

Научная статья/Research Article

УДК 582.949.2:581.821:633.88

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-10-94-108

Ольга Михайловна Савченко¹, Никита Игоревич Ковалев²

^{1,2}Всероссийский НИИ лекарственных и ароматических растений, Москва, Россия

¹nordfenugreek@yandex.ru

²kovalevteam@mail.ru

АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА ЗЮЗНИК

Цель исследований – изучение изменчивости эпидермальных структур листовой пластинки трех видов зюзника в зависимости от абиотических факторов. Практическая значимость заключается в определении экологической пластичности объектов исследования при возделывании в условиях агроценоза. Исследования проводились во Всероссийском научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений в 2020–2024 гг. Объекты исследования – молодые и средневозрастные генеративные растения зюзника европейского, зюзника высокого и зюзника блестящего из особей вегетативного происхождения, культивируемые в полевом севообороте. Опыты закладывались в лекарственном севообороте лаборатории агробиологии Центра растениеводства путем постановки полевых опытов. Для закладки опытных насаждений использовали вегетативный способ размножения (весной, столонами). Исследования проводились на полностью сформированных листовых пластинках из среднего яруса. Участки эпидермы изучались на временных препаратах. Препараты готовили по методикам для световой микроскопии. У исследованных видов установлено наличие важных механизмов физиологических адаптивных реакций за счет корректировки морфологической структуры – количества устьиц и повышения опущенности. Доказана высокая экологическая пластичность зюзника европейского, зюзника высокого и зюзника блестящего: в отличие от растений, произрастающих в природных условиях, у культивируемых видов отсутствуют гидатоды. На борьбе, в условиях дефицита почвенной и атмосферной влаги у трех видов зюзника проявляются ксероморфные черты: происходит увеличение числа простых и железистых трихом на обеих сторонах листовой пластинки, повышается общее количество устьиц, а их размеры сокращаются.

Ключевые слова: зюзник европейский, зюзник высокий, зюзник блестящий, устьица, трихомы, ГТК по Селянинову

Для цитирования: Савченко О.М., Ковалев Н.И. Анализ морфометрических особенностей листовых пластинок у представителей рода Зюзник // Вестник КрасГАУ. 2025. № 10. С. 94–108. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-10-94-108.

Финансирование: данное исследование выполнено в соответствии с темой НИР ФГБНУ ВИЛАР «Формирование, сохранение и изучение биоколлекций генофонда различного направления с целью сохранения биоразнообразия и использования их в технологиях здоровьесбережения» (FGUU-2025-0001). Исследования проводились в рамках работ с биообъектами уникальной научной установки «Биоколлекции ФГБНУ ВИЛАР».

Olga Mikhailovna Savchenko¹, Nikita Igorevich Kovalev²

^{1,2}All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants

¹nordfenugreek@yandex.ru

²kovalevteam@mail.ru

ANALYSIS OF MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF LEAF BLADE IN GENUS *LYCOPUS* EXEMPLARS

The aim of this study is to investigate the variability of leaf blade epidermal structures in three species of watercress, depending on abiotic factors. The practical significance lies in determining the ecological plasticity of the studied plants when grown in agroecosystem conditions. Research was conducted at the All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants from 2020 to 2024. The subjects of the study were young and middle-aged generative plants of watercress (*Lycopus europaeum*), watercress (*Lycopus talliana*), and watercress (*Lycopus splendens*), derived from individuals of vegetative origin, cultivated in a field crop rotation. The experiments were established within the medicinal crop rotation system of the Agrobiology Laboratory of the Plant Growing Center through field trials. Vegetative propagation (in spring, by stolons) was used to establish experimental plantings. The study was conducted on fully formed leaf blades from the middle tier. Epidermal sections were examined on temporary preparations. The specimens were prepared using light microscopy techniques. The studied species were found to exhibit important mechanisms of physiological adaptive responses due to adjustments in morphological structure – stomata number and increased pubescence. High ecological plasticity was demonstrated for European watercress, tall watercress, and shining watercress: unlike plants growing in natural conditions, the cultivated species lack hydathodes. In drylands, under conditions of soil and atmospheric moisture deficiency, the three watercress species exhibit xeromorphic traits: an increase in the number of simple and glandular trichomes on both sides of the leaf blade, an increase in the total number of stomata, and a reduction in their size.

Keywords: *Lycopus europaeus*, *Lycopus exaltatus*, *Lycopus lucidus*, stomata, trichome, Selyaninov's hydrothermal complex (HTC)

For citation: Savchenko OM, Kovalev NI. Analysis of morphometric characteristics of leaf blade in genus *Lycopus* exemplars. *Bulletin of KSAU*. 2025;(10):94-108. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-10-94-108.

Funding: this study was conducted in accordance with the research project of the Federal State Budgetary Scientific Institution VILAR "Formation, Preservation, and Study of Gene Pool Biocollections of Various Directions for the Purpose of Conserving Biodiversity and Using Them in Health-Saving Technologies" (FGUU-2025-0001). Research was conducted as part of work with biological objects of the unique scientific facility "Biocollections of the Federal State Budgetary Scientific Institution VILAR."

Введение. Исследование морфометрических особенностей листьев представляет интерес для систематики и является важнейшим направлением в экологической анатомии растений. Структура эпидермы листьев представляет собой наиболее пластичную часть растительно-го организма, в связи с чем на ней наглядно проявляются реакции растения на изменение абиотических факторов. К важным для изучения параметрам относят строение устьичного аппарата, количество устьиц и кроющих трихом на единицу площади. Данные органы отражают адаптационные возможности растений к условиям внешней среды и коррелируют с комплексом экологических факторов [1].

В последние десятилетия в процессе изменения климата происходит потепление на 1,5–2 °C, которое приводит к изменению температурного и водного режимов во всех регионах. В Нечерноземной зоне РФ частым явлением становится засушливая погода во второй поло-

вине вегетационного периода. Опасность для многолетних растений заключается в необходимости быстрой адаптации к новым условиям окружающей среды. По прогнозам ученых к концу XXI века ожидается повышение глобальной температуры на 6 °C. Увеличение показателей транспирации может привести к снижению или истощению запасов воды в почвах, вызывая водный стресс у растений в засушливые сезоны. В связи с повсеместным ухудшением агроэкологических условий существует проблема создания и внедрения сортов с высокой экологической пластичностью [2].

У растений выявлено большое число механизмов для защиты от различных абиотических стрессов, к ним относится опушение листьев. Железистые трихомы осуществляют синтез и выделение вторичных метаболитов. Кроющие трихомы отвечают за поддержание водного баланса, защиту от перегрева, обладают барьерными функциями по отношению к возбудителям

болезней и вредителям, оказывают влияние на фотосинтез [3, 4].

При диагностике засухоустойчивости растений обращают внимание на такие признаки ксероморфности, как: сильное опушение листьев и других органов растения, высокая плотность мелких устьиц и эфирномасличных железок / железистых трихом, препятствующих испарению воды [5].

Растения рода Зюзник привлекают внимание исследователей, как перспективные для лечения заболеваний щитовидной железы. Препараты зюзника европейского рекомендованы для лечения дисфункций щитовидной железы (легких форм гипертиреоза), однако до сих пор отсутствуют на рынке лекарственных препаратов в России. В плане фармакогностического изучения наиболее полно описан зюзник европейский, на лекарственное растительное сырье которого разработан проект фармакопейной статьи «Зюзника европейского травы» [6–8].

В настоящее время в ФГБНУ ВИЛАР изучается культивирование трех видов рода Зюзник.

Зюзник европейский – многолетний травянистый корневищный гемикриптофит. Корневище членистое, шнуровидное, ползучее, с длинными, тонкими подземными побегами. Стебли 30–100 см высотой, толщиной до 0,7 см, четырехгранные, бороздчатые, прямостоячие или восходящие от основания, чаще простые или слабоветвистые, снизу голые или опущены редкими короткими волосками, в средней и верхней части стебля – рассеянно опущенные. При основании стеблей иногда встречаются длинные ползучие побеги. Листья простые, супротивные, продолговато-эллиптические или ланцетно-эллиптические, с коротким черешком. Черешок переходит в главную жилку листа. Листья по краю цельнокрайние либо выемчато- и неравномерно глубококрупнозубчатые или крупнопильчатые, нижние перистонадрезанные [9].

