

Е. В. Жмудь

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ *HEDYSARUM GMELINII* (FABACEAE) В ГОРНОМ АЛТАЕ И ХАКАСИИ

Изучена морфоструктура надземной части побеговой сферы у растений *Hedysarum gmelinii* Ledeb., произрастающих в Горном Алтае и Хакасии. У растений данного вида выявлен комплекс адаптивных морфологических признаков и установлена степень влияния фактора приуроченности растений к разным высотам над уровнем моря на их изменчивость. По данным дисперсионного и регрессионного анализов, приспособление к повышению высоты над уровнем моря проявляется у *H. gmelinii* в угнетении интеркалярного роста меристем. Морфоструктура растений при подъеме в горы достоверно изменяется, не претерпевая существенной трансформации. Выявленные изменения, наряду с другими адаптивными особенностями, обеспечивают *H. gmelinii* сохранение определенной ценотической роли и репродуктивного потенциала в горных условиях.

**Ключевые слова:** *Hedysarum gmelinii*, ценопопуляции, изменчивость морфологических признаков, горы Южной Сибири.

Комплексное исследование морфобиологических особенностей растений, перспективных в кормовом и лекарственном отношении, необходимо для их эффективного использования. Перспективным полезным видом флоры Южной Сибири является, в частности, *Hedysarum gmelinii* Ledeb. (копеечник Гмелина) [1–3]. Вид относится к моноцентрическим многоглавым каудексообразующим стержнекорневым полурозеточным поликарпическим растениям с монокарпическими генеративными удлиненными побегами [3] (рис. 1).



Рис. 1. *Hedysarum gmelinii* в Горном Алтае. Длина линейки составляет 30 см

У растений *H. gmelinii* отмечена большая пластичность в условиях недостаточной влажности, позволяющая ему существовать в большом диапазоне экологических условий – от лесостепных и луговых до типично степных фитоценозов [4, 5]. Это гемикриптофит, произрастающий в широком диапазоне экологических условий, преимущественно в степных и лесостепных сообществах –

от предгорной до высокогорной холодной лесостепи, по классификации Н. И. Макуниной [6]. Широкая экологическая амплитуда вида позволяет изучить его пластичность в различных эколого-географических условиях.

Пластичность растений обеспечивается «буферной емкостью» морфологической структуры, в рамках которой адаптационные механизмы обеспечивают их существование в различных условиях среды [7, 8]. Исследование пластичности растений базируется на исследовании индивидуальных морфометрических параметров в разных экологических условиях по градиенту определенных факторов [9, 10].

Для изучения экологической пластичности вида немаловажным критерием служит его способность к произрастанию на разных высотах над уровнем моря. Были проведены исследования биолого-морфологических признаков у растений 11 ценопопуляций растений *H. gmelinii* в различных степных сообществах и на остепненных лугах Центрального Алтая [3, 4, 11]. Однако изменчивость морфологических признаков у растений вида в зависимости от приуроченности к разным абсолютным высотам ранее не изучалась.

Цель данной работы – исследование морфоструктуры надземной части побеговой сферы у дикорастущих представителей *H. gmelinii* в различных эколого-географических условиях в Горном Алтае и Хакасии. Основной задачей явилось изучение изменчивости морфологических признаков у растений этого вида в зависимости от их приуроченности к разным высотам над уровнем моря.

Система гор Южной Сибири – это целостная в природном отношении область, по контрастности климатических условий не имеющая себе равных [12]. Основные исследования проведены нами в Горном Алтае, где на сравнительно небольшой по протяженности территории наблюдается большая мозаичность растительности и климатических

условий [13]. Вертикальный градиент климатических условий в горах представляет собой уникальную природную модель для исследования изменчивости растений на относительно небольшой территории, благодаря перераспределению климатических факторов [12, 14]. Главными из них по воздействию на растения являются низкие температуры и короткий вегетационный период, характерные для высокогорий [15].

### Материалы и методы

Эколого-морфологические особенности растений *H. gmelinii* изучены в 2000–2012 гг. в выборках из 24 ценопопуляций (ЦП), произрастающих в Горном Алтае (ГА) и Хакасии на высотах от 300 до 2200 м над уровнем моря (м н. ур. м.) (табл. 1).

