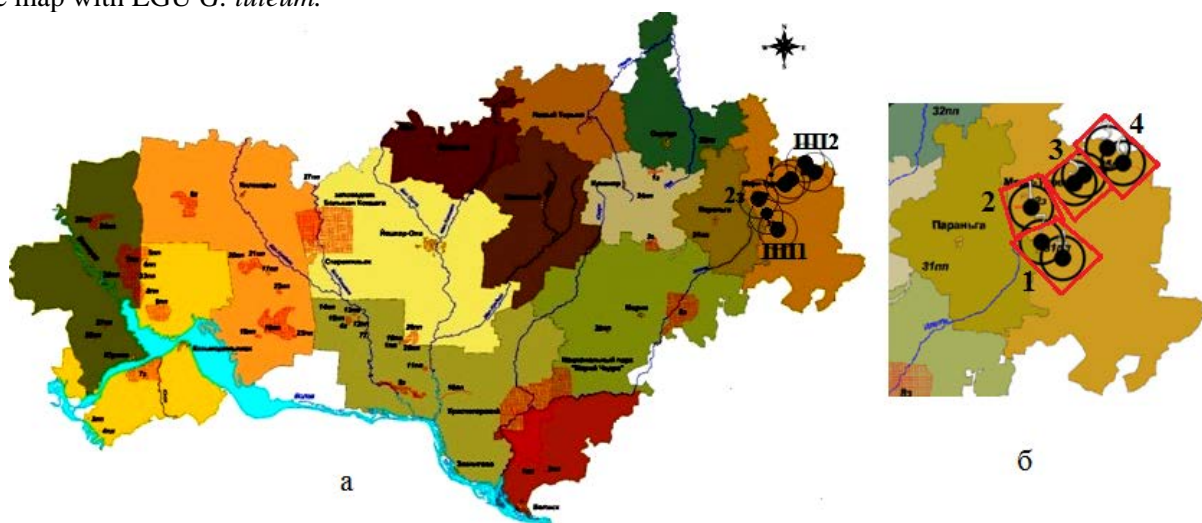


Рис. 8. Экогеографические единицы *Galeobdolon luteum*, спроецированные на карту ООПТ Республики Марий Эл (<http://reo12.pf>): а) ПП1 – памятник природы «Реликтовые леса», ПП2 –

памятник природы «Река Ирека», 2з – государственный природный биологический заказник республиканского значения «Холодный ключ», ! – местообитания ЦП 2 и 5 (ЭГЕ–3), нуждающиеся в охране; б) фрагмент карты с ЭГЕ–1 (ЦП 4, 7), ЭГЕ–2 (ЦП 1), ЭГЕ–3 (ЦП 3, 5), ЭГЕ–4 (ЦП 2, 6)

Fig. 8. Ecogeographic units of *Galeobdolon luteum*, projected onto the map of specially protected natural areas of the Republic of Mari El (<http://geo12.pф>): a) PP1 – natural monument «Relict forests», PP2 – natural monument «Ireka River», 2z – state natural biological reserve of republican significance «Kholodny Klyuch», ! – habitats of CP 2 and 5 (EGU–3), in need of protection; b) fragment of a map with EGU–1 (CP 4, 7), EGU–2 (CP 1), EGU–3 (CP 3, 5), EGU–4 (CP 2, 6)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование организации ЦП *G. luteum* с использованием экогеографического подхода продолжает серию работ по изучению редких видов растений РМЭ.

Зеленчук желтый редкий для РМЭ вид, находится на границе своего ареала. Анализ таксономического разнообразия сообществ выявил 4 лидирующих семейства с максимальным числом видов в них: Rosaceae, Poaceae, Pinaceae, Lamiaceae. Видовое богатство в семи исследуемых ассоциациях варьирует от 16 до 50 видов (местообитание 3 и 7 соответственно). Низкие значения индексов Жаккара и Серенсена-Чекановского свидетельствуют о неоднородности растительных сообществ по флористическому составу и низком их сходстве. Фитоиндикация местообитаний *G. luteum* по 10 экологическим шкалам Д.Н. Цыганова показала, что вид проявляет стенобионтность по всем климатическим и почвенным факторам, световому режиму ($It_{\text{клим.}} = 0.14$; $It_{\text{Лс}} = 0.22$; $It_{\text{почв.}} = 0.15$) и не выходит за рамки фундаментальной экологической ниши. Находясь в узких диапазонах экологических параметров, на территории республики *G. luteum* не может реализовать все возможные потенции, т.к. находится на северо-восточной границе ареала.