Цветки у зюзника европейского мелкие, зигоморфные, многочисленные, собраны в удаленные друг от друга небольшие густые соцветия, образующие с листьями неравные по величине подобия ложных мутовок. Прицветники линейно-ланцетные, переходящие в колючку, по краям реснитчатые, короче чашечки. Чашечка колокольчатая, почти правильная, железисто-опущенная; надрезана на пять линейно-ланцетных зубцов, с длинным шиловидным окончанием, превышающим венчик или почти равных

ему. Венчик четырехлопастный, желтовато-белый, с пурпуровыми размытыми крапинками. Тычинки четыре, гнезда пыльников параллельные, столбик на верхушке раздвоенный. Цветет в июне – сентябре [9].

Зюзник высокий – многолетнее травянистое растение. Стебли высотой 50–120 см, четырехгранные, прямые, реже – разветвленные. В верхней части покрыты редкими полуприжатыми волосками и немногочисленными мелкими железками. Листья продолговато-яйцевидные, короткочерешковые или почти сидячие, глубоко, иногда почти до средней жилки перисторассеченные на ланцетные или продолговато-ланцетные, остроконечные, цельнокрайние или с немногими зубцами доли, точечно железистые, сверху голые или коротковолосистые, по жилкам (особенно средней) покрыты более длинными волосками. Цветки многочисленные, по 15–20 шт. в плотных мутовках, расположенных в пазухах листьев. Основные отличия от зюзника европейского заключаются в строении листовой пластинки: она имеет продолговато-яйцевидную форму, глубоко перисторассеченная или перистораздельная. Доли нижней губы венчика почти одинаковые. Цветет в июне – августе. Зюзник высокий широко распространен в европейской части России, на Кавказе, в Западной и Восточной Сибири, произрастает на песчано-галечных отмелях, по берегам рек и озер, в зарослях приречных кустарников, канавах, на лесных опушках [9, 10].

Зюзник блестящий – многолетник с узловатыми, до 11–12 мм в диаметре корневищем, с подземными, тонко-шнуровидными, безлистными укореняющимися в узлах побегами. Стебли голые, высотой 40–100 см, четырехгранные, по граням узкорылатые. Листья ланцетные, дуговидно-изогнуты, остропильчатые, сидячие или полуостеблеобъемлющие, кожистые, голые, сверху блестящие, снизу точечно – до 8 см длиной и до 3,5 см шириной. Листья супротивные, близлежащие пары крестообразно чередуются друг с другом. Цветки собраны в плотные пазушные мутовки. Прицветники овально-ланцетные, до 5 мм длиной. Чашечка с заостренными зубцами, волосистая, до 3 мм длиной, снабженными у основания пучком длинных волосков. Венчик почти правильный, слегка выступает из чашечки, 3,5–4 мм длиной, белый. Плоды – трехгранные орешки около 1,3 мм дли-

ной, усечено-обратнояйцевидные, с утолщенными ребрами [11].

Одним из элементов подтверждения подлинности лекарственного растительного сырья является изучение его анатомических признаков. При исследовании микроскопических особенностей анализируемого сырья необходимо обращать внимание на отличительные диагностические признаки схожих видов растений, которые являются примесями и могут быть ошибочно заготовлены. В то же время нормативная документация с критериями стандартизации сырья для зюзника высокого и зюзника блестящего отсутствует. Ранее проводились анатомические исследования эпидермы зюзника европейского и зюзника высокого [10], однако числовые характеристики эпидермальных структур этих растений и их изменчивость в зависимости от погодных условий не исследованы в полном объеме.

При введении в культуру дикорастущих растений понижается их устойчивость к конкретным факторам окружающей среды и поэтому возможность их введения в новые ландшафты ограничена [12]. В этой связи важной становится оценка адаптивных признаков для видов растений, которые в природных условиях приурочены к переувлажненным и аллювиальным экотопам. По своей экологической характеристике виды рода Зюзник проявляют свойства гигрофитов, в частности зюзник европейский и зюзник высокий относятся к растительности сыролуговых, болотных и прибрежно-водных местообитаний [13, 14]. Рост и развитие растений на богаре, в полевом севообороте требует адаптации к недостаточному увлажнению. Изучение морфологических модификаций растений к условиям агроценоза является важным направлением агробиологических исследований, позволяющих оценивать эффективность элементов технологии возделывания лекарственных культур.

Цель исследований – изучение изменчивости эпидермальных структур листовой пластинки трех видов зюзника в зависимости от абиотических факторов.

Практическая значимость заключается в определении экологической пластичности объектов исследования при возделывании в условиях агроценоза.

Объекты и методы. Исследования проводились во Всероссийском НИИ лекарственных и ароматических растений в 2020–2024 гг. Объекты

исследования – молодые и средневозрастные генеративные растения зюзника европейского, зюзника высокого и зюзника блестящего из особей вегетативного происхождения, культивируемые в полевом севообороте. Растения *Lycopus europaeus* и *Lycopus exaltatus* были привезены из экспедиции по Липецкой и Ростовской областям, *Lycopus lucidus* был привезен из КНР.

Опыты закладывались в лекарственном севообороте лаборатории агробиологии Центра растениеводства путем постановки полевых опытов. Для закладки опытных насаждений использовали вегетативный способ размножения (весной, столонами). Рельеф участка – с незначительным уклоном на восток. Почва участка дерново-подзолистая, тяжелая суглинистая, окультуренная. Гумус (по Тюрину) – 2,23 %, массовая доля азота нитратов < 2,80 млн⁻¹, массовая доля соединений фосфора (по Кирсанову) Р₂O₅ – 386,28 мг/кг, K₂O – 87,7 мг/кг (по Масловой), сумма поглощенных оснований (по Каппену) – 6,3 ммоль/100 г, pH солевой – 5,15.

Полевые исследования и сезонный ритм роста и развития растений проводили согласно принятым методикам [15, 16].

Материал для исследований был собран в фазу массового цветения. Исследование проводились на полностью сформированных листовых пластинках из среднего яруса. Участки нижней и верхней эпидермы изучались на временных препаратах. Анализ эпидермальных структур листовой пластинки проводили при увеличении ×10 и ×40 светового микроскопа. Числовые показатели определяли при помощи окуляр-микрометра 9x Ernst Zeits Wetzlar и объектив-микрометра ОМ-П с длиной основной шкалы 1 мм. Анатомические срезы у трех образцов зюзника делали вручную при помощи технических лезвий. Препараты готовили по методикам для световой микроскопии [17].

Анализ микроскопических признаков сырья проводили согласно методикам Государственной фармакопеи РФ XV издания [18] с помощью светового микроскопа ЛОМО МИКМЕД-1 и фотографировали камерой 14.0 Mp USB 2.0 C-Mount.

Измеряли длину и ширину замыкающих клеток устьиц, число устьиц на 1 мм², число простых и железистых трихом. Проводили определение коэффициентов корреляции, вычисление достоверности различий по вариантам опыта с приме-

нением дисперсионного анализа и расчет доверительного интервала на основе t-коэффициента Стьюдента при уровне значимости $P \leq 0,05$. Для каждого изучаемого признака определяли его среднее значение (M), ошибку среднего (m) и коэффициент вариации ($Cv, \%$). Уровни варьирования признаков определяли по Г.Н. Зайцеву: маловариабельные показатели, если коэффициент вариации Cv менее 20 %, средневариабельные – при $Cv > 20 \%$, сильновариабельные – при $Cv > 40 \%$ [19]. Типы устьицных аппаратов и трихом определяли по общепринятой классификации [20].

Наиболее значимой является сумма осадков и активных температур со 2-й декады мая до 2-й декады июля, так как в основном листовой аппарат у видов рода Зюзник формируется в указанный период (фазы стеблевания-бутонизации). Как видно из данных диаграммы рисунка 1, годы исследований отличаются по степени увлажненности. Погодные условия Московской облас-

ти уточняли на интернет-ресурсе «Климатический монитор» [21].

Значение ГТК определяли по формуле Г.Т. Селянинова для теплого периода: $\Gamma\text{TK} = \Sigma R / 0,1 \times \Sigma t^\circ$, где ΣR – сумма осадков за вегетационный период с температурами атмосферного воздуха выше 10°C ; Σt° – сумма температур за указанные период. Разной степени увлажнения соответствуют следующие градации ГТК: $\Gamma\text{TK} < 0,4$ – очень сильная засуха; $0,4 \leq \Gamma\text{TK} < 0,5$ – сильная засуха; $0,5 \leq \Gamma\text{TK} < 0,7$ – средне засушливо; $0,7 \leq \Gamma\text{TK} \leq 1,0$ – недостаточно влажно; $1,0 < \Gamma\text{TK} \leq 2,0$ – достаточно влажно; $\Gamma\text{TK} > 2,0$ – переувлажнено.

Согласно данным температуры воздуха, представленным на рисунке 1, в течение первой половины вегетационных сезонов 2020–2024 гг. среднемесячные значения редко превышались более, чем на $2\text{--}3^\circ\text{C}$. При этом сумма выпавших осадков значительно отклонялась от среднемесячных.