Таблица 1  
Характеристика местообитаний ценопопуляций (ЦП) *Hedysarum gmelinii* в 2000–2012 годах

№	Номер популяции, год сбора, район (р-н) исследований	Высота н. ур. м.; экспозиция (эксп.) склона (скл.)	Название фитоценоза
1	2	3	4
1	1–00; 2000 г. Горный Алтай (ГА), Онгудайский район (р-н), окр. с. Иня	900 м, терраса р. Чуя; скл. юж. эксп.	Разнотравно-злаковая степь
2	2а-00; 2000 г., ГА, Кош-Агачский р-н, окр. с. Белый Бом	1100 м, терраса р. Шавла; ю-з эксп.	Разнотравно-злаковая степь с кустарниками
3	2б-00; 2000 г. ГА, Кош-Агачский р-н, дол. р. Шавла	1100 м; подножие склона	Разнотравно-чиркочная степь
4	2в-00; 2000 г. ГА, Кош-Агачский р-н, дол. р. Шавла	900 м; пойма	Березово-тополевый лес на дне бывшего русла
5	3–00; 2000 г. ГА, Онгудайский р-н, окр. д. Малый Яломан	1100 м; скл. ю-з эксп.	Разнотравно-злаково-осоковый луг
6	1–03; 2003 г. ГА, Кош-Агачский р-н, окр. пос. Кош-Агач	2200 м; скл. вост. эксп.	Деградированная степь, берег р. Таркаты
7	2–03; 2003 г. ГА, Онгудайский р-н, у перевала Чике-Таман	1000 м	Луговая степь, западинка между холмами
8	3–03; 2003 г. ГА, «-», окр. д. Ело	1100 м	Ковыльная степь
9	4–03; 2003 г. ГА, Усть-Канский р-н, окр. с. Оро	1250 м	Луговая степь, обочина дороги
10	5–03; 2003 г. ГА, «-», окр. с. Усть-Кан	1100 м,	Разнотравная степь
11	5–07; 2007 г. ГА, Улаганский р-н, окр. пос. Акташ	2000 м, скл. ю-в эксп.	Альпийский луг с каменистым субстратом

12	5–09; 2009 г. ГА, Кош-Агачский р-н, окр. с. Курай	1700 м, терраса р. Ак-Туру, скл. юж. эксп.	Разнотравный луг, опушка лиственничника
13	6–09; 2009 г. ГА, Онгудайский р-н, окр. с. Б. Яломан	1300 м; скл. ю-в эксп.	Каменистая степь на бер. р. Бол. Яломан
14	7–10; 2010 г. ГА, Усть-Канский р-н, окр. с. Абай	1400 м; скл. юж. эксп.	Остепненный (остепн.) луг
15	2–11; 2011 г. ГА, Онгудайский р-н, перевал Чике-Таман	1115 м; скл. с-з эксп.	Остепн. луг в лиственничнике (листв.)
16	7–11; 2011 г. Хакасия, Шарыповский р-н, окр. с. Сорокино	312 м; скл. сев. эксп.	Разнотравно-злаковый луг
17	3–12; 2011 г. ГА, Онгудайский р-н, перевал Чике-Таман	1115 м; скл. с-з эксп.	Остепн. луг в листв.
18	4–12; 2000 г. ГА, «-», бер. р. Айгулак	1150 м; скл. юж. эксп.	Остепн. луг в листв.
19	9–12; 2011 г. ГА, «-», окр. с. Кулада	1100 м; скл. юж. эксп.	Деградированная степь
20	11–12; 2012 г. ГА, Онгудайский р-н, окр. с. Ело	1100 м	Луговая степь, обочина дороги
21	12–12; 2012 г. ГА, Усть-Канский р-н, окр. с. Яконур	1100 м	Деградированная степь; выпас, обочина дороги
22	13–12; 2012 г. ГА, «-», окр. с. Белый Ануй	1000 м; скл. ю-в эксп.	Степь на участке с каменистыми выходами
23	14–12; 2012 г. ГА, «-» окр. с. Черный Ануй	700 м; скл. юж. эксп.	Разнотравный луг
24	15–12; 2012 г. ГА, Чемальский р-н, окр. с. Еланда	500 м; скл. юж. эксп.	Остепн. луг

