



УДК 581.5

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

А.Я. Тамахина, А.А. Ахкубекова,  
А.М. Корсунов

### МОДИФИКАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *ECHIUМ VULGARE* L. В ЭКОТОПАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

A.Ya. Tamakhina, A.A. Akhkubekova,  
A.M. Korsunov

### MODIFICATION VARIABILITY OF *ECHIUМ VULGARE* L. IN ECOTOPES OF THE CENTRAL CAUCASUS

**Тамахина А.Я.** – д-р с.-х. наук, проф. каф. товароведения, туризма и права Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: aida17032007@yandex.ru

**Ахкубекова А.А.** – асп. каф. товароведения, туризма и права Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: aminaahk2018@mail.ru

**Корсунов А.М.** – мл. науч. сотр. центра «Физика и технология наноструктур» Северо-Осетинского государственного университета им. К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ. E-mail: anatoly256@gmail.com

**Tamakhina A.Ya.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Merchandizing, Tourism and Law, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: aida17032007@yandex.ru

**Akhkubekova A.A.** – Post-Graduate Student, Chair of Merchandizing, Tourism and Law, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: aminaahk2018@mail.ru

**Korsunov A.M.** – Junior Staff Scientist, Physics and Technology of Nanostructures Center, North Ossetia State University named after K.L. Khetagurov, Vladikavkaz. E-mail: anatoly256@gmail.com

Синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.) является перспективным лекарственным и медоносным растением. В связи со слабой изученностью эколого-биологических особенностей вида целью исследования стала оценка уровня модификационной изменчивости *E. vulgare* в экотопах Центрального Кавказа. В задачи исследования входило изучение фитоценотической приуроченности, анализ состояния ценопопуляций *E. vulgare* по демографическим и биометрическим параметрам, оценка биохимической изменчивости по общему содержанию алкалоидов. Исследования проводили в 2017–2018 гг. в естественных фитоценозах и техногенных экотопах на территории Кабардино-Балкарской Республики и Республики Северная Осетия – Алания. На учетных площадках определяли общее проективное покрытие травостоя, его среднюю высоту, численность, плотность особей, биометрические параметры генеративных побегов *E. vulgare*. Общее содержание алкалоидов определяли весовым методом, содержание тяжелых металлов в почве и растениях – на атомно-абсорбционном спектрофотометре. Согласно полученным результатам, растения *E.*

*vulgare* свободно заселяют антропогенно нарушенные луговые фитоценозы на высоте от 200 до 1400 м над у. м. и выше. Ненарушенные луговые фитоценозы и старые залежи устойчивы к внедрению *E. vulgare* (плотность 0,41–1,92 особей на 1 м<sup>2</sup>). Максимальных значений показатели численности и плотности особи *E. vulgare* достигают в условиях умеренно нарушенных (2,56–5,25 особей на 1 м<sup>2</sup>) и сильно нарушенных (3,18–5,38 особей на 1 м<sup>2</sup>) экотопов. Для *E. vulgare* характерна высокая морфологическая изменчивость. К группе индикаторов, зависящих от эколого-ценотических условий мест произрастания, отнесены высота побегов, длина листьев, число боковых побегов и листьев на главном побеге. Наибольшее влияние на изменчивость биометрических параметров оказывает фитоценотическая конкуренция, содержание азота в почве и степень пастбищной дигрессии. Содержание алкалоидов в надземной части *E. vulgare* увеличивается в условиях засухи (0,038 %) и сильного загрязнения почвы тяжелыми металлами (0,042 %).

**Ключевые слова:** *Echium vulgare* L., морфологическая изменчивость, биохимическая изменчивость, алкалоиды, тяжелые металлы.

*Blueweed (Echium vulgare L.) is a perspective officinal and melliferous plant. Due to not sufficient research of ecological and biological features of the species, the aim of the study was to assess the level of modification variability of E. vulgare in ecotopes of the Central Caucasus Mountains. The research objectives were to study phytocenotic confinedness, the analysis of the status of populations of E. vulgare on demographic and biometric parameters, evaluation of the biochemical variability for the total content of alkaloids. The studies were conducted in 2017–2018 in natural phytocenoses and technogenic ecotopes on the territory of the Kabardino-Balkar Republic and the Republic of North Ossetia-Alania. Total projective cover of the grass stand, its average height, the number, density of individuals and biometric parameters of generative sprouts of E. vulgare were determined at the registration sites. General content of alkaloids was determined by weight method, the content of heavy metals in the soil and plants on the atomic absorption spectrophotometer. According to the received results, plants E. vulgare freely occupy anthropogenically disturbed grassland plant communities at the height from 200 to 1400 m above sea-level and above. Undisturbed meadow phytocenoses and old deposits are resistant to colonization of E. vulgare (density 0.41–1.92 individuals per m<sup>2</sup>). The maximum values of the number and density of individuals E. vulgare reach in moderately disturbed (2.56–5.25 individuals per m<sup>2</sup>) and severely disturbed (3.18–5.38 individuals per m<sup>2</sup>) ecotopes. The high morphological variability is characteristic of E. vulgare. The height of the sprouts, the length of the leaves, the number of side sprouts and leaves on the main sprouts are indicators of ecological-cenotic conditions of growth places. The greatest influence on the variability of biometric parameters has phytocenotic competition, nitrogen content in the soil and the degree of pasture digression. The content of alkaloids in the above-ground part of E. vulgare increases under drought conditions (0.038 %) and heavy metal contamination of the soil (0.042 %).*

**Keywords:** *Echium vulgare* L., morphological variability, biochemical variability, alkaloids, heavy metals.

Синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.) – стержнекорневой двухлетний или короткоживущий монокарпический многолетник, относящийся к евро-сибирскому элементу флоры Северного Кавказа [1]. Благодаря богатому химическому составу вид применяется в народной медицине, является отличным медоносом [2].