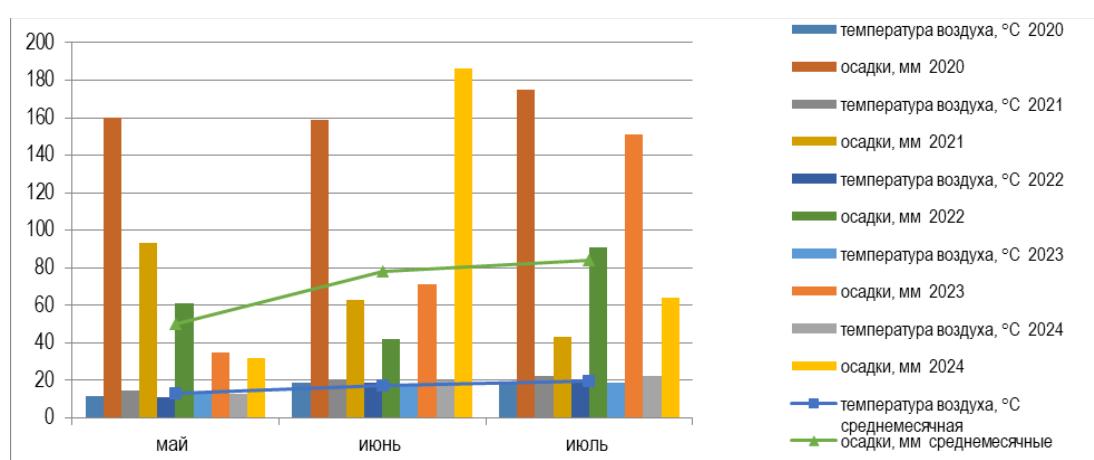


Рис. 1. Изменение погодных условий вегетационных сезонов в 2020–2024 гг.
Changes in weather conditions of the growing seasons in 2020–2024.

Результаты и их обсуждение. Листья у трех видов рода Зюзник относятся к амфистоматическому типу (устыца расположены на обеих сторонах листа), покрыты однослоиной эпидермой. Известно, что у дикорастущих растений зюзника европейского (Кировская область) листовые пластинки относятся к гипостоматическому типу расположения устьиц (только на нижней эпидерме) [22].

На адаксиальной и абаксиальной сторонах листьев исследуемых видов в условиях агрокеноза основные клетки эпидермы имеют многоугольную, круглую или слегка вытянутую форму

с извилистыми антиклинальными стенками и тупыми углами в смежных границах.

Исследованные виды зюзника имеют устьичный комплекс диацитного типа. Следует отметить, что на эпидерме растений исследованных видов отсутствуют гидатоды, хотя они присутствуют на верхушке зубчика листа у растений зюзника европейского, произрастающих в природе [6]. В зависимости от условий вегетационного сезона количество устьиц и их размеры различаются. На листовых пластинках зюзника европейского на верхней эпидерме количество устьиц в среднем по годам колеблется в пределах ошибки опыта: от 62,73 до 66,41 шт/мм².

Агрономия

В целом число устьиц у зюзника европейского из агроценоза на нижней стороне листовой пластины в несколько раз выше, чем у природных

популяций и составляет от 379 до 424 шт/мм² [22] (табл. 1).

Таблица 1

Количество (на 1 мм²) и размеры устьиц на листовых пластинках растений трех видов зюзника в 2020–2024 гг.

The quantity (per 1 mm²) and size of stomata on the leaf plates of plants of three species of Gypsophila in 2020–2024

Год	Объект	Сторона листа	Показатели								
			Кол-во устьиц, шт/мм ²			Длина устьиц, мкм			Ширина устьиц, мкм		
			lim M**	M±m	C _v %	lim M	M±m	C _v %	lim M	M±m	C _v %
2020	3Е*	Верх	60–64	62,73±5,56	20,8	20–22	20,64±2,07	16,3	14–16	14,42±1,23	7,9
		Низ	373–380	379,08±31,36	17,1	26–28	27,81±2,09	16,8	16–17	16,88±1,14	7,5
	3В*	Верх	47–55	50,96±5,18	21,6	18–24	22,55±2,12	18,9	14–16	14,67±1,28	8,0
		Низ	358–371	363,55±30,22	18,5	20–26	24,72±2,15	20,3	14–16	14,75±1,07	9,5
	3Б*	Верх	27–36	29,55±1,88	22,4	10–12	11,67±1,19	20,2	6–8	6,84±0,92	7,6
		Низ	121–132	130,63±10,74	21,5	12–14	12,88±1,32	19,8	6–8	6,96±0,91	7,7
2021	3Е	Верх	62–73	64,88±5,83	20,2	18–20	18,64±1,27	16,9	12–14	12,42±1,23	7,8
		Низ	385–397	387,48±32,86	19,7	26–28	27,11±1,89	17,4	16–17	16,36±1,34	8,5
	3В	Верх	44–60	53,75±5,26	22,3	18–24	20,96±2,44	19,9	14–16	14,61±1,22	9,0
		Низ	355–373	366,91±31,09	19,5	20–26	24,31±2,08	19,3	14–16	14,55±1,11	9,8
	3Б	Верх	26–35	28,96±1,73	22,4	10–12	11,61±1,23	19,8	6–8	6,82±0,87	7,6
		Низ	120–133	127,52±11,00	23,9	12–14	13,52±1,29	18,8	6–8	6,83±0,90	7,5
2022	3Е	Верх	64–77	65,73±6,11	20,8	16–18	16,75±1,27	18,0	8–10	8,77±1,18	7,8
		Низ	392–410	396,55±32,24	21,8	24–26	24,87±2,39	20,2	12–14	12,96±2,04	10,5
	3В	Верх	48–63	62,25±5,87	21,9	18–20	18,57±2,13	18,1	12–14	12,89±1,03	9,1
		Низ	367–388	371,39±32,11	20,5	20–24	20,77±1,68	18,5	12–14	12,95±1,06	9,2
	3Б	Верх	30–43	37,11±2,03	20,8	10–12	11,55±1,28	20,2	6–8	6,59±0,85	7,0
		Низ	129–138	135,66±12,95	20,7	12–14	13,50±1,22	19,6	6–8	6,79±0,84	8,2
2023	3Е	Верх	66–80	66,13±6,21	25,2	16–18	16,15±1,07	18,6	8–10	8,74±1,11	7,5
		Низ	412–426	416,17±38,04	22,0	24–26	24,55±2,39	21,7	12–14	12,44±2,00	9,0
	3В	Верх	51–77	68,15±6,11	22,3	16–18	16,94±2,22	18,9	10–12	10,66±1,08	8,8
		Низ	379–408	392,00±32,85	21,7	18–20	18,88±1,53	19,0	12–14	12,82±1,14	8,5
	3Б	Верх	28–44	37,88±2,17	21,4	10–12	11,54±1,14	20,0	6–8	6,51±0,77	7,2
		Низ	133–146	138,63±13,04	21,5	12–14	13,49±1,27	19,8	6–8	6,74±0,85	7,5
2024	3Е	Верх	66–82	66,41±6,35	25,4	16–18	16,15±1,07	19,3	8–10	8,74±1,11	8,0
		Низ	414–429	424,06±38,21	22,3	24–26	24,55±2,39	20,4	12–14	12,44±2,00	9,6
	3В	Верх	57–81	71,25±6,48	24,8	16–18	16,79±2,17	20,6	8–12	10,57±1,00	8,7
		Низ	388–412	402,37±32,77	25,0	18–20	18,71±1,32	22,1	10–12	12,82±1,13	9,5
	3Б	Верх	31–48	44,11±3,95	23,4	10–12	11,75±1,20	19,2	6–8	6,60±0,81	8,0
		Низ	140–154	149,67±13,31	23,8	12–14	13,08±1,24	20,0	6–8	6,70±0,89	7,2

Примечание: *ЗЕ – зюзник европейский; ЗВ – зюзник высокий; ЗБ – зюзник блестящий. **M±m – (M среднее значение, m - стандартная ошибка среднего значения); lim M – пределы среднего значения; Cv – коэффициент вариации, %.

На листовых пластинках зюзника высокого количество устьиц выше и составляет: на верхней эпидерме – от 50,96 до 71,25 шт/мм², на нижней – от 363,55 до 402,37 шт/мм². У зюзника

блестящего эти параметры изменяются еще сильнее: во влажных условиях на верхней и нижней эпидерме обнаружено 29,44 и 130,63 шт/мм² соответственно. В засушливых

условиях среднее число устьиц увеличилось до 44,111 и 149,6 шт/мм². Размеры замыкающих клеток у зюзника высокого и зюзника европейского также уменьшались в засушливых погодных условиях (см. табл. 1).