Выбор *H. gmelinii* обусловлен, кроме того, его сравнительно высокой ценоценозной ролью в сообществах, так как для проведения исследований необходимы выборки определенного объема. В каждой ЦП изучены 10–15 растений, находящихся в средневозрастном генеративном онтогенетическом состоянии в фазе цветения – начала плодоношения. Всего изучено более 300 растений *H. gmelinii*. Обилие измеряли по шкале Друде с дополнениями [16]. Изученные растения произрастали в двух типах и 5 подтипах лесостепи: от предгорной лесостепи (Хакасия) до горной лесостепи (низкогорная умеренно-теплая, среднегорная умеренно-теплая, среднегорная умеренно-холодная и высокогорная холодная – в пределах ГА) [6]. У каждого растения измеряли 13 метрических и аллометрических морфологических признаков генеративных осевых побегов. В качестве каудекса у растения измеряли диаметр его надземной части. Градациями фактора служили разные высоты

н. ур. м. Данный фактор обусловлен местонахождением конкретных природных ЦП исследованных растений; за границу отдельного фактора там, где возможно, принимали разницу высот  $100 \pm 50$  м, так как на некоторых высотах растения не были найдены.

Обсуждение данных вариационной статистики, корреляционного и дисперсионного анализов проведено согласно классическим методам [17, 18, 19, 20] с использованием пакета программ «Excel 2007». Изучены средние величины значений каждого признака (M), ошибка средней величины (m), коэффициент вариации (V, %) и приведены максимальное (max) и минимальное (min) значение для каждого признака [17, 18]. Для регрессионного анализа и построения графиков применен пакет программ «Statistica 7.0». На графиках представлена изменчивость средних значений признаков с 95 % доверительным интервалом для среднего значения признака у особей каждой ЦП и отражены достоверные линейные тренды. В обозначениях ЦП, приведенных на шкале X, содержится информация о высоте над уровнем моря, где она была изучена, ее порядковом номере и годе проведения исследования. Например, название ЦП «300, 7\_11» включает высоту н. ур. м (300 м), порядковый номер популяции (№ 7) и год сбора (2011).

### Результаты и их обсуждение

По литературным источникам [5] и нашим данным, *H. gmelinii* в пределах ареала встречается в обилии сор1 – сор2 по шкале Друде [16] в различных типах лесостепных фитоценозов. По нашим данным, наиболее часто вид произрастает на высотах от 900 до 1100 м н. ур. м в Горном Алтае (14 ЦП) (табл. 1).

Анализ изменчивости морфологических признаков *H. gmelinii* позволил установить, что большинство из них (9 из 13) характеризуются нормальным варьированием. Очень большое варьирование отмечено для значений числа генеративных побегов, аномальное – для числа побегов обогашения, вегетативных побегов у особей и соотношения числа генеративных и вегетативных побегов (табл. 2).

Таблица 2

Варьирование значений морфологических признаков у растений *Hedysarum gmelinii* в Горном Алтае и Хакасии (2000–2012 гг.)

Признаки	M ± m	V, %	Max – min*
Длина побега, см	37,5 ± 0,9	43,3	85,0–6,5

Диаметр каудекса, см	5,4 ± 0,1	40,1	13,5–1,5
Длина листочка, см	1,5 ± 0,0	35,0	4,5–0,6
Ширина листочка, см	0,7 ± 0,0	37,7	1,9–0,2
Длина соцветия, см	6,1 ± 0,2	43,9	18,0–1,3
Число метамеров	3,8 ± 0,1	39,3	9,0–1,0
Число боковых побегов	0,1 ± 0,0	310,7	0,0–2,0
Число листьев	4,5 ± 0,1	32,1	2,0–11,0
Число побегов вегетативных	7,4 ± 0,5	109,7	61,0–1,0
Число побегов генеративных	10,0 ± 0,5	75,1	47,0–1,0
Число соцветий на побеге	2,7 ± 0,1	42,6	6,0–1,0
Число цветков в соцветии	20,4 ± 0,5	41,3	50,0–2
Соотношение побегов**	3,6 ± 0,3	155,4	47,0–0,1