Для оценки устойчивости популяции важно знать связанность соседних ЦП генными потоками. Определив генетическую однородность близко расположенных ЦП, можно рассчитать расстояние разноса пыльцы и диаспор. Эти сведения важны не только для изучения структуры популяций *G. luteum*, но и для обнаружения путей распространения данного вида на территории Республики Марий Эл. Выделение экогеографических единиц (ЭГЕ) провели на основе анализа тематических географических карт (речных бассейнов, почвы, ООПТ) и данных фитоиндикационной оценки экотопов, полученных с помощью экологических шкал Д.Н. Цыганова. Для ЦП *G. luteum* выделили 4 ЭГЕ: ЭГЕ–1 (ЦП 4 и 7), ЭГЕ–2 (ЦП 1), ЭГЕ–3 (ЦП 2 и 5) и ЭГЕ–4 (ЦП 3 и 6). Три ЭГЕ *G. luteum* (ЭГЕ–1, 2, 4) находятся в зоне ООПТ, а ЭГЕ–3 (ЦП 2 и 5) – вне охраняемой территории. Выделение ЭГЕ *G. luteum* и особенно ЭГЕ–3, которая не вошла ни в одну природоохранную зону, в дальнейшем можно рассматривать как кандидата на создание новой ООПТ или расширения уже существующих.

На сегодняшний день задача сохранения *G. luteum* актуальна не только на территории Мари-Турекского и Параньгинского районов, но и других, где произрастают ЦП этого вида. Особое внимание нужно уделять охране лесных фитоценозов, поскольку *G. luteum* приурочен именно к этим сообществам. Благодаря своим биологическим особенностям ЦП *G. luteum* способны к вегетативному самоподдержанию, семенное возобновление несколько подавлено.

Необходимо также подчеркнуть, что в изученных местообитаниях обнаружены и другие редкие виды растений – ветреничка алтайская и хохлатка плотная, которые тоже нуждаются в охране.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Abramov] Абрамов Н.В. 2008. Флора Республики Марий Эл: справочное пособие. Йошкар-Ола. 196 с.
- [Abramov] Абрамов Н.В. 2000. Флора Республики Марий Эл: инвентаризация, районирование и проблемы рационального использования ее ресурсов. Йошкар-Ола. 164 с.
- [Ecological...] Эколого-географический атлас Республики Марий Эл / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geo12.pф/atlas/> (дата обращения 13.03.2026).

- [Gybanov et al.] Губанов И.А., Киселёва К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. 2004. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 3: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М. 520 с.
- [Lebedeva et al.] Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А. Биологическое разнообразие: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. 2004. М. 422 с.
- [Osmanova et al.] Османова Г.О., Богданов Г.А., Животовский Л.А. 2019. Выделение многовидовых экогеографических агрегаций редких видов растений в целях организации охраняемых природных территорий (на примере флоры Республики Марий Эл. — Экология. 5: 373–377.
- Quantum GIS. 2026. <<http://www.gisenglish.com/2026/03/download-free-qgis-21815-for-windows.html>> (дата обращения: 11.03.2026).
- [Red..., 1997] Красная книга Республики Марий Эл: редкие и нуждающиеся в охране растения Марийской флоры. 1997. Йошкар-Ола. 128 с.
- [Red..., 2013] Красная книга Республики Марий Эл. Растения. Грибы. 2013. Йошкар-Ола. 324 с.
- [Red..., 2014] Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы. 2014. Киров. 336 с.
- [Red..., 2017] Красная книга Нижегородской области. 2017. 2-е изд., перераб. и доп. – т. 2.: Сосудистые растения, моховидные, водоросли, лишайники, грибы. Калининград. 304 с.
- [Red..., 2023] Красная книга Республики Марий Эл. Растения. Грибы. 2023. Йошкар-Ола. 352 с.
- [Schmidt] Шмидт В.Н. Математические методы в ботанике. 1984. Л. 288 с.
- [Serebryakov] Серебряков И.Г. 1964. Жизненные формы высших растений и их изучение. — Полевая геоботаника. Л. 3: 146–208.
- [Smirnova et al.] Смирнова О.В., Торопова Н.А. 1987. Зеленчук желтый // Биологическая флора Московской области. М. Вып. 3. С. 139–150.
- [Smirnova] Смирнова О.В. 1987. Структура травяного покрова широколиственных лесов. М. 206 с.
- [Tsyganov] Цыганов Д.Н. 1983. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. 198 с.
- [Zhivotovsky et al.] Животовский Л.А., Османова Г.О. 2018. Эколого-географический подход к выявлению популяционной структуры вида у растений. — В кн.: Экология и география растений и растительных сообществ: материалы IV междунар. науч. конф. Екатеринбург. С. 282–285.
- [Zhivotovsky et al.] Животовский Л.А., Османова Г.О. 2019. Популяционная биогеография растений. Йошкар-Ола. 128 с.
- [Zhivotovsky et al.] Животовский Л.А., Османова Г.О. 2020. Экогеографические единицы и охрана внутривидового разнообразия. — Известия РАН. Серия биологическая. 2: 124–136.
- [Zhivotovsky] Животовский Л.А. 2016. Популяционная структура вида: Эко-географические единицы и генетическая дифференциация популяций. — Биология моря. 42 (5): 323–333.
- [Zhivotovsky] Животовский Л.А. 2017. Популяционная структура вида: эко-географический подход. — В кн.: Проблемы популяционной биологии: материалы XII Всероссийского популяционного семинара памяти Николая Васильевича Глотова. С. 89–91.
- [Zhykova et al.] Жукова Л.А., Дорогова Ю.А., Турмухаметова Н.В., Гаврилова М.Н., Полянская Т.А. 2010. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений. Йошкар-Ола. 368 с.
- [Zhykova] Жукова Л.А. 2004. Оценка экологической валентности основных эколого-ценотических групп: подходы и методы. — В кн.: Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. М. Кн. 1. С. 256–259.
- [Zybikova et al.] Зубкова Е.В., Ханина Л.Г., Грохлина Т.И., Дорогова Ю.А. 2008. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoscaleWin: уч. пособие. Йошкар-Ола. 96 с.