При исследовании верхней и нижней эпидермы зюзника блестящего были выявлены следующие отличия от эпидермы листовой пластинки двух других видов: общее количество устьиц значительно ниже – в 1,5–2 раза (для адаксиальной поверхности) и в 2,9 раз (для абаксиальной поверхности листа). Размеры замыкающих клеток также были меньше по сравнению с данными значениями у зюзника европейского и зюзника блестящего: независимо от условий вегетационного сезона их длина составляла от 10–12 мкм для верхней эпидермы до 12–14 мкм для нижней эпидермы, а ширина – 6–8 мкм.

Плотность устьиц верхней и нижней эпидермы листа характеризуется средней изменчивостью (17,1–25 %). Незначительно или средне варьирует длина и ширина устьиц (16,3–22 и 7,0–10,5 % соответственно) на верхней и на нижней эпидерме листьев зюзников. Средней изменчивостью характеризуются также количественные показатели опушения листьев (табл. 1, 2).

В условиях достаточного увлажнения количество простых трихом на верхней и нижней эпидерме листа *L. europaeus* в среднем составляет 296,33 и 180,0 шт/м² соответственно. У *L. exaltatus* и *L. lucidus* количество простых трихом на верхней эпидерме листьев в среднем составило 338,6 и 303,0 шт/м², а на нижней – 198,9 и 184,0 шт/м² соответственно. Разница между опущенностью нижней эпидермы листьев у трех видов зюзника в данном случае отличалась в пределах ошибки опыта (табл. 2).

Таблица 2

Количество трихом (на 1 мм²) на листовых пластинках растений

трех видов зюзника в 2020–2024 гг.

The number of trichomes (per 1 mm²) on the leaf plates of plants
of three species of Gypsophila in 2020–2024

Год	Объект	Сторона листа	Простые многоклеточные трихомы, шт/мм ²			Простые одноклеточные трихомы, шт/мм ²			Головчатые трихомы, шт/мм ²		
			lim M**	M±m	Cv, %	lim M	M±m	Cv, %	lim M	M±m	Cv, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2020	3Е*	Верх	193–247	221,55±20,41	22,3	66–80	74,78±6,85	17,9	88–104	95,44±8,37	12,6
		Низ	96–111	108,47±10,13	24,0	51–80	71,67±7,00	12,0	55–63	59,11±4,93	10,8
	3В*	Верх	108–265	251,24±22,05	23,8	72–107	87,38±7,15	16,0	82–95	88,16±8,11	12,0
		Низ	113–127	118,92±10,55	23,5	64–110	80,52±7,68	15,3	48–61	56,31±4,77	11,3
	3Б*	Верх	202–239	226,00±21,50	25,7	69–88	77,39±7,63	12,5	82–97	91,06±9,15	11,0
		Низ	99–124	112,23±11,02	23,8	55–86	72,85±7,11	14,7	51–64	58,32±4,86	11,5
2021	3Е	Верх	205–266	231,21±25,11	20,5	69–81	77,49±7,35	13,2	92–110	97,79±8,75	14,3
		Низ	107–119	113,95±11,17	20,6	55–80	75,18±6,96	13,8	61–77	71,62±7,03	11,0
	3В	Верх	221–274	269,05±23,00	26,0	78–110	91,26±8,11	17,3	97–117	98,00±10,05	12,9
		Низ	122–136	128,61±11,63	24,7	72–112	86,33±8,19	16,4	69–95	73,65±7,21	13,7
	3Б	Верх	212–271	239,60±22,49	29,8	66–82	79,63±7,89	12,5	91–108	95,88±9,32	13,8
		Низ	110–126	118,22±11,57	29,0	54–81	76,80±7,07	13,0	66–80	74,65±7,19	12,2
2022	3Е	Верх	211–273	269,00±25,71	27,5	72–99	87,08±7,97	13,6	96–117	113,22±10,11	16,7
		Низ	114–125	116,08±11,82	27,7	61–80	78,33±7,05	15,1	65–84	75,37±7,44	11,6
	3В	Верх	227–298	281,13±26,02	26,9	77–104	91,34±8,14	14,0	98–123	119,75±10,82	15,8
		Низ	129–136	128,39±12,17	28,0	69–88	80,25±7,67	15,5	77–96	84,55±7,69	12,5
	3Б	Верх	216–279	271,33±26,00	26,4	74–101	90,22±8,55	13,1	98–121	119,25±10,95	15,9
		Низ	117–128	121,11±12,04	27,2	66–82	80,06±7,97	14,5	69–97	82,16±8,39	16,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2023	3Е	Верх	210–271	266,13±27,14	28,2	71–96	86,71±8,27	16,3	97–116	114,38±13,95	16,7
		Низ	106–122	114,18±10,88	29,0	69–83	79,26±7,83	14,3	68–81	77,96±7,88	11,0
	3В	Верх	223–289	278,22±27,36	27,9	86–102	93,64±9,06	17,5	98–121	120,02±11,42	18,0
		Низ	128–145	134,61±12,55	24,5	77–98	81,42±8,13	12,7	73–97	77,96±7,91	14,5
	3Б	Верх	217–279	270,04±26,84	28,2	75–102	89,35±8,64	17,3	99–123	120,58±12,18	17,9
		Низ	110–131	120,51±11,67	28,0	71–96	82,13±8,22	13,6	74–100	87,61±8,00	14,0
2024	3Е	Верх	207–266	262,18±25,16	27,6	77–102	83,95±7,88	12,0	92–111	109,26±9,11	15,7
		Низ	103–119	112,22±10,92	28,4	66–88	81,56±7,55	14,4	67–80	74,87±7,31	11,1
	3В	Верх	221–283	277,65±27,84	28,5	88–110	97,35±9,29	13,0	98–127	122,53±12,00	21,0
		Низ	127–143	136,55±13,08	27,0	81–104	92,16±8,87	15,8	75–100	81,75±8,49	19,3
	3Б	Верх	215–272	277,00±26,15	28,5	79–112	88,66±8,03	13,7	95–117	110,45±9,90	17,0
		Низ	111–133	122,07±11,74	29,0	70–91	84,75±8,15	14,2	73–100	85,39±8,00	18,3

В засушливых условиях опущенность верхней эпидермы зюзника европейского и зюзника блестящего повышается соответственно на 16,4 и 17,0 %; опущенность нижней эпидермы зюзника европейского возрастает очень незначительно (на 7,3 %), а у зюзника блестящего – на 12,3 %. У зюзника высокого опущенность верхней эпидермы повышается на 10,6 %, а нижней – на 14,8 %. Максимальное количество железистых трихом

отмечено на листьях зюзников при засушливых условиях: в среднем оно составляло 109–122 шт/м² на верхней эпидерме и 74–85 шт/м² на нижней. Разница между количеством железистых трихом у трех видов зюзника также различалась в пределах ошибки опыта (см. табл. 2).

На эпидерме трех видов зюзника обнаружены простые и железистые трихомы, а также эфиромасличные железки (рис. 2–4).