Примечание: \* – дано максимальное и минимальное значение признака;

\*\* – соотношение числа генеративных и вегетативных побегов в особи

Наиболее высокое варьирование отмечено у значений числа боковых побегов. Так, на осевых побегах растений вида наблюдаются, как правило, 1–2 побега обогашения. Их развитие отмечено у растений 6 ЦП вида, приуроченных к различным фитоценотическим условиям на высотах от 300 до 1700 м н. ур. м. У особей 18 ЦП вида ветвление побегов не отмечено. Очень большим и аномальным варьированием отличаются, кроме того, значения числа вегетативных и генеративных побегов и соотношения числа генеративных и вегетативных побегов в особях, амплитуда значений которых составляет 47–61 раз.

Корреляционный анализ показал наличие значительной степени связи у 9 пар изученных морфологических признаков растений *H. gmelinii* ( $0.5 \leq r \leq 0.7$ ) [19]. Так, число листьев и число соцветий на осевых побегах у растений данного вида определяются числом сформированных метамеров; на побегах большей длины формируются более длинные соцветия и листочки. Более крупные листочки отмечены на побегах с большим числом сформированных сложных листьев. Размеры надземной части каудекса и соотношение числа генеративных и вегетативных побегов определяются, главным образом, числом сформированных генеративных побегов в особях, которые у растений данного вида развиты в большей степени, чем вегетативные. В значительной степени взаимосвязаны длина и ширина листочков сложного листа (табл. 3).

Таблица 3

Значительные корреляционные связи морфологических признаков растений *Hedysarum gmelinii* в Горном Алтае и Хакасии (2000–2012 гг.)

Пары признаков	Коэффициент корреляции
Длина-ширина листочка	0,70 ± 0,04
Диаметр каудекса – число генеративных побегов	0,65 ± 0,04
Число метамеров – число листьев	0,50 ± 0,06
Число метамеров – число соцветий	0,51 ± 0,06
Число порядков ветвления – число боковых побегов	0,89 ± 0,02
Длина побега – длина листочка	0,56 ± 0,05
Длина побега – длина соцветия	0,53 ± 0,05
Длина листочков – число листьев	0,66 ± 0,04
Число генеративных побегов – соотношение побегов*	0,63 ± 0,05

Примечание: \* – соотношение числа генеративных и вегетативных побегов

При изучении растений в горных условиях нами отмечено явление их миниатюризации, особенно заметное в условиях высокогорной холодной лесостепи. В связи с этим проведен дисперсионный анализ значений морфологических признаков у представителей *H. gmelinii* для определения их изменчивости в различных эколого-географических условиях.

Проведение дисперсионного анализа позволило установить, что изменчивость всех изученных морфологических признаков у растений *H. gmelinii* достоверно зависит от фактора высоты н. ур. м. (табл. 4). Предложена следующая градация воздействия данного фактора на изменчивость изученных морфологических признаков: небольшое – до 25 %, среднее – 25–50 % и высокое – более 50 % [21]. Выявлено, что изменчивость большинства изученных признаков (8 из 13) в небольшой степени зависит от влияния данного фактора. Это диаметр надземной части растений, число метамеров, побегов обогащения на осевых генеративных побегах, соцветий на побегах и сформированных в них цветков, их длина, число генеративных побегов в особях и соотношение числа генеративных и вегетативных побегов. Изменчивость значений пяти изученных морфологических признаков у растений *H. gmelinii* в средней степени (от 25 до 48 %) зависит от приуроченности особей вида к определенной высоте н. ур. м. Это длина осевых побегов, размеры (длина и ширина) листочков, число листьев и вегетативных побегов (табл. 4).