Синяк обыкновенный обладает широким ареалом распространения и амплитудой изменчивости [3]. Несмотря на обширные сведения об участии *E. vulgare* в формировании урбано- и природной флоры [4, 5], а также пионерных сообществ на инициальных стадиях восстановительной сукцессии техногенных экотопов [6, 7], морфологическая изменчивость вида под влиянием различных эколого-ценотических условий мест произрастания изучена слабо.

Факторы внешней среды обуславливают значительные изменения не только фенотипа, но и накопления вторичных метаболитов в растениях [8, 9]. В связи с тем, что *E. vulgare* является продуцентом пирролизидиновых алкалоидов, представляет интерес изучение изменчивости в количественном их содержании, что расширит представления о выполняемых алкалоидами функциях.

**Цель исследования:** оценка уровня модификационной изменчивости *E. vulgare* в экотопах Центрального Кавказа. Для достижения поставленной цели нами решались следующие задачи: 1) изучение фитоценотической приуроченности *E. vulgare*; 2) анализ состояния ценопопуляций *E. vulgare* по демографическим параметрам; 3) оценка морфологической изменчивости вида под действием эколого-ценотических факторов; 4) оценка биохимической изменчивости *E. vulgare* по общему содержанию алкалоидов в надземной фитомассе.

**Методы исследования.** Исследования проводили в пределах первичного ареала вида на территории Кабардино-Балкарской Республики (КБР) и Республики Северная Осетия – Алания (РСО – Алания) в июне–июле 2017–2018 гг. На первом этапе исследований изучали фитоценотическую приуроченность синяка обыкновенного на основе геоботанических описаний 15 учетных площадок (УП): УП 1 – окрестности с. Алтуд (старая степная залежь); УП 2 – нижняя терраса хвостохранилища Тырнаузского горно-обогатительного комбината (ТГОК); УП 3 – средняя терраса ТГОК; УП 4 – верхняя терраса ТГОК; УП 5 – окрестности с. Аушигер (участок, загрязненный строительным мусором после проведения берегоукрепительных работ на р. Черек); УП 6 – с. Сармаково (окраина сельскохозяйственного поля); УП 7 – не засеянный газонными сортами трав и периодически скашиваемый газон вдоль тротуара по пр. Шогенцукова (г. Нальчик); УП 8 – надпойменная терраса р. Нальчик (мезофильный луг на окраине г. Нальчик); УП 9 – железнодорожные пути железнодорожной станции «Алагир»; УП 10 – с. Псыхурей (свежая залежь вдоль автодороги Куба–Псыхурей); УП 11 – окрестности с. Лечинкай (сорное место); УП 12 – окрестности с. Малка (остепенный луг); УП 13 – окрестности

с. Нижний Акбаш (участок периодически скашиваемого травостоя между дорогой и сельскохозяйственным полем); УП 14 – окрестности с. Былым (надпойменная терраса р. Баксан); УП 15 – окрестности с. Аргудан (пастбище). Почвенные условия УП оценивали по шкалам увлажнения (Hd), солевого режима (Tr), кислотности (Rc), богатства почв азотом (Nt) [10], а величину пастбищной дигрессии (ПД) – по шкале Л.Г. Раменского [11]. На каждой УП определены общее проективное покрытие травостоя и его средняя высота. Анализ состояния ценопопуляций (ЦП) *E. vulgare* в пределах УП оценивали по демографическим (численность и плотность особей) и биометрическим параметрам. Для оценки уровня морфологической изменчивости измеряли высоту главного ( $H_1$ ) и боковых ( $H_2$ ) побегов; количество боковых побегов (N); число листьев на главном ( $n_1$ ) и боковых ( $n_2$ ) побегах; длину листьев на главном ( $L_1$ ) и боковых ( $L_2$ ) побегах; ширину листьев на главном ( $W_1$ ) и боковых ( $W_2$ ) побегах; диаметр стебля главного ( $D_1$ ) и боковых ( $D_2$ ) побегов. Длину, ширину листьев и диаметр стеблей измеряли на высоте 3 см от основания стеблей (h) и на половине их высоты (c). Учетной единицей служили особи в фазе цветения.

В качестве показателя общей изменчивости использовали коэффициент вариации (CV, %), а согласованной изменчивости – коэффициент детерминации отдельных признаков ( $R^2ch$ ) [12]. Уровни варьирования признаков оценивали по Г.Н. Зайцеву [13], зависимость между экологическими факторами и биометрическими параметрами растений – коэффициентом корреляции (r). Индекс размерной пластичности (ISP) *E. vulgare* рассчитывали как отношение максимального значения индекса виталитета (IVC) к минимальному [14].

Биохимическую изменчивость *E. vulgare* оценивали по общему содержанию алкалоидов в надземной фитомассе растений средневозрастного генеративного состояния на двух УП с умеренным загрязнением почвы тяжелыми металлами, но различным типом увлажнения (УП 8, контроль – свежелесолуговое, УП 1 – среднестепное) и на УП 2 со сверхвысоким уровнем загрязнения субстрата тяжелыми металлами (ТМ). Общее содержание алкалоидов определяли весовым методом [15]. Разделение алкалоидов осуществляли на высокоэффективном жидкостном хроматографе «МИЛИХРОМ А-02» с УФ-спектрофотометрическим детектором при длине волны 220 нм. Содержание ТМ в почве (горизонт 0–20 см) и надземной части растений определяли атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией [16]. Биологическая повторность десятикратная, аналитическая – трехкратная.