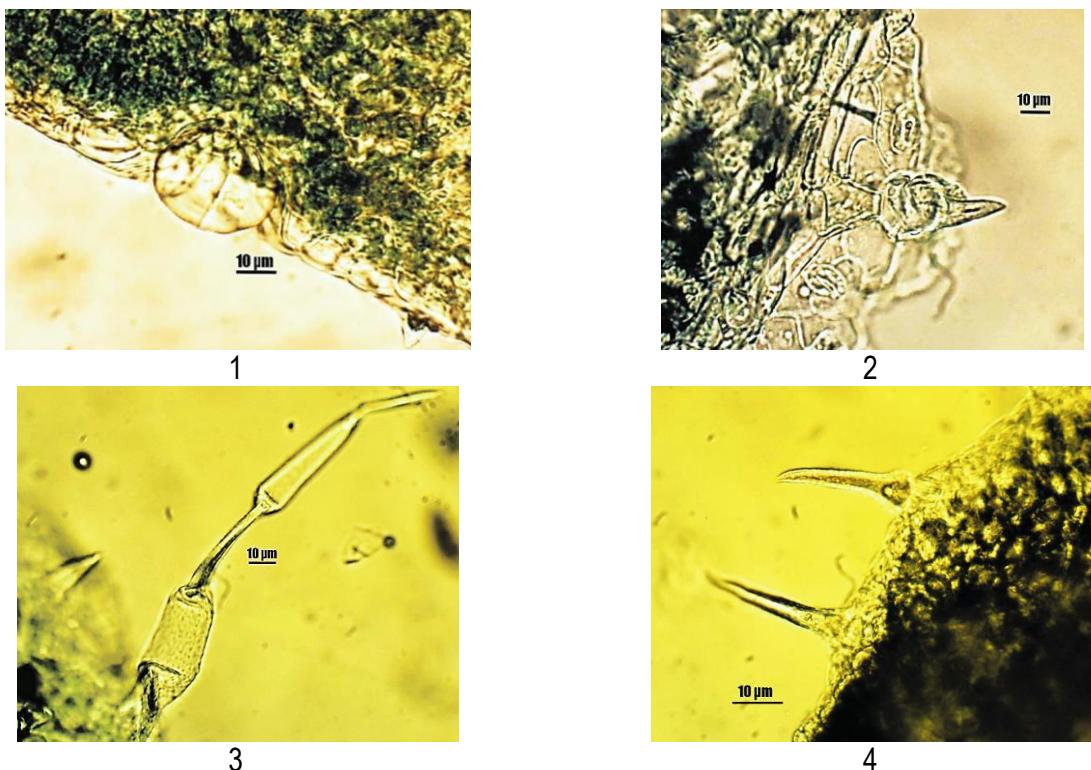
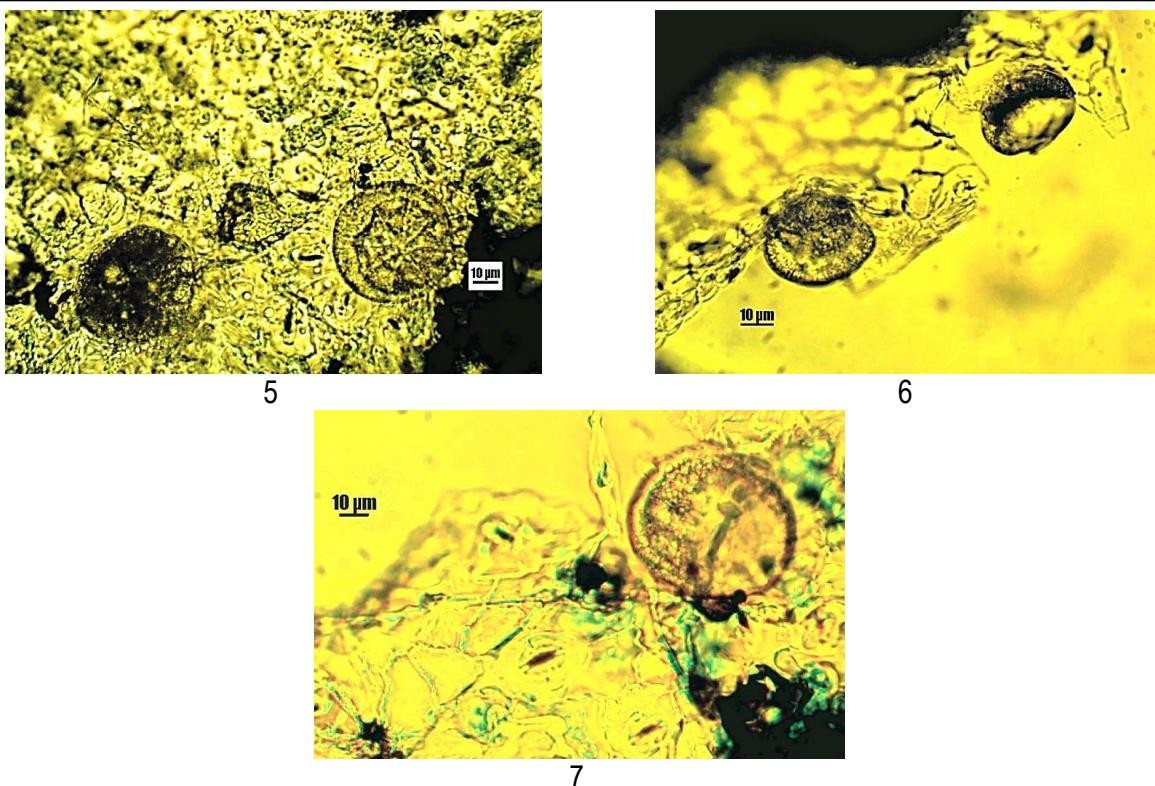


Рис. 2. Эпидермальные структуры зюзника европейского: 1, 6, 7 – железистые сидячие трихомы; 2 – конусовидные одноклеточные трихомы; 3 – многоклеточные трихомы с гребнями; 4 – одноклеточные прямые трихомы; 5 – эфиромасличные железки
Epidermal structures of Gypsywort: 1, 6, 7 – glandular sessile trichomes; 2 – conical unicellular trichomes; 3 – multicellular trichomes with ridges; 4 – unicellular straight trichomes; 5 – essential oil glands



Окончание рис. 2.

Нежелезистые трихомы имеют одну базальную эпидермальную клетку. На листовых пластинках изученных видов зюзника обнаружены простые трихомы следующих подтипов: одноклеточные конусовидные или прямыми трихомы; многоклеточные конусовидные трихомы; многоклеточные трихомы с гребнями. Такой тип трихом очень распространен на абаксиальной поверхности листа некоторых представителей семейства Яснотковые [23] (рис. 2 (3) и 3 (4)).

Нежелезистые трихомы эпидермы листовой пластинки зюзника высокого и зюзника блестящего представлены простыми многоклеточными и одноклеточными конусовидными волосками. Железистые трихомы имеют строение, типичное для семейства Яснотковые (рис. 3, 4).

Влияние засушливых погодных условий на снижение содержания биологически активных соединений у растений семейства Яснотковые нуждается в серьезном изучении. Существует закономерность между жизненной формой растения и его требовательностью к условиям произрастания. Большая часть видов семейства Яснотковые при увеличении ГТК produцируют

меньше вторичных метаболитов, в том числе – эфирного масла [24].

Доля железистых трихом недостаточно велика (27,2–35,4 %), следовательно, можно утверждать, что простые трихомы вносят высокий вклад в функционирование защиты листьев изученных видов.

Наличие железистых волосков и эфиромасличных железок обуславливают процессы накопления эфирного масла в вегетативных органах трех видов рода Зюзник. Наибольшее количество железистых трихом сосредоточено на верхней эпидерме, а эфиромасличных железок – на нижней эпидерме листовых пластинок видов рода Зюзник. Отмечено, что соотношение между количеством железистых трихом на нижней и верхней эпидерме листовой пластинки составляет в среднем, независимо от года наблюдения и видовой принадлежности, 1 : 1,4–1,5.

Зюзник блестящий характеризуется наименьшим количеством эфиромасличных органов на единицу площади (рис. 5).

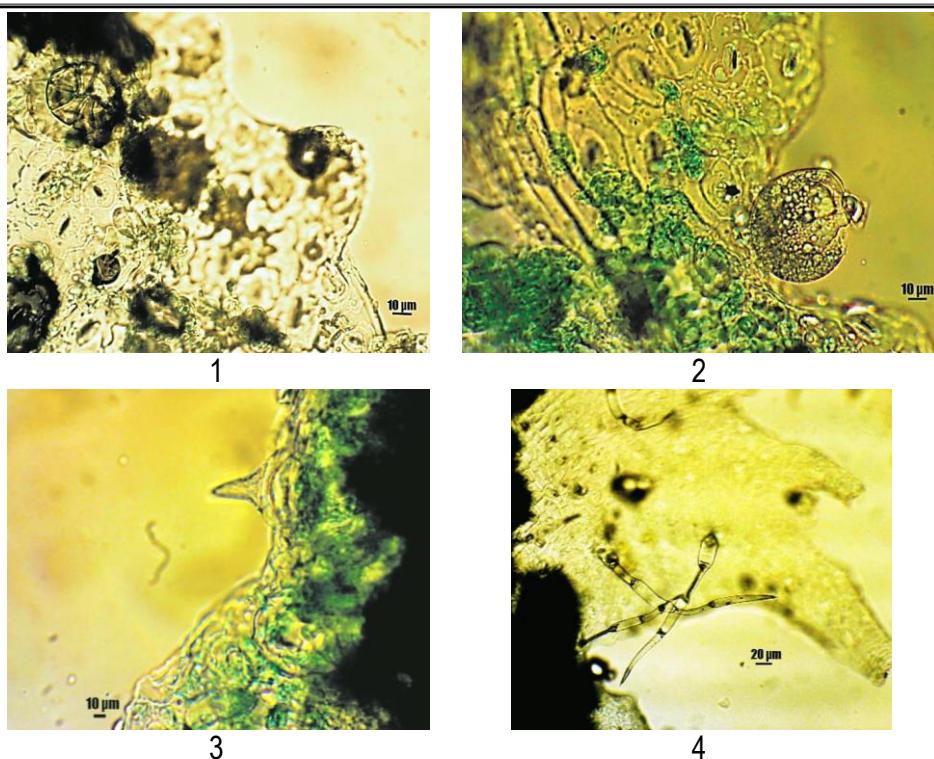


Рис. 3. Эпидермальные структуры зюзника высокого: 1 – эфиромасличные железки; 2 – железистые сидячие трихомы; 3 – конусовидные одноклеточные трихомы; 4 – многоклеточные трихомы с гребнями