Таблица 4

Степень влияния фактора высоты н. ур. м. на изменчивость морфологических признаков у растений *Hedysarum gmelinii* (%) и коэффициент множественной корреляции (R) по отношению к данному фактору

Признаки	Степень влияния фактора, %	R
Длина побега, см	47,4	– 0,56
Диаметр каудекса, см	7,9	0,09**
Длина листочка, см	48,0	– 0,34
Ширина листочка, см	42,5	– 0,17
Длина соцветия, см	18,2	– 0,25
Число метамеров	14,4	– 0,14
Число боковых побегов	23,9	0,05**
Число листьев	36,4	– 0,22
Число побегов вегетативных	25,2	0,27
Число побегов генеративных	10,9	0,03**
Соотношение побегов*	10,0	– 0,17
Число соцветий на побеге	9,0	– 0,12
Число цветков в соцветии	18,0	– 0,23

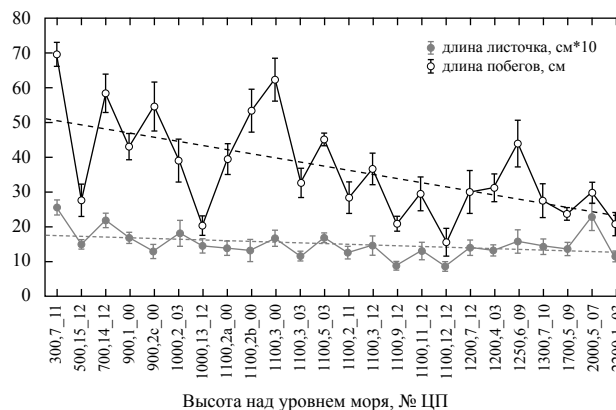
Примечание: \* – соотношение числа генеративных и вегетативных побегов;

\*\* – признаки, у значений которых не выявлена достоверная регрессия от высоты н. ур. м.

Таким образом, данные дисперсионного анализа подтверждают достоверность влияния фактора приуроченности растений вида к определенным высотам н. ур. м. на изменчивость значений изученных морфологических признаков.

Регрессионный анализ показывает наличие достоверной тенденции изменения значений большинства (10 из 13) морфологических признаков у растений *H. gmelinii* в зависимости от приуроченности растений вида к определенной высоте н. ур. м. (табл. 4). В значительной степени при подъеме в горы у растений вида сокращается длина осевых побегов ( $R \geq 0,5$ ), в умеренной – длина листочков ( $R \geq 0,3$ , где R – коэффициент множественной корреляции) (рис. 2 а).

а) Длина побегов и листочков у растений *Hedysarum gmelinii* на разной высоте над уровнем моря



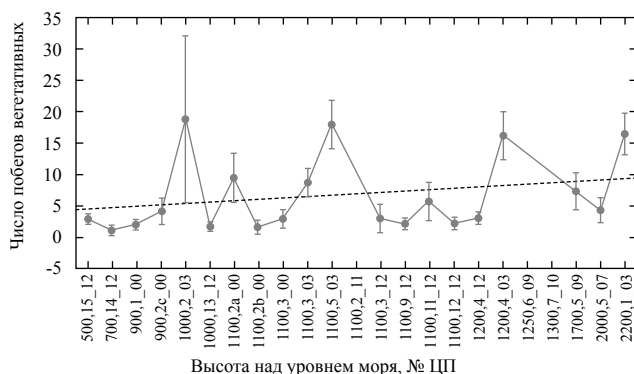
б) Число вегетативных побегов в растениях *H. gmelinii* на разной высоте над уровнем моря

Рис. 2. Изменчивость значений морфологических признаков с умеренными и значительными коэффициентами множественной корреляции у растений *Hedysarum gmelinii* в Горном Алтае и Хакасии: а) на оси ординат – значения длины осевых генеративных побегов (см) и листочков (см \*10) ( $R = -0.56$  и  $-0.34$ , соответственно) (24 ЦП); б) число вегетативных побегов (23 ЦП) ( $R = 0.27$ ). На оси ординат расположены средние значения признаков с доверительным интервалом (95%), на оси абсцисс – высота н. ур. м. (м) и номера популяций (через запятую)

Также при подъеме в горы у растений *H. gmelinii* формируются укороченные соцветия, происходит некоторая редукция числа метамеров и соцветий, наблюдается формирование меньшего числа цветков в соцветиях и отмечается уменьшение облиственности осевых побегов. Зависимость значений данных признаков от высоты н. ур. м. носит достоверный характер, но отличается невысокими значениями ( $R < \pm 0.3$ ). Кроме того, у растений *H. gmelinii* отмечено достоверное, но слабо выраженное и, вероятно, немонотонное увеличение числа вегетативных побегов в особях при подъеме в горы (рис. 2б).