**Результаты исследования.** По степени нарушения изученные экотопы разделены на 3 груп-

пы: наименее нарушенные (естественные фитоценозы) – УП 1, 8, 12, 14; умеренно нарушенные (широкоадаптивные техногенные экотопы) – УП 6, 7, 10, 13, 15; сильно нарушенные – УП 5, 9, 11 (ограниченно адаптивные техногенные экотопы) и УП 2, 3, 4 (узкоадаптивные техногенные экотопы). Балльные значения увлажнения почв на всех учетных площадках находятся в пределах экологической амплитуды *E. vulgare* и варьируют от среднестепного (7–8 баллов) до влажно-лесолугового (10–13 баллов). Большая часть УП расположена на слабозасоленных почвах за исключением УП 1 (среднезасоленные), УП 2 и 3 (резкозасоленные), УП 4 (сильно засоленные). В условиях ненарушенных, широко и ограниченно адаптивных техногенных экотопов балльные значения кислотности и богатства почв азотом находятся в пределах экологической амплитуды вида. В узкоадаптивных техногенных экотопах *E. vulgare* произрастает в условиях щелочных, анитрофильных и субанитрофильных почв. Пастбищная дигрессия на УП варьирует от 1 (слабая) до 13 (сильная) (табл. 1).

Максимальных значений показатели численности и физической плотности особи *E. vulgare* достигают в условиях умеренно (2,56–5,25 особей на 1 м<sup>2</sup>) и сильно нарушенных (3,18–5,38 особей на 1 м<sup>2</sup>) экотопов.

В наименее нарушенных экотопах проективное покрытие и обилие в 2–3 балла имеют злаки (*Bromus arvensis* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Hordeum leporinum* Link, *Setaria pumila* Roem. & Schult. и др.), разнотравье (*Cichorium intybus* L., *Taraxacum officinale* F.H. Wigg.) и бобовые (*Medicago falcata* L. *Vicia angustifolia* Reichard), среди которых преобладают многолетники. В условиях высокой фитоценотической конкуренции и плотной ненарушенной дернины, препятствующей заглублению семян в почву, появлению всходов и развитию растений, *E. vulgare* имеет минимальное покрытие и обилие (1 % и менее).

Умеренно нарушенные экотопы характеризуются снижением видового разнообразия и увеличением доли рудеральных видов. В условиях пониженной фитоценотической конкуренции проективное покрытие *E. vulgare* повышается до 5–12 %. Нескошенные участки травостоя между автодорогой и сельскохозяйственным полем (УП 6, УП 13) являются наиболее многочисленными и характерными для предгорной зоны Центрального Кавказа. Здесь покосы носят регулярный характер, поэтому в условиях пониженной фитоценотической конкуренции проективное покрытие *E. vulgare* повышается до 5%. Наибольшее проективное покрытие (7–12%) *E. vulgare* отмечено на УП 10 и 15. В травостое молодой залежи (УП 10) преобладают стержнекорневые и корнеотпрысковые рудеральные виды. Слабая дернина и относительно невысокая фитоценотическая конкуренция повыша-

ют возможность возобновления популяции *E. vulgare* из почвенного банка семян. В луговом фитоценозе, подверженном выпасу скота и рекреационной нагрузке (УП 15), *E. vulgare* является наиболее массовым видом наряду с растениями, устойчивыми к

поеданию и вытаптыванию (тысячелистник обыкновенный, полынь Маршалла, цикорий обыкновенный, подорожник средний, ежа сборная, вьюнок полевой и др.).

Таблица 1

Характеристика учетных площадок и демографические параметры *E. vulgare*

Но- мер УП	Балльные значения экологических факторов (в скобках – экологическая амплитуда вида)					Высота над у. м., м	Площадь описания, м <sup>2</sup>	Общее проективное покрытие, %	Средняя высота травостоя, см	Число видов	Численность особей <i>E. vulgare</i>	Плотность особей <i>E. vulgare</i> на 1 м <sup>2</sup>	IVC
	Hd (5–13)	Tr (5–9)	Rc (1–11)	Nt (3–7)	ПД								
Наименее нарушенные экотопы													
1	7	13	10	5	5	250	100	100	75	38	112	1,12	1,17
8	12	11	7	7	3	550	150	100	88	33	286	1,87	1,04
12	8	11	9	7	3	650	200	100	64	32	452	1,92	0,90
14	10	11	11	4	2	1040	150	100	80	47	62	0,41	1,05
Умеренно нарушенные экотопы													
6	8	11	9	7	3	840	200	100	70	16	692	3,46	0,94
7	7	11	7	5	5	600	60	70	45	12	694	2,56	1,03
10	7	11	9	5	3	500	200	60	64	15	1568	5,23	1,13
13	7	11	10	5	3	260	250	100	72	25	814	3,26	1,05
15	7	11	9	5	7	380	250	40	50	24	1672	5,25	1,18
Сильно нарушенные экотопы													
5	10	11	7	5	5	620	200	50	30	14	754	3,77	0,92
9	8	11	7	3	1	370	250	30	40	19	795	3,18	0,73
11	9	11	7	6	1	750	250	60	100	21	1346	5,38	1,21
2	13	17	13	1	1	1190	200	59	55	57	667	3,33	1,09
3	9	17	13	1	1	1280	200	37	46	48	584	2,92	0,91
4	7	15	12	2	1	1360	200	13	30	17	356	1,78	0,64