Epidermal structures of the high Lycopus exaltatus: 1 – essential oil glands; 2 – glandular sessile trichomes; 3 – cone-shaped unicellular trichomes; 4 – multicellular trichomes with ridges

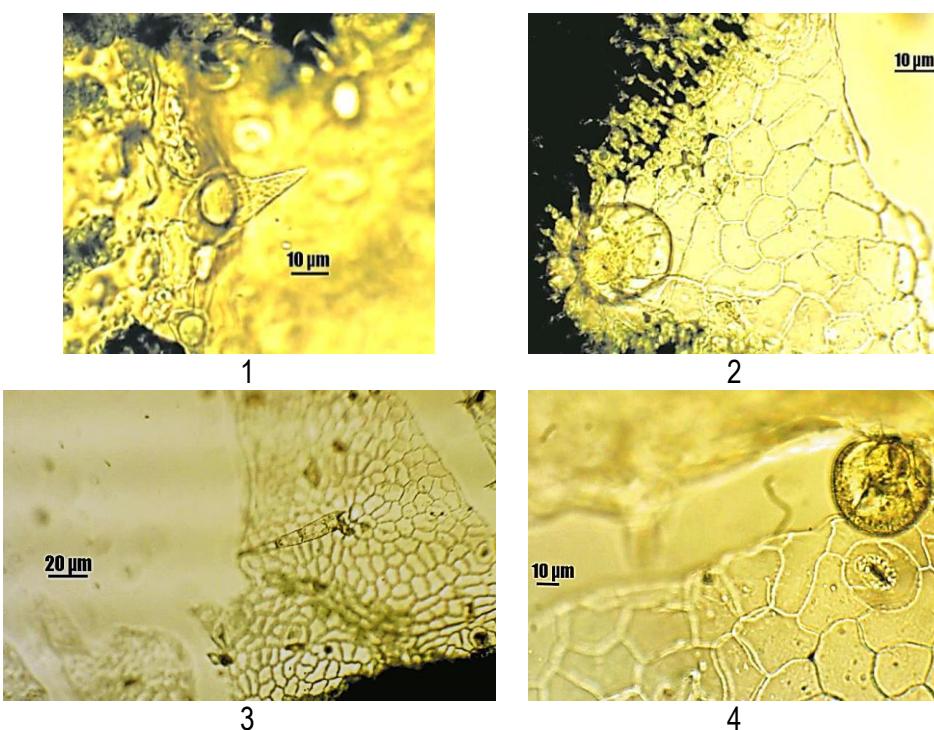


Рис. 4. Эпидермальные структуры зюзника блестящего: 1 – конусовидные одноклеточные трихомы; 2 – железистые сидячие трихомы; 3 – простые многоклеточные трихомы; 4 – эфиромасличные железки

Epidermal structures of the Lycopus lucidus: 1 – conical unicellular trichomes; 2 – glandular sessile trichomes; 3 – simple multicellular trichomes; 4 – essential oil glands

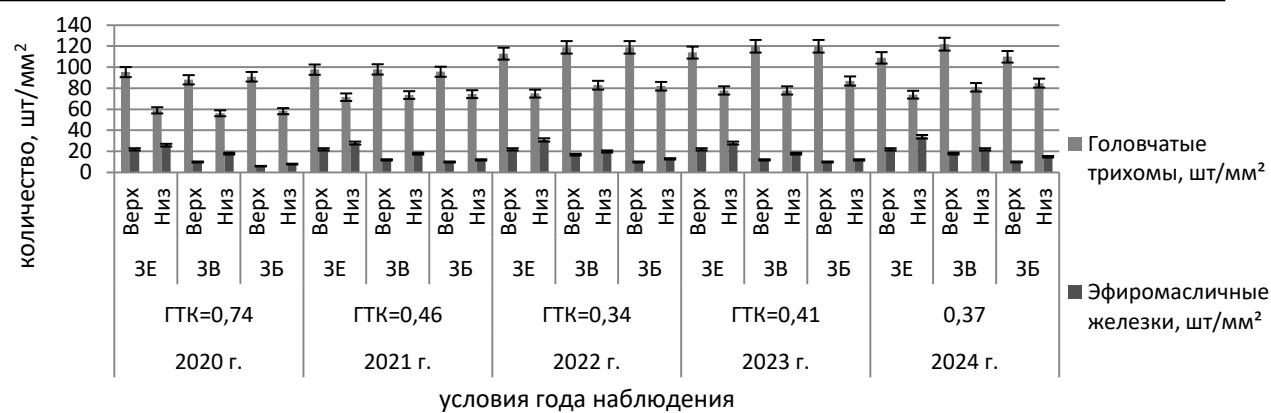


Рис. 5. Количество показатели органов-продуцентов эфирного масла

у трех видов зюзника в зависимости от условий года наблюдения

Quantitative indices of essential oil producing organs in three species of Gypsywort,
depending on the conditions of the year of observation

При уменьшении ГТК (засушливые условия) общее количество органов-продуцентов эфирного масла (железистые трихомы и железки) у *L. europaeus* увеличивалось на 18,4 и 16,6 % соответственно по сравнению с условиями 2020 г. У *L. exaltatus* и *L. lucidus* произошел резкий рост количества железистых органов: до 40,5 % (железистые трихомы) и 30,5 % (железки) – у зюзника высокого; до 42,8 % (железистые трихомы) и до 78,5 % (железки) – у зюзника блестящего.

По результатам корреляционного анализа установлена сильная положительная связь

($r = 0,711\text{--}0,933$) между числом устьиц на верхней и нижней эпидерме; между числом устьиц на нижней эпидерме и количеством трихом и железистых трихом нижней эпидермы; между числом простых трихом на верхней и нижней эпидерме; между количеством простых трихом на верхней эпидерме и количеством простых трихом на нижней эпидерме и железистых трихом на верхней эпидерме; между количеством простых трихом на нижней эпидерме и количеством железистых трихом на верхней и нижней эпидерме (табл. 3).

Таблица 3

**Результаты парного корреляционного анализа
между анатомическими структурами листа видов рода Зюзник**
**Results of paired correlation analysis between the anatomical structures of the leaf
of species of the genus Lycopus**

	Ув	Ун	ДУв	ДУн	Шув	Шун	Тв	Тн	Жв	Жн
Ув	1									
Ун	0,765	1								
ДУв	-0,784	0,112	1							
ДУн	-0,402	-0,820	0,165	1						
Шув	-0,367	0,110	0,483	0,142	1					
Шун	-0,370	-0,775	0,195	0,455	0,227	1				
Тв	0,517	0,583	0,190	0,168	0,086	0,110	1			
Тн	0,313	0,886	0,107	0,104	0,097	0,106	0,792	1		
Жв	0,422	0,495	0,112	0,158	0,103	0,102	0,933	0,711	1	
Жн	0,107	0,912	0,188	0,122	0,177	0,190	0,617	0,906	0,521	1

Примечание: Ув – число устьиц на верхней эпидерме; Ун – число устьиц на нижней эпидерме; ДУв – длина устьиц на верхней эпидерме; ДУн – длина устьиц на нижней эпидерме; Шув – ширина устьиц на верхней эпидерме; Шун – ширина устьиц на нижней эпидерме; Тв – число простых трихом на верхней эпидерме; Тн – число простых трихом на нижней эпидерме; Жв – число железистых трихом на верхней эпидерме; Жн – число железистых трихом на нижней эпидерме.

Слабая связь ($r = 0,102\text{--}0,313$) установлена между числом устьиц верхней эпидермы и числом устьиц нижней эпидермы; между числом устьиц верхней эпидермы и числом простых и железистых трихом нижней эпидермы.

Сильная обратная зависимость обнаружена между числом и размерами устьиц нижней эпидермы. Результаты парного корреляционного анализа свидетельствуют о взаимосвязи количественных показателей эпидермальных структур листьев видов рода Зюзник и их высоком полиморфизме. Высокий полиморфизм количественных и морфометрических анатомических структур листа в пределах вида отражает его

значительный адаптационный потенциал и широкую экологическую пластичность вида [1].