При этом изменчивость значений таких признаков, как ширина листочков и число листьев, в средней степени зависит от высоты н. ур. м., хотя, вероятно, зависимость также носит немонотонный характер. Морфологические признаки, для значений которых отмечена достоверная, но слабо выраженная зависимость изменчивости от подъема в горы, в большой степени подвержены влиянию других, возможно, микроэкологических условий.

Нами не отмечено достоверной тенденции изменчивости диаметра надземной части и числа генеративных побегов у растений *H. gmelinii* при подъеме в горы. Степень влияния данного фактора на изменчивость этих признаков невысока. Несмотря на определенное увеличение числа вегетативных побегов у растений этого вида с возрастанием высоты н. ур. м., они не оказывают существенного влияния на размеры надземной части особей, поскольку развиты слабо по сравнению с генеративными. У *H. gmelinii* при подъеме в горы также не отмечена тенденция в изменении числа побегов обогачения на осевых побегах. Поскольку воздействие фактора высоты н. ур. м. на изменчивость этих признаков небольшое и линейная регрессия для них не выявлено, следует предположить, что, вероятно, их изменчивость обусловлена влиянием других факторов.

#### Заключение

Таким образом, выявлено, что растения *H. gmelinii* встречаются в пределах двух типов и пяти подтипов лесостепи в Горном Алтае и Хакасии на высотах 300–2200 м н. ур. м., что свидетельствует о его широком высотном диапазоне. Приспособительные особенности к повышению абсолютной высоты у растений *H. gmelinii* проявляются, главным образом, в укорочении надземной части осевых генеративных побегов, обусловленной угнетением интеркалярного роста меристем, что отмечено у некоторых видов растений в высокогорьях [22]. Известно, что растения с высокой габитуальной пластичностью в зависимости от типа местообитания, способны менять тип пространственной стратегии или жизненную форму [23]. У растений *H. gmelinii*, в отличие от других изученных видов, морфоструктура генеративных побегов при подъеме в горы достоверно изменяется, не претерпевая при этом существенной трансформации. Некоторое возрастание числа вегетативных побегов в растениях при подъеме в горы выполняет, вероятно, резервную функцию.

Автор выражает благодарность директору Алтайского филиала ЦСБС СО РАН «Горно-Алтайский ботанический сад» канд. биол. наук Ачимовой А. А. за содействие в сборе растительного материала.

#### Список литературы

1. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР / под ред. И. В. Ларина. Т. II. М.; Л. 1951. 947 с.
2. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 3. Семейства Fabaceae – Ariaceae. СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 601 с.
3. Сыева С. Я., Карнаухова Н. А., Дорогина О. В. Копеечники Горного Алтая. Горно-Алтайск, 2008. 184 с.
4. Карнаухова Н. А. Род *Hedysarum* L. в Южной Сибири (анатомия, морфология, эволюция) // Матер. VII Междунар. науч.-практ. конф.