Фитоценозы сильно нарушенных экотопов представлены рудеральными видами, устойчивыми к неблагоприятным физическим свойствам субстрата и / или загрязнению. При низком общем проективном покрытии *E. vulgare* произрастает здесь разреженно или образует группировки, выдерживая механические повреждения автотранспортом, засыпание щебенкой, вибродинамические нагрузки на корнеобитаемый слой, уплотнение и загрязнение нефтепродуктами, повреждение надземных органов песком. Наиболее значительное обилие (10–15 %) *E. vulgare* отмечено в окрестностях с. Лечинкай на участке свалки бытовых отходов (УП 11). Несмотря на высокую токсичность субстрата хвостохранилища ТГОК, обилие *E. vulgare* составляет 10 % на влажном пылевом субстрате пляжа пруда-отстойника (УП 2),

на средних террасах до 5 % (УП 3), на верхних террасах (УП 4) – около 1 %.

В слабо нарушенных экотопах IVC ценопопуляций *E. vulgare* варьирует в интервале от 0,90 до 1,17 (ISP = 1,30). Большинство изученных биометрических параметров характеризуются средней изменчивостью (CV = 10–20 %). Низкая изменчивость (CV < 10 %) отмечена для ширины листьев на боковых побегах, а высокая (CV > 20 %) – для длины листьев, количества боковых побегов и листьев на главном побеге (рис. 1).

В умеренно нарушенных экотопах IVC ценопопуляций *E. vulgare* варьирует от 0,94 до 1,18 (ISP = 1,25). Отдельные биометрические параметры (N, n<sub>1</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, D<sub>2</sub>) характеризуются высокой изменчивостью, у остальных параметров изменчивость средняя (рис. 2).

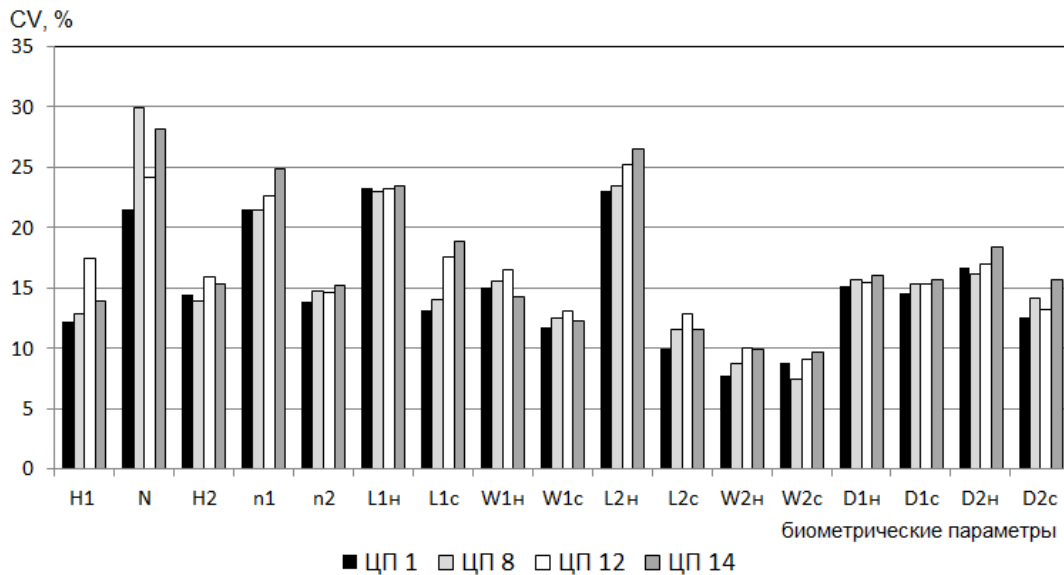


Рис. 1. Морфологическая изменчивость биометрических параметров в ценопопуляциях *E. vulgare* наименее нарушенных экотопов

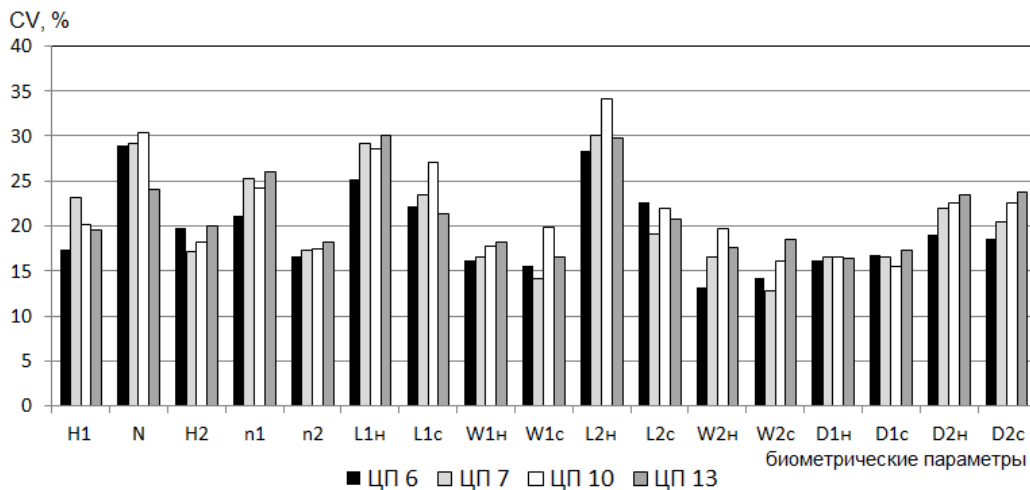


Рис. 2. Морфологическая изменчивость биометрических параметров в ценопопуляциях *E. vulgare* умеренно нарушенных экотопов

В сильно нарушенных экотопах IVС ценопопуляций *E. vulgare* варьирует от 0,64 до 1,21, что свидетельствует о высокой размерной пластичности вида (ISP = 1,89). Все биометрические параметры за исключением диаметра стебля главного побега характеризуются высокой изменчивостью (рис. 3).