**PHYTOINDICATION OF HABITAT AND ECOGEOGRAPHIC UNITS
OF *GALEOBDOLON LUTEUM* HUDS. (LAMIACEAE)**

© 2026 G.O. Osmanova^{1*}, D.S. Shakhurdin¹, G.A. Bogdanov²

¹Mari State University

60, Osipenko Str., Yoshkar-Ola, 424002 Russia

²State Nature Reserve «Bolshaya Kokshaga»,

26, Voinov-Internationalistov Str., Yoshkar-Ola, 424038, Russia

*e-mail: gyosmanova@yandex.ru

Abstract. *Galeobdolon luteum* is a rare species in the Mari El Republic. Seven *G. luteum* habitats were studied in the Mari-Turek (6) and Paranginsky (1) districts. Analysis of the taxonomic diversity of the communities revealed that the leading families with the highest number of species are Rosaceae, Poaceae, Pinaceae, and Lamiaceae. Species richness varies from 16 species (habitat 3) to 50 species (habitat 7). Comparative analysis of the floristic composition of *G. luteum* habitats using the Jaccard and Sørensen-Czekanowsky indices revealed low similarity between plant communities, indicating heterogeneity in their floristic composition. Phytoindication assessment of *G. luteum* habitats according to 10 ecological scales of D.N. Tsyganov showed that the species exhibits stenobionticity in all climatic and soil factors, light regime ($I_{\text{clim.}} = 0.14$; $I_{\text{Lc}} = 0.22$; $I_{\text{soil.}} = 0.15$) and does not go beyond the fundamental ecological niche. Situated within narrow ecological parameters, *G. luteum* cannot realize its full potential in the republic, as it is located at the northeastern boundary of its range. The identification of ecogeographic units (EGUs) is based on the analysis of thematic geographic maps (river basins, soils, specially protected natural areas) and phytoindication data for ecotopes obtained using D.N. Tsyganov's ecological scales. *G. luteum* CPs located close to each other and experiencing similar soil and other conditions were combined into an EGE. Four EGEs were identified for *G. luteum* CPs: EGE–1 (CPs 4 and 7), EGE–2 (CP 1), EGE–3 (CPs 2 and 5), and EGE–4 (CPs 3 and 6). Three *G. luteum* EGEs (EGE–1, 2, 4) are located within the protected area, while EGE–3 (CPs 2 and 5) is located outside the protected area. Therefore, it is necessary to create a new protected area or expand the boundaries of an existing one.

Keywords: *Galeobdolon luteum* Huds., rare species, Mari El Republic, phytoindication, ecological scales, ecogeographic unit, specially protected natural areas

Submitted: 18.03.2026. **Accepted for publication:** 15.05.2026.