- «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии». Барнаул, 19–21 октября 2008 г. С. 121–125.
5. Пленник Р. Я. Эколого-географическая приуроченность и коррелятивная сопряженность анатомо-морфологических структур различных органов бобовых Юго-Восточного Алтая (роды *Astragalus* L., *Oxytropis* DC., *Hedysarum* L.) В. кн.: Растительные богатства Сибири. Наука, Сиб. отд.-ние. Новосибирск. 1971.
  6. Макунина Н. И. Зонально-поясные типы растительных сообществ лесостепи Западной и средней Сибири // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: матер. Всерос. конф. (Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2011 г.) Т. 1. СПб., 2011. С. 370–373.
  7. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. Казань, КГУ, 1989. 140 с.
  8. Волков И. В., Кирпотин С. Н. Вопросы терминологии в экологической морфологии растений // Вест. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). Вып. 4. 2003. С. 61–66.
  9. Ackerly D. D., Dudley S. A., Sultan S. E., Schmitt J., Coleman J. S., Linder C. R., Sandquist D. R., Geber M. A. Evans A. S., Dawson T. E. Lechowicz M. J. The evolution of Plant Ecophysiological Traits: Recent Advances and Future Directions // *BioScience*, v. 50. No. 11. 2000. P 979–995.
  10. Sultan S. E. Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development // *Evolution & Development*. 2003. 5:1. P. 25–33.
  11. Жмудь Е. В., Дорогина О. В., Карнаухова Н. А. Межпопуляционная морфологическая изменчивость и трипсингибирующая активность *Hedysarum gmelinii* (Fabaceae) в Горном Алтае // *Раст. ресурсы*. 2007. Вып. 2. С. 24–30.
  12. Поликарпов Н. П., Чебакова Н. М., Назимова Д. И. Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск: Наука. 1986. 224 с.
  13. Огуреева Г. Н. Ботаническая география Алтая. М.: Наука, 1980. 197 с.
  14. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Краткий курс общей экологии. Часть 1: Экология видов и популяций: учебник. Уфа: Изд-во БГПУ, 2011. 206 с.
  15. Гамалей Ю. В. Происхождение и миграция криофлор // *Бот. журнал*. 2013. Т. 98. № 8. С. 937–956.
  16. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // *Биологические науки*. 1975. № 2. С. 7–34.
  17. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. Наука, 1984. 424 с.
  18. Зайцев Г. Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука. 1991.
  19. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1973. 342 с.
  20. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск: Вышэйш. школа, 1973. 318 с.
  21. Жмудь Е. В. Изменчивость морфологических признаков *Astragalus austrosibiricus* (Fabaceae) в Горном Алтае // *Растительный мир Азиатской России*. 2012. № 2 (10). С. 49–55.
  22. Горышина Т. К. Экология растений: учеб. пособ. М.: Высш. школа, 1979. 368 с.
  23. Волков И. В. К пространственному подходу в изучении жизненных форм растений // *Krylovia*. 2001. Вып. 2. Т. 3. С. 7–13.

Жмудь Е. В., доцент, кандидат биологических наук.  
**Центральный сибирский ботанический сад СО РАН.**  
Ул. Золотодолинская, 101, Новосибирск, Россия, 630090.  
E-mail: elenazhmu@ngs.ru

*Материал поступил в редакцию 26.08.2014.*

*E. V. Zhmud*

## ECOLOGICAL FLEXIBILITY HEDYSARUM GMELINII (FABACEAE) IN ALTAI MOUNTAINS AND CHAKASSIA

The morphological structure of the above-ground part of the cane areas of the plant 24 local populations *Hedysarum gmelinii* Ledeb., grown in the Mountainous Altai and Khakassia, was studied. A complex adaptive morphological traits and the degree of influence of the factor of adaptation of plants to different heights above sea level (from 300 to 2200 m ) on their variability in plants of this species are revealed. According to variance and regression analyses, adjusting to the increasing height above sea level in *H. gmelinii* inhibition of the intercalary meristem growth is shown. When climbing structure shoots varies significantly, but the transformation in plants is minor.

The changes in above-ground parts of shoots ensure the preservation of particular role in cenosis and reproductive capacity, together with other peculiarities of structure in plants *H. gmelinii* in mountain conditions.

**Key words:** *Hedysarum gmelinii*, local populations, the variability of morphological characteristics, mountains of South Siberia.