У *E. vulgare* выявлено 3 группы признаков – индикаторов: генотипические ( $n_2$ ,  $W_{1l}$ ,  $W_{1m}$ ,  $W_{2l}$ ,  $W_{2m}$ ,  $D_{1l}$ ,  $D_{1m}$ ,  $D_{2l}$ ,  $D_{2m}$ ), экологические (N,  $n_1$ ,  $L_{1l}$ ,  $L_{1m}$ ,  $L_{2l}$ ,  $L_{2m}$ ) и эколого-биологические ( $H_1$ ,  $H_2$ ). Биологические индикаторы среди изученных признаков *E. vulgare* не обнаружены (рис. 4).

Установлена средняя связь ( $r = 0,36-0,55$ ) между степенью пастбищной дигрессии, содержанием азота в почве и отдельными биометрическими параметрами (высота побегов, диаметр стеблей, длина и ширина листьев). Увлажнение, солевой режим и кислотность почв слабо влияют на уровень морфологической изменчивости растений *E. vulgare*.

По валовому содержанию тяжелых металлов, не превышающему фоновых значения, почвы УП 8 и 1 относятся к умеренно загрязненным. Субстрат на УП 2 отличается повышенными концентрациями Cu, Zn, Pb и Mo, превышающими фон соответственно в 4,5; 10,2; 1,5; и 93,9 раза (табл. 2).

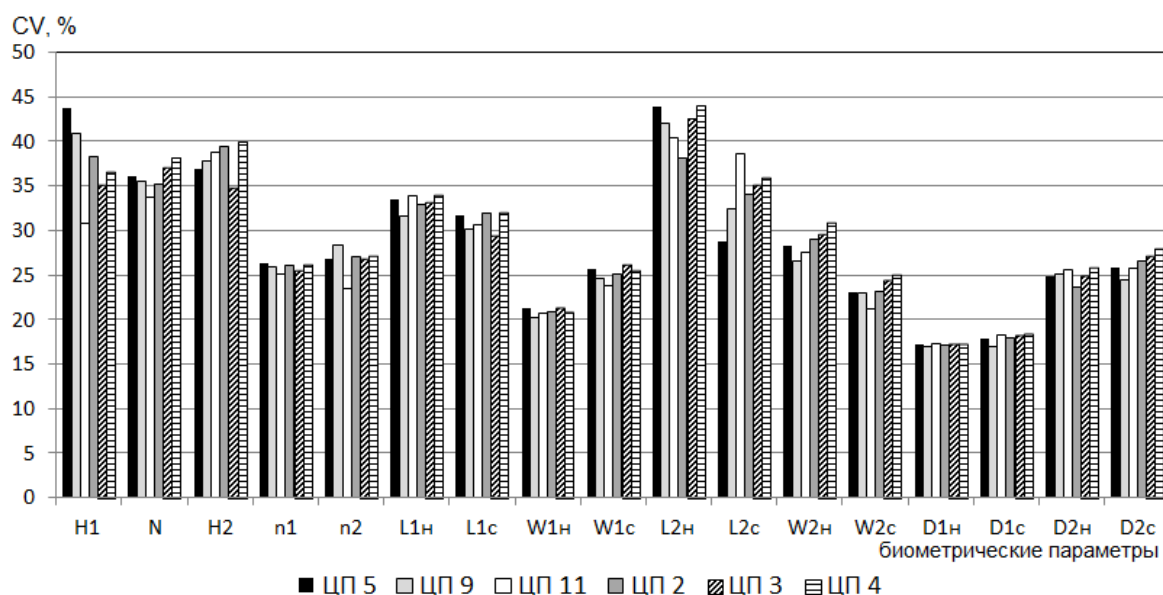


Рис. 3. Морфологическая изменчивость биометрических параметров в ценопопуляциях *E. vulgare* сильно нарушенных экотопов