For citation: Osmanova G.O., Shakhurdin D.S., Bogdanov G.A. 2026. Phytoindication of habitat and ecogeographic units of *Galeobdolon luteum* Huds. (Lamiaceae). — Phytodiversity of Eastern Europe. 20(2): 175–188. DOI: 10.24412/2072-8816-2026-20-2-175-188

REFERENCES

- Abramov N.V. 2000. Flora of the Mari El Republic: inventory, zoning and problems of rational use of its resources. Yoshkar-Ola. 164 p. (In Russ.).
- Abramov N.V. 2008. Flora of the Mari El Republic: reference manual. Yoshkar-Ola. 196 p. (In Russ.).
- Ecological and geographical atlas of the Mari El Republic / [Electronic resource]. Access mode: <https://geo12.rf/atlas/> (date of access 13/03/2026). (In Russ.).
- Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tikhomirov V.N. 2004. Illustrated guide to plants of Central Russia. Vol. 3: Angiosperms (dicotyledons: dicotyledons). Moscow. 520 p. (In Russ.).
- Lebedeva N.V., Drozdov N.N., Krivolutsky D.A. 2004. Biological diversity: Textbook for students of higher educational institutions. Moscow. 422 p.
- Osmanova G.O., Bogdanov G.A., Zhivotovsky L.A. 2019. Identification of multi-species ecogeographical aggregations of rare plant species for the purpose of organizing protected natural areas (using the flora of the Mari El Republic as an example. — Ecology. 5: 373–377. (In Russ.).
- Quantum GIS. 2026. <<http://www.gisenglish.com/2026/03/download-free-qgis-21815-for-windows.html>> (дата обращения: 11.03.2026).

- Red Data Book of Nizhny Novgorod Region. 2017. 2nd edition, revised and expanded. – V. 2.: Vascular plants, bryophytes, algae, lichens, fungi. Kaliningrad. 304 p.
- Red Data Book of the Kirov Region: animals, plants, mushrooms. 2014. Kirov. 336 p. (In Russ.).
- Red Data Book of the Republic of Mari El. Plants. Mushrooms. 2023. Yoshkar-Ola. 352 p. (In Russ.).
- Red Data Book of the Republic of Mari El. Plants. Mushrooms. 2013. Yoshkar-Ola. 324 p. (In Russ.).
- Red Data Book of the Republic of Mari El: Rare and Protected Plants of the Mari Flora. 1997. Yoshkar-Ola. 128 p. (In Russ.).
- Schmidt V.N. Mathematical methods in botany. 1984. Leningrad. 288 p. (In Russ.).
- Serebryakov I.G. 1964. Life forms of higher plants and their study. — Field geobotany. Leningrad. 3: 146–208. (In Russ.).
- Smirnova O.V. 1987. Structure of the grass cover of broad-leaved forests. Moscow. 206 p.
- Smirnova O.V., Toropova N.A. 1987. Yellow Zelenchuk. — Biological flora of the Moscow region. Moscow. Issue 3. P. 139–150.
- Tsyganov D.N. 1983. Phytoindication of ecological regimes in the subzone of coniferous-deciduous forests. Moscow. 198 p. (In Russ.).
- Zhivotovsky L.A. 2016. Population structure of the species: Eco-geographical units and genetic differentiation of populations. — Marine Biology. 42 (5): 323–333. (In Russ.).
- Zhivotovsky L.A. 2017. Population structure of the species: eco-geographical approach. — Problems of population biology: materials of the XII All-Russian population seminar in memory of Nikolai Vasilyevich Glotov. P. 89–91. (In Russ.).
- Zhivotovsky L.A., Osmanova G.O. 2018. Ecological and geographical approach to identifying the population structure of a plant species. — Ecology and geography of plants and plant communities (Proceedings of the IV International Scientific Conf. Ekaterinburg. P. 282–285. (In Russ.).
- Zhivotovsky L.A., Osmanova G.O. 2020. Ecogeographic units and protection of intraspecific diversity. — Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Biological Series. 2: 124–136. (In Russ.).
- Zhivotovsky, Osmanova G.O. 2019. Population biogeography of plants. Yoshkar-Ola. (In Russ.).
- Zhukova L.A. 2004. Assessment of the ecological valence of the main ecological-cenotic groups: approaches and methods. — East European forests: history in the Holocene and modern times. Moscow. Book 1. P. 256–259. (In Russ.).
- Zhukova L.A., Dorogova Yu.A., Turmukhametova N.V., Gavrilova M.N., Polyanskaya T.A. 2010. Ecological scales and methods of analysis of ecological diversity of plants. Yoshkar-Ola. 368 p. (In Russ.).
- Zubkova E.V., Khanina L.G., Grokhлина T.I., Dorogova Yu.A. 2008. Computer processing of geobotanical descriptions on ecological scales using the EcoscaleWin program: a tutorial. Yoshkar-Ola. 96 p. (In Russ.).