## References

1. *Forage plants of hayfields and pastures of USSR*. Vol. 2. Edited by I. V. Larin. Moscow, Leningrad, 1951. 947 p. (in Russian).
2. *Plant resources of Russi: Wild flowering plants and their component structure and biological activity*. Vol. 3. Fabaceae–Apiaceae. St. Petersburg, Moscow, Tovarishchestvo Nauchnikh Izdaniy KMK Publ., 2010. 601 p. (in Russian).
3. Syeva S. Ya., Karnaukhova N. A., Dorogina O. V. *Genus Hedysarum L. (Fabaceae Lindl.) of Altai mountins*. Gorno-Altaysk, 2007. 184 p. (in Russian).
4. Karnaukhova N. A. *Genus Hedysarum in Southern Siberia (Anatomy, morphology, evolution)*. Proceedings of VII international conference "Problems of botany of South Siberia and Mongolia". (19–21 October 2008). Barnaul, 2008, pp. 121–125 (in Russian).
5. Plennik R. Ya. *Ecological and geographical confinement and conjugation correlative anatomic and morphological structures of different legumes of Southeast Altai (on the example genes of Astragalus L., Oxytropis DC. and Hedysarum L.)*. *Vegetative riches of Siberia*. Novosibirsk, Nauka, Sib. Otdelenie Publ., 1971, pp. 47–57 (in Russian).
6. Makunina N. I. Zonal types of plant communities of Western and Central Siberia. Proceedings of Russian conference Russian geobotany: milestones and prospects. St. Petersburg, 20–24 of September 2011, vol.1, pp. 370–373. (in Russian)
7. Zlobin Yu. A. *Principles and Methods of Study of Coenotical Plant Populations*. Kazan., KGU Publ., 1989. 140 p. (in Russian).
8. Ackerly D. D., Dudley S. A., Sultan S. E., Schmitt J., Coleman J. S., Linder C. R., Sandquist D. R., Geber M. A. Evans A. S., Dawson T. E. Lechowich M. J. The evolution of Plant Ecophysiological Traits: Recent Advances and Future Directions. *BioScience*, 2000, vol. 50, no. 11, pp. 979–995.
9. Sultan S. E. Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development. *Evolution & Development*, 2003, vol. 5, no 1, pp. 25–33.
10. Volkov I. V., Kirpotin S. N. Questions of terminology in ecological plant morphology. *TSPU Bulletin*, 2003, № 4, pp. 61–66 (in Russian).
11. Policarpov N. P., Chebakova N. M., Nazimova D. I. *Climate and Mountain Forests of Southern Siberia*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1986. 224 p. (in Russian).
12. Ogureeva G. N. *Altai Botanical Geography*. Moscow, Nauka Publ., 1980. 187 p. (in Russian).
13. Mirkin B. M., Naumova L. G. *A Short Course in General Ecology*. Part 1: Ecology of Species and Populations: the textbook. Ufa, BSPU Publ., 2011. 206 p. (in Russian).
14. Gamaley Yu. V. The origin and migration of krioflors. *Bot. Journal*, 2013, vol. 78, no. 8, pp. 937–956 (in Russian).
15. Uranov A.A. Age range of phyto cenosis populations as a function of time and energy wave processes. *Biological Sciences*, 1975, no. 2, pp. 7–34 (in Russian).
16. Zaitsev G. N. *Mathematical Statistics in Experimental Botany*. Moscow, Nauka Publ., 1984. 424 p. (in Russian).
17. Zaitsev G. N. *Mathematical Analysis of Biological Data*. Moscow, Nauka Publ., 1991. 184 p. (in Russian).
18. Lakin G. F. *Biometry*. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1973. 342 p. (in Russian).
19. Rokitsky P. F. *Biological Statistics*. Minsk, Vyssh. shkola Publ., 1973. 320 p. (in Russian).
20. Zhmud E. V., Dorogina O. V., Karnaukhova N. A. Interpopulational morphological variability and trypsin inhibitor activity of Hedysarum gmelini (Fabaceae) in the Mountain Altai. *Plant Resources*, 2007, no. 2, pp. 23–30 (in Russian).
21. Zhmud E.V. Variability of Astragalus austrosibiricus (Fabaceae) morphological characteristics in Altai Mountins. *Flora of Asian Russia*, 2012, no. 2 (10), pp. 49–55 (in Russian).
22. Goryshina T. K. *Plant Ecology: Textbook*. M., Vysshaya shkola Publ., 1979. 368 p. (in Russian)
23. Volkov I. V. On the spatial approach to the study of life forms of plants. *Krylovia*, 2001, no. 2, vol. 3, pp. 7–13 (in Russian).

**Central Siberian Botanical Garden SB RAS.**

Str. Zolotodolinskaya, 101, Novosibirsk, Russia, 630090.

E-mail: elenazhmu@ngs.ru