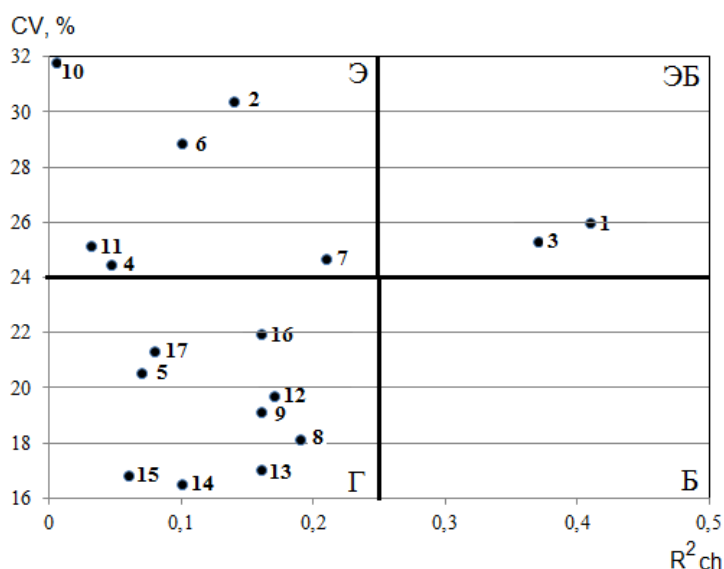


Рис. 4. Структура изменчивости морфологических признаков ценопопуляций *E. vulgare*: 1 – H<sub>1</sub>; 2 – N; 3 – H<sub>2</sub>; 4 – n<sub>1</sub>; 5 – n<sub>2</sub>; 6 – L<sub>1н</sub>; 7 – L<sub>1с</sub>; 8 – W<sub>1н</sub>; 9 – W<sub>1с</sub>; 10 – L<sub>2н</sub>; 11 – L<sub>2с</sub>; 12 – W<sub>2н</sub>; 13 – W<sub>2с</sub>; 14 – D<sub>1н</sub>; 15 – D<sub>1с</sub>; 16 – D<sub>2н</sub>; 17 – D<sub>2с</sub>; Э – экологические, ЭБ – эколого-биологические; Б – биологические; Г – генотипические индикаторы

Таблица 2

Валовое содержание тяжелых металлов в почве районов исследования, мг/кг

УП	Cu	Mn	Zn	Pb	Cd	Mo
8 (контроль)	3,65±0,80	115,30±6,50	22,14±2,42	4,58±0,82	0,25±0,08	0,98±0,15
1	4,52±0,92	126,36±8,45	5,76±1,17	4,12±0,74	0,22±0,09	1,10±0,18
2	40,18±3,34	98,28±7,62	230,18±10,35	19,34±1,73	0,28±0,10	103,26±5,32
Фон	9,00	450,00	22,60	13,00	0,50	1,10

При относительно низком варьировании содержания Cu, Mn и Zn в надземной части растений исследованных экотопов отмечено повышенное накопление Pb и Cd у особей ЦП 1, Pb и Mo у особей ЦП 2. Общее содержание алкалоидов в надземной части *E. vulgare* возрастает соответственно в 1,65 и 1,83 раза по сравнению с контролем (табл. 3).

На хроматограмме образца надземной части *E. vulgare*, произрастающего на УП 2, выделено 16 пиков, соответствующих алкалоидам пирролизидинового ряда (рис. 5). В контрольном образце уровень накопления неосновных алкалоидов снижается до следовых количеств.

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов (мг/кг сух. в-ва) и алкалоидов (% от массы абс. сух. сырья) в надземной части *E. vulgare*

Номер ЦП	Cu	Mn	Zn	Pb	Cd	Mo	Содержание алкалоидов
8 (контроль)	7,95±1,11	31,64±3,16	24,48±2,74	1,70±0,32	0,50±0,11	6,35±0,20	0,023±0,003
1	8,76±1,42	32,35±4,32	25,32±3,58	3,00±0,64	2,10±0,23	7,12±0,56	0,038±0,006
2	8,81±1,64	35,67±4,45	25,68±3,61	3,24±1,02	0,61±0,12	19,34±1,16	0,042±0,005

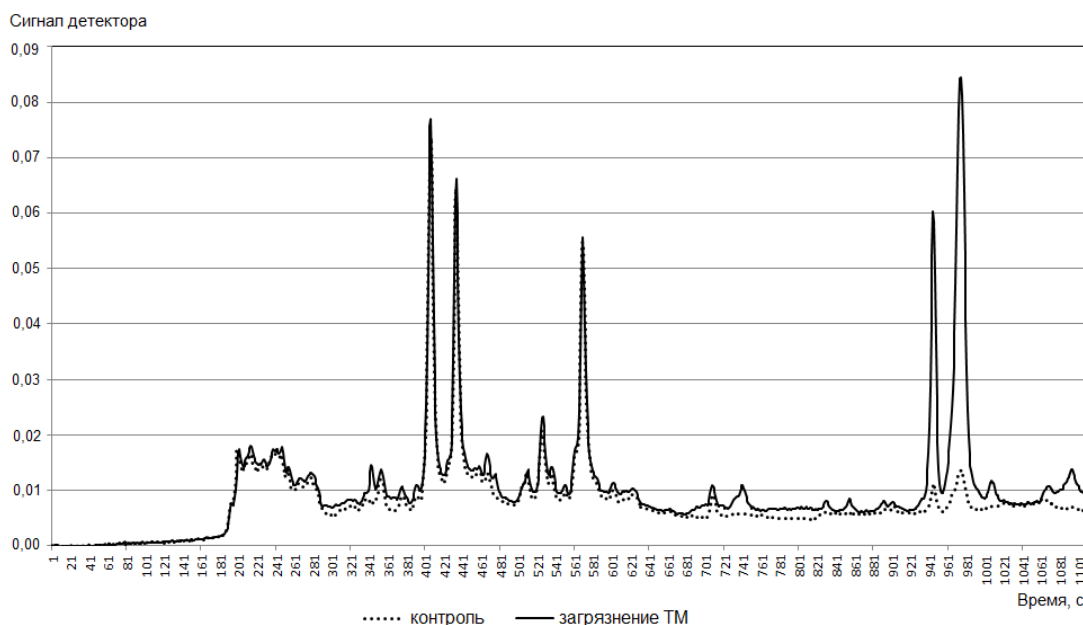


Рис. 5. Хроматограмма алкалоидов надземной части *E. vulgare*.

Обнаруженные различия в количественном содержании алкалоидов свидетельствуют об их участии в биохимической адаптации растений *E. vulgare* к условиям засухи и загрязнению почвы ТМ. Полученные результаты согласуются с имеющимися в литературе сведениями об усилении синтеза алкалоидов при Mo- и Cd-стрессе [17, 18], а также в условиях засухи [19].

**Заключение.** На территории КБР и РСО – Ала-ния растения *Echium vulgare* L. свободно заселяют антропогенно нарушенные луговые фитоценозы на высоте от 200 до 1400 м над у. м. и выше. Наименее изменчивыми признаками *E. vulgare* являются число листьев на боковых побегах, ширина листьев и диаметр стеблей. Наибольшей изменчивостью обладает высота побегов. К экологическим индикаторам зависящим от внешних условий и мало связанным с

общей структурой организма, относятся число боковых побегов и листьев на главном побеге, длина листьев. Наибольшее влияние на изменчивость биометрических параметров *E. vulgare* оказывает фитоценотическая конкуренция, при снижении которой возрастают показатели численности и физической плотности особей *E. vulgare*. Внутривидовая изменчивость *E. vulgare* по содержанию алкалоидов в надземной части обусловлена адаптацией растений к условиям засухи и загрязнению почв тяжелыми металлами. Высокая размерная пластичность *E. vulgare* свидетельствует о широкой экологической амплитуде вида, обусловленной морфологической и биохимической изменчивостью.

## Литература

1. *Шхагапсоев С.Х.* Растительный покров Кабардино-Балкарии. – Нальчик: Тетраграф, 2015. – 352 с.
2. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Caprifoliaceae – Plantaginaceae*. – Л.: Наука, 1990. – 328 с.
3. *Gleason H.A.* The new Britton and Brown illustrated Flora of the Northeastern United States and Adjacent Canada. Ed. 2. – Lancaster, Penna, 1958. – Vol. 2. – 655 p.
4. *Улигова Т.С., Гедгафова Ф.В., Горобцова О.Н.* и др. Эколого-биологические исследования естественных биоценозов в ареале черноземов обыкновенных карбонатных остаточнолуговатых Центрального Кавказа (Кабардино-Балкария) // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. – 2015. – Т. 17, № 4 (2). – С. 412–418.
5. *Антипова С.В., Антипова Е.М.* Степень натурализации инвазионных видов растений во флоре г. Красноярск // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 12. – С. 163–170.
6. *Галиева Р.Р.* Флористическое разнообразие и особенности восстановления растительного покрова на участках, нарушенных в результате нефтегазодобычи на территории Общего Сырта // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2015. – № 6 (56). – С. 199–202.
7. *Хархота А.И., Прохорова С.И., Агурова И.В.* Особенности антропогенного сингенеза в техногенных экотопах юго-востока Украины // Биосфера. – 2014. – Т. 6, № 1. – С. 46–52.
8. *Чадин И.Ф.* Хемосистематика – основа изучения биохимического разнообразия растений // Вестн. Ин-та биологии Коми науч. центра УрО РАН. – 2001. – № 8. – С. 15–17.
9. *Погоцкая А.А., Бузук Г.Н., Созинов О.В.* Морфометрия *Chelidonium majus* L.: взаимосвязь размеров, формы листа и содержания алкалоидов и фенольных соединений // Вестн. фармаци. – 2010. – № 3 (49). – С. 26–39.
10. *Цыганов Д.Н.* Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М.: Наука, 1983. – 197 с.
11. *Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н.* и др. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 472 с.
12. *Ростова Н.С.* Корреляции: структура и изменчивость. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2002. – 308 с.
13. *Зайцев Н.Г.* Методика биометрических расчетов. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
14. *Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М.* Адаптивный морфогенез и эколого-ценотические стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии. – 2004. – Ч. 2. – С. 113–120.
15. Государственная фармакопея СССР. Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. – 11-е изд. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
16. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: Изд-во ЦИНАО, 1992. – 63 с.
17. *Мироненко А.В.* Биохимия люпина. – Минск: Наука и техника, 1975. – 310 с.
18. *Rai V., Khatoon S., Bisht S.S., Mehrotra S.* Effect of cadmium on growth, ultramorphology of leaf and secondary metabolites of *Phyllanthus amarus* Schum. and Thonn // Chemosphere. – 2005. – Vol. 61. – P. 1644–1650.
19. *Бабькина А.М., Анцупова Т.П.* Влияние некоторых эколого-географических факторов на накопление алкалоидов в двух видах мака // Известия Бурятского государственного университета. – 2012. – № 4. – С. 85–87.

## Literatura

1. *Shhagapsoev S.H.* Rastitel'nyj pokrov Kabardino-Balkarii. – Nal'chik: Tetragraf, 2015. – 352 s.
2. Rastitel'nye resursy SSSR. Cvetkovye rastenija, ih himicheskij sostav, ispol'zovanie. Semejstva Caprifoliaceae – Plantaginaceae. – L.: Nauka, 1990. – 328 s.
3. *Gleason H.A.* The new Britton and Brown illustrated Flora of the North-eastern United States and Adjacent Canada. Ed. 2. – Lancaster, Penna, 1958. – Vol. 2. – 655 p.
4. *Uligova T.S., Gedgafova F.V., Gorobcova O.N.* i dr. Jekologo-biologicheskie issledovanija estestvennyh biocenozov v areale chernozemov obyknovennyh karbonatnyh ostatochno-lugovatyh Central'nogo Kavkaza (Kabardino-Balkarija) // Izv. Samar. nauch. centra Ros. akad. nauk. – 2015. – Т. 17, № 4 (2). – S. 412–418.
5. *Antipova S.V., Antipova E.M.* Stepen' naturalizacii invazionnyh vidov rastenij vo flore g. Krasnojarska // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 12. – S. 163–170.
6. *Galieva R.R.* Floristicheskoe raznoobrazie i osobennosti vossta-novlenija rastitel'nogo pokrova na uchastkah, narushennyh v rezul'tate neftegazodobychi na territorii Obshhego Syrta // Izv. Orenburg. gos. ag-rar. un-ta. – 2015. – № 6 (56). – S. 199–202.
7. *Harhota A.I., Prohorova S.I., Agurova I.V.* Osobennosti antropo-gennogo singeneza v



- tehnogennyh jekotopah jugo-vostoka Ukrainy // Biosfera. – 2014. – Т. 6, № 1. – С. 46–52.
8. Chadin I.F. Hemosistematika – osnova izuchenija biohimicheskogo raznoobrazija rastenij // Vestn. In-ta biologii Komi nauch. centra UrO RAN. – 2001. – № 8. – С. 15–17.
  9. Pogockaja A.A., Buzuk G.N., Sozinov O.V. Morfometrija Chelidonium majus L.: vzaimosvjaz' razmerov, formy lista i sodержaniya alkaloidov i fenol'nyh soedinenij // Vestn. farmacii. – 2010. – № 3 (49). – С. 26–39.
  10. Cyganov D.N. Fitoindikacija jekologicheskikh rezhimov v podzone hvojno-shirokolistvennyh lesov. – M.: Nauka, 1983. – 197 s.
  11. Ramenskij L.G., Cacenkin I.A., Chizhikov O.N. i dr. Jekologicheskaja ocenka kormovyh ugodij po rastitel'nomu pokrovu. – M.: Sel'hozgid, 1956. – 472 s.
  12. Rostova N.S. Korrelyacii: struktura i izmenchivost'. – SPb.: Izd-vo SPb. un-ta, 2002. – 308 s.
  13. Zajcev N.G. Metodika biometricheskikh raschetov. – M.: Nauka, 1973. – 256 s.
  14. Ishbirdin A.R., Ishmuratova M.M. Adaptivnyj morfogenez i jeko-logo-cenoticheskie strategii vyzhivaniya travjanistyh rastenij // Metody populjacionnoj biologii. – 2004. – Ch. 2. – С. 113–120.
  15. Gosudarstvennaja farmakopeja SSSR. Vyp. 2. Obshhie metody anali-za. Lekarstvennoe rastitel'noe syr'e. – 11-e izd. – M.: Medicina, 1990. – 400 s.
  16. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniju tjazhelyh metallov v pochvah sel'hozugodij i produkcii rastenievodstva. – M.: Izd-vo CINAО, 1992. – 63 s.
  17. Mironenko A.V. Biohimija ljupina. – Minsk: Nauka i tehnika, 1975. – 310 s.
  18. Rai V., Khatoon S., Bisht S.S., Mehrotra S. Effect of cadmium on growth, ultramorphology of leaf and secondary metabolites of Phyllanthus amarus Schum. and Thonn // Chemosphere. – 2005. – Vol. 61. – P. 1644–1650.
  19. Babykina A.M., Ancupova T.P. Vlijanie nekotoryh jekologo-geograficheskikh faktorov na nakoplenie alkaloidov v dvuh vidah maka // Izvestija Burjatskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2012. – № 4. – С. 85–87.



УДК634.0.231

М.А. Мартынова

#### ДЕМУТАЦИОННЫЕ И ИНВАЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

М.А. Martynova

#### DEMOUTIONAL AND INVASIVE PROCESSES OF LAYLANDS IN THE STEPPE ZONE OF THE REPUBLIC OF KHAKASSIA

**Мартынова М.А.** – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. группы мелиорации и борьбы с опустыниванием НИИ аграрных проблем Хакасии, Республика Хакасия, Усть-Абаканский р-н, с. Зеленое. E-mail: artemisiadracun61@mail.ru

**Martynova M.A.** – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Group of Melioration and Fight against Desertification, Research and Development Institute of Agrarian Problems of Khakassia, Republic of Khakassia, Ust-Abakan District, V. Zelenoe. E-mail: artemisiadracun61@mail.ru

Цель исследования – оценка скорости дему- тационных и инвазионных процессов пахотных зе- мель в степной зоне Республики Хакасия, подверг- нутых стихийной консервации. Исследование про- водили согласно общепринятым методикам на пахотных землях, стихийно законсервированных в течение 13 лет. На трансектах закладывали пробные площадки и проводили геоботаническое описание по А.Г. Воронову, жизненное состояние семенного возобновления вяза приземистого – по В.А. Алексееву. Определено, что восстановление первичной целинной растительности протекает медленно, демутация относилась к корневищной стадии. *Ulmus pumila* L. активно расселяется и

натурализуется на залежных землях в границах по- лезащитных лесных полос (ПЗЛП). Скорость процесса распространения вяза приземистого се- менами проявлялась как в слабой, так и сильной степени (категории «внедрение» и «захват»). За- растание межполосных полей вязом приземистым происходило неравномерно. Зарастание полей, расположенных с краю системы ПЗЛП, относили к категории «внедрение», где сомкнутость крон вяза приземистого в среднем на всю территорию межполосного поля составляла менее 0,3. Зарас- тание удаленного от влияния господствующих ветров межполосного поля относили к категории «захват», где вся площадь была занята вязовыми