



## ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.137

### МЕТАЛЛЫ В ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЯХ С РАЗНЫМИ ТИПАМИ АДАПТИВНЫХ СТРАТЕГИЙ

© 2013 Сибгатуллина М.Ш.<sup>1</sup>, Валеева Г.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан

<sup>2</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет

В работе исследовано содержание биофильных элементов и тяжелых металлов в травянистых растениях Татарстана, принадлежащих к разным типам адаптивных стратегий по Раменскому-Грайму и экологическим группам растений, произрастающих в различных условиях водного режима среды. Статистически доказано, что растения с разными типами адаптивных стратегий достоверно отличаются по содержанию Zn. Установлено, что пациенты накапливают исследованные элементы в большем количестве, чем эксплеренты и виоленты. Выявлено снижение содержания биофильных элементов и тяжелых металлов в растениях в ряду: мезофиты → ксерофиты → мезогигрофиты.

Content of biophile elements and heavy metals in herbaceous plants of Tatarstan which belong to different types of adaptive strategies on Ramenskiy-Grime theory and to different ecological groups growing in different conditions of environments water regime was investigated in the article. It was statistically proved that plants with different types of adaptive strategies differ in the content of Zn. It was established that stress tolerators accumulate the studied elements in bigger quantity, than ruderals and competitors. Decrease of content of biophile elements and heavy metals in plants in the following line was revealed: mezophytes → xerophytes → mezohigrophytes.

**Ключевые слова:** Травянистые растения, биофильные элементы, микроэлементы, тяжелые металлы, адаптивные стратегии растений, конкуренты – виоленты, рудералы – эксплеренты, стресс-толеранты – пациенты, мезофиты, ксерофиты, мезогигрофиты, аккумуляция.

**Key words:** Herbaceous plants, biophile elements, trace elements, heavy metals, adaptive strategies of plants, competitors – violents, ruderals – explerents, stress tolerators – patients, mezophytes, xerophytes, mezohigrophytes, accumulation.

**Введение.** Глобальные климатические изменения и локальные антропогенные воздействия на природные экосистемы приводят к изменениям экологического состояния биосферы, нарушениям естественного круговорота химических элементов и баланса углерода, смене растительности. Адаптация растений к этим изменениям определяется направленностью метаболических реакций организма, ответственных за формирование жизненной (адаптивной, экологической) стратегии. Весьма интересной является флора травянистых растений естественных фитоценозов мало изученная с этих позиций.

Как указывает Т.А. Работнов [1], ещё в XIX в. исследователи растительных сообществ отмечали не только различную количественную представленность видов, но и их различную способность адаптироваться к изменению среды. Основоположниками классификации основных типов стратегий растений являются Л.Г. Раменский [2] и J.P. Grime [3-6]. Классификация растений по типам адаптивных (экологических) стратегий Раменского-Грайма учитывает не только генетически обусловленный характер формирования адаптивных морфофизиологических комплексов и репродуктивное усилие растений, но и реакцию растений на состояние внешней среды. Данная классификация представляет собой классификацию систем жизнедеятельности, включающих анатомо-морфологические и физиологические механизмы, и обеспечивающих в конечном итоге адаптацию растений к определенным условиям произрастания и формирование соответствующего фитоценоза.

Классификация Раменского-Грайма определяет три первичных типа адаптивной стратегии растений. Виоленты, или конкуренты (С) – конкурентно мощные растения, отличающиеся высокой скоростью роста и обитающие в стабильных местообитаниях, неустойчивые к действиям стрессовых факторов. Их реализованная и фундаментальная ниши совпадают. Эксплеренты, или рудералы (R) – быстро растущие растения, неконкурентоспособные, однако при нарушениях благодаря высокому репродуктивному усилию занимают место конкурентов. Их реализованная ниша приближается к нулю, а фундаментальная ниша довольно широка. Пациенты, или стресс-толеранты (S) – медленно растущие растения, обладающие механизмами адаптации к стрессу, а поэтому их реализованная и фундаментальная ниши довольно близки.



Использование одних и тех же ресурсов, но различными способами, обуславливает и различия в экологии растений [7] и, соответственно, их стратегию жизни. Так, обнаружено, что растения с разными типами адаптивных стратегий по-разному реагируют на дефицит элементов минерального питания [8]. Установлено, что особенности химического состава листьев и направленность метаболических процессов у растений связаны с типом их экологической стратегии. В ряду  $S \rightarrow R \rightarrow C$  увеличивается содержание в листьях азота, углерода, в ряду  $R \rightarrow C \rightarrow S$  возрастает содержание микроэлементов и уменьшается количество растворимых сахаров [9, 10]. Образование ассимилятов, их транспорт и распределение между донорными и акцепторными органами также связаны с типом адаптивных стратегий [11]. Выявлено также, что растения с разными типами адаптивных стратегий различаются по энергетическим затратам на образование единицы массы листа – она максимальна у растений, устойчивых к стрессу, и минимальна у эксплерентов [12]. Представления о типах адаптивных стратегий имеют важное значение для теории и практики экологической реставрации деградированных пастбищных сообществ [13]. По мнению З.Ш. Шамсутдинова и Э.З. Шамсутдиновой [13] посредством максимальной реализации потенциала растений с разным типом адаптивной стратегии за счет использования их взаимодополняющих свойств, а также усиления дифференциации экологических ниш можно достичь оптимизированного фитоценологического баланса при формировании пастбищных сообществ.

Таким образом, выявление