Полученные результаты характеризуют взаимную зависимость морфометрических признаков эпидермальных структур, особенно – количество простых трихом и железистых трихом на единице площади листовой пластиинки.

Большая часть видов эфиромасличных растений семейства Яснотковые характеризуется отрицательной связью между ГТК и накоплением эфирного масла [24]. На рисунке 6 прослеживается тенденция увеличения количества эфиромасличных органов, простых трихом и устьиц по мере уменьшения ГТК, за исключением линейных размеров замыкающих клеток.

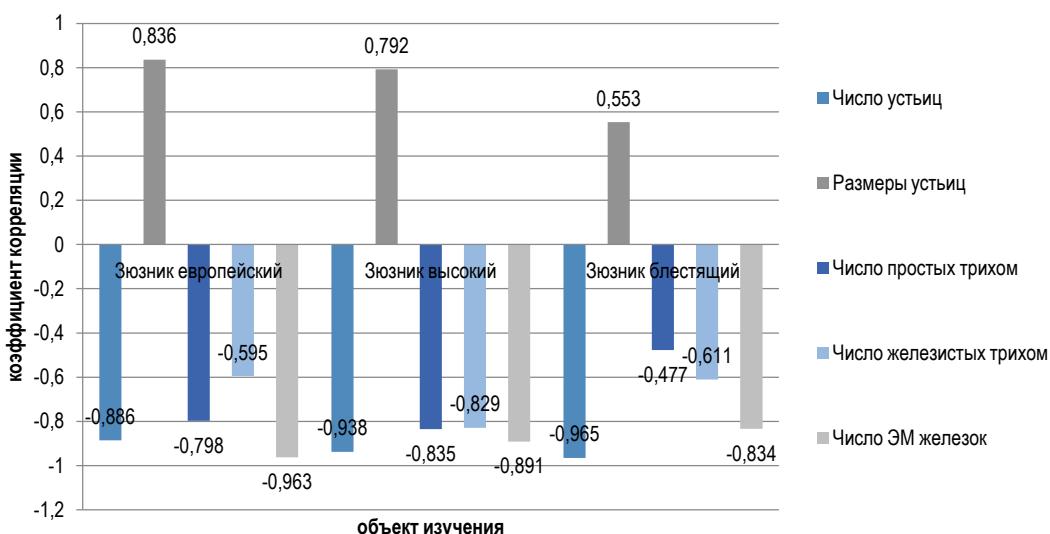


Рис. 6. Коэффициенты корреляции анатомических структур листа у трех видов рода Зюзник в зависимости от изменения ГТК года наблюдения

Correlation coefficients of anatomical structures of the leaf in three species of the genus *Lycopus* depending on the change in the GTC of the year of observation

При анализе взаимосвязи количества анатомических структур листа у трех видов зюзника с понижением ГТК определено, что сильную обратную корреляцию имели показатели «число эфиромасличных железок» и «число устьиц» у всех изученных видов.

У *L. europaeus* и *L. exaltatus* сильную обратную корреляцию имели показатели «число простых трихом». Увеличение ГТК положительно влияло только на размеры замыкающих клеток устьиц; особенно для *L. europaeus* и *L. exaltatus*.

Все вышеперечисленные особенности свидетельствуют не только о высокой экологической пластичности трех видов зюзника, но и о некоторых признаках ксероморфности при изменении ГТК в меньшую сторону. Наиболее вы-

раженные ксероморфные признаки отмечены у зюзника блестящего.

Заключение

- Проведено сравнительное исследование растений трех видов рода Зюзник, произрастающих в условиях агроценоза. Определены различия по анатомическим признакам между исследованными образцами. Отличительные микродиагностические признаки листовых пластиинок выражаются в количественных характеристиках простых и железистых трихом и устьиц.

- У исследованных видов рода Зюзник установлено наличие важных механизмов физиологических адаптивных реакций: сохранение

влаги путем сокращения испарения за счет корректировки морфологической структуры и количества устьиц и повышения опущенности. В условиях дефицита почвенной и атмосферной влаги у трех видов зюзника проявляются ксероморфные черты: происходит увеличение числа простых и железистых трихом на обеих сторонах листовой пластинки, повышается общее количество устьиц, а их размеры сокращаются.

3. Установленные особенности анатомического строения разных видов растений могут иметь значение при определении подлинности лекарственного растительного сырья видов рода зюзник в ходе микроскопического анализа.

4. Доказана высокая экологическая пластичность трех видов зюзника. Наиболее выраженные ксероморфные признаки отмечены у зюзника блестящего.

Список источников

- Нехайченко Д.В., Кокшеева И.М., Кислов Д.Е. Изменчивость эпидермальных структур листа *Hydrangea paniculata* (Hydrangeaceae) в условиях культуры // Вестник КрасГАУ. 2014. № 12. С. 52–57. EDN: THAMKV.
- Федотова И.Э., Острикова О.В., Хархардина Е.Л. Изучение водоудерживающей способности листьев и степени открытости устьиц сливы Центрального региона России в засушливых условиях // Современное садоводство. 2024. № 1. С. 41–49. EDN: HWHOMY.
- Сорокопудов В.Н., Назарова Н.В., Кузнецова Т.А., и др. Морфологическая характеристика трихом видов рода *Juglans*, произрастающих в условиях юга Среднерусской возвышенности // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. С. 490. EDN: RRJXBR.
- Тамахина А.Я. Роль кроющих трихом в биохимической адаптации и индикации экологических условий местообитаний растений // Известия Горского государственного аграрного университета. 2024. Т. 61-3. С. 47–57. DOI: 10.54258/20701047_2024_61_3_47.
- Тамахина А.Я., Абаев А.А. Анатомо-морфологические особенности эпидермальных структур в диагностике засухоустойчивости видов и сортов лаванды (*Lavandula L.*) // Известия Горского государственного аграрного университета. 2023. Т. 60-3. С. 93–104. DOI: 10.54258/20701047_2023_60_3_93
- Шелухина Н.А., Баева В.М., Сокольская Т.А. Микроскопическое изучение травы зюзника европейского (*Lycopus europeus L.*) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2012. № 2. С. 23–26. EDN: PVBSLN
- Eiling R., Wieland V., Niestroj M. Improvement of symptoms in mild hyperthyroidism with an extract of *Lycopus europaeus* (Thyreogutt® mono) // Wien Med Wochenschr. 2013. № 163 (3-4). P. 95–101. DOI: 10.1007/s10354-012-0167-z.
- Семкина О.А., Зверева ВИ., Джавахян М.А., и др. Физико-химические и технологические характеристики зюзника европейского травы экстракта сухого и композиции на его основе // Химико-фармацевтический журнал. 2019. Т. 53, № 6. С. 38–41. DOI: 10.30906/0023-1134-2019-53-6-38-41. EDN: NZAXCK.
- Сидельникова Н.И., ред. Атлас лекарственных растений России. М.: Наука, 2021. С. 228–232.
- Коняева Е.А., Алентьева О.Г., Сайбель О.Л., и др. Морфолого-анатомические признаки некоторых новых видов лекарственного растительного сырья: атлас. М.: РК-Салют, 2020. С. 66–70. EDN: NFSVGA
- Бабенко Л.В., Смирнова Е.В. Особенности развития зюзника блестящего (*Lycopus lucidus L.*), зюзника американского (*Lycopus americanus Muhlenberg ex W.P.C. Bart.*) и зюзника одноцветкового (*Lycopus uniflorus Michx.*) в условиях Московской области. В сб.: V научно-практическая конференция аспирантов и молодых ученых «Молодые ученые и фармация XXI века». М., 2017. С. 217–223. EDN: YUPXVQ.
- Белюченко И.С. Экологические аспекты практической интродукции растений на современном этапе // Экологический вестник Северного Кавказа. 2007. Т. 3, № 3. С. 5–13. EDN: RWTHOZ.
- Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., и др. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.
- Козак М.Ф., Турдугулова Р.Т. Изменчивость идентификационных признаков растений в популяциях *Lycopus europaeus* // Естественные науки. 2013. № 1 (42). С. 43–53. EDN: PZJOPL.

Агрономия

15. Цицилин А.Н., Ковалев Н.И., Коротких И.Н., и др. Методика исследований при интродукции лекарственных и эфирномасличных растений. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 2022. 64 с.
16. Ковалев Н.И., Бабаева Е.Ю., Цицилин А.Н. и др. Методика проведения полевых опытов с лекарственными и эфирно-масличными культурами. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Наука, 2023. 112 с.
17. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятов А.Г. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М.: Изд-во МГУ, 2004. 312 с.
18. ОФС.1.5.2.0001. Масла для производства и изготовления лекарственных препаратов // Государственная фармакопея Российской Федерации. XV издание. Доступно по: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-3/efirnye-masla>. Ссылка активна на 22.01.2025.
19. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 184 с.
20. Анели Н. А. Атлас эпидермы листа. Тбилиси: Мецниереба, 1975. 108 с.
21. Погода и климат. Климатический монитор г. Москва. Доступно по: <http://pogodaiklimat.ru/monitor.php>. Ссылка активна на 27.02.2025.
22. Колосова К.Д., Шабалкина С.В. Строение эпидермы листовых пластинок *Lycopus europaeus* (сем. *Lamiaceae*). В сб.: XIV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем». Вятка, 2016. С. 118–121. EDN: VHACV.
23. Lkay Öztürk Çali, Arzu Cansaran, Cengiz Yıldırım. Trichome morphology of *Ajuga orientalis* L. (*Lamiaceae*) from Turkey // Bangladesh Journal of Botany. 2014. Vol. 43, N 1. P. 91–95. DOI: 10.3329/bjb.v43i1.19754.
24. Еремеева Е.Н., Маланкина Е.Л. Взаимосвязь содержания фармакологически значимых соединений с гидротермическим коэффициентом (ГТК). В сб.: Международная научно-практическая конференция «Достижения и перспективы создания новых лекарственных средств растительного происхождения». М., 2024. С. 328–332. EDN: XMREXI.

References

1. Nekhajchenko DV, Koksheeva IM, Kislov DE. Variability of the epidermal structures of the *Hydrangea paniculata* (*Hydrangeaceae*) leaf under culture conditions. *Bulletin of KSAU*. 2014;12:52-57. (In Russ.). EDN: THAMKV.
2. Fedotova IE, Ostrikova OV, Kharkhardina EL. Study of water-holding capacity of leaves and degree of stomatal openness of plum of the Central region of Russia in arid conditions. *Contemporary Horticulture*. 2024;1:41-49. (In Russ.). EDN: HWHOMY.
3. Sorokupudov VN, Nazarova NV, Kuznetsova TA, et al. Morphological characteristics of trichomes of species of the genus *Juglans* growing in the south of the Central Russian Upland. *Modern problems of science and education*. 2013;5:490. (In Russ.). EDN: RRJXBR.
4. Tamakhina AYa. The role of covering trichomes in biochemical adaptation and indication of environmental conditions of plant habitats. *Bulletin of the Gorskiy State Agrarian University*. 2024;61-3:47-57. (In Russ.). DOI: 10.54258/20701047_2024_61_3_47.
5. Tamakhina AYa, Abaev AA. Anatomical and morphological features of epidermal structures in the diagnostics of drought resistance of lavender species and varieties (*Lavandula* L.). *Bulletin of the Gorskiy State Agrarian University*. 2023;60-3:93-104. (In Russ.). DOI: 10.54258/20701047_2023_60_3_93.
6. Sheloukhina NA, Baeva VM, Sokolskaya TA. Microscopic study of *Lycopus europaeus* L. herb. *Issues of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. 2012;2:23-26. (In Russ.). EDN: PVBSLN.
7. Eiling R, Wieland V, Niestroj M. Improvement of Symptoms in Mild Hyperthyroidism with an Extract of *Lycopus europaeus* (Thyreogutt® Mono). *Wien Med Wochenschr*. 2013;163 (3-4):95-101. DOI: 10.1007/s10354-012-0167-z.
8. Semkina OA, Zvereva VI, Dzhavakhyan MA, et al. Physicochemical and technological characteristics of *Lycopus europaeus* herb dry extract and compositions based on it. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2019;53(6):38-41. (In Russ.). DOI: 10.30906/0023-1134-2019-53-6-38-41.
9. Sidel'nikova N.I., red. *Atlas lekarstvennyh rastenij Rossii*. Moscow: Nauka; 2021. P. 228–232. (In Russ.).
10. Konyaeva EA, Alentyeva OG, Saibel OL, et al. *Morfologo-anatomicheskie priznaki nekotoryh novyh vidov lekarstvennogo rastitel'nogo sry'a*. *Atlas*. Moscow: RK-Salyut; 2020. P. 66–70. (In Russ.). EDN: NFSVGA.

11. Babenko LV, Smirnova EV. Osobennosti razvitiya zyuznika blestyashchego (*Lycopus lucidus* L.), zyuznika amerikanskogo (*Lycopus americanus* Muhlenberg ex W.P.C. Bart.) i zyuznika odnocvetkovogo (*Lycopus uniflorus* Michx.) v usloviyah Moskovskoj oblasti. In: V nauchno-prakticheskaya konferenciya aspirantov i molodyh uchenyh "Molodye uchyonye i farmaciya XXI veka". Moscow; 2017. P. 217–223. (In Russ.). EDN: YUPXVQ.
12. Belyuchenko IS. Ecological aspects of practical introduction of plants at the present stage. *Ecological Bulletin of the North Caucasus*. 2007;3(3):5-13. (In Russ.). EDN: RWTHOZ.
13. Ramensky LG, Tsatsenkin IA, Chizhikov ON, et al. *Ekologicheskaya ocenka kormovyh ugodij po rastitel'nomu pokrovu*. Moscow: Sel'hozgiz; 1956. 472 p. (In Russ.).
14. Kozak MF, Turdugulova RT. Variability of plant identification traits in *Lycopus europaeus* populations. *Natural sciences*. 2013;1(42):43-53. (In Russ.). EDN: PZJOPL.
15. Tsitsilin AN, Kovalev NI, Korotkikh IN, et al. *Metodika issledovanij pri introdukcii lekarstvennyh i efirnomaslichnyh rastenij*. 2nd ed. Moscow: Nauka; 2022. 64 p. (In Russ.).
16. Kovalev NI, Babaeva EY, Tsitsilin AN, et al. *Metodika provedeniya polevyh opytov s lekarstvennymi i efirno-maslichnymi kul'turami*. 2-e izd., dop. i pererab. Moscow: Nauka; 2023. 112 p. (In Russ.).
17. Barykina RP, Veselova TD, Devyatov AG. *Spravochnik po botanicheskoj mikrotehnike. Osnovy i metody*. Moscow: Moscow State University Press; 2004. 312 p. (In Russ.).
18. GPA. 1.5.2.0001. Oils for the production and manufacture of medicinal products. *State Pharmacopoeia of the Russian Federation, 15th edition*. Available at: <https://pharmacopoeia.reg-med.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-3/efirnye-masla>. Accessed: 22.01.2025. In Russ.).
19. Zajcev GN. *Matematicheskij analiz biologicheskikh dannyh*. Moscow: Nauka; 1991. 184 p. (In Russ.).
20. Aneli NA. *Atlas of the leaf epidermis*. Tbilisi: Metzniereba; 1975. 108 p. (In Russ.).
21. *Weather and climate. Climate monitor Moscow*. Available at: <http://pogodaiklimat.ru/monitor.php>. Accessed: 02.12.2024. (In Russ.).
22. Koposova KD, Shabalkina SV. Stroenie epidermy listovyh plastinok *Lycopus europaeus* (Lamiaceae). In: XIV All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation "Biodiagnostika sostoyaniya prirodnyh i prirodno-tehnogennyh system". Vyatka; 2016. P. 118–121. (In Russ.). EDN: VHACV.
23. lkay Öztürk Çali, Arzu Cansaran, Cengiz Yildirim. Trichome morphology of *Ajuga orientalis* L. (Lamiaceae) from Turkey. *Bangladesh Journal of Botany*. 2014;43(1):91-95. DOI: 10.3329/bjb.v43i1.19754.
24. Eremeeva EN, Malankina EL. Vzaimosvyaz' soderzhaniya farmakologicheski znachimyh soedinenij s gidrotermicheskim koeficientom (GTK). In: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya "Dostizheniya i perspektivy sozdaniya novyh lekarstvennyh sredstv rastitel'nogo proiskhozhdeniya". Moscow; 2024. P. 328–332. (In Russ.). EDN: XMREXI.

Статья принята к публикации 03.09.2025 / The article accepted for publication 03.09.2025.

Информация об авторах:

Ольга Михайловна Савченко, ведущий научный сотрудник лаборатории агробиологии, кандидат сельскохозяйственных наук

Никита Игоревич Ковалев, ведущий научный сотрудник лаборатории агробиологии, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Olga Mikhailovna Savchenko, leading researcher of the laboratory of agrobiology, candidate of agricultural sciences

Nikita Igorevich Kovalev, leading researcher of the laboratory of agrobiology, candidate of agricultural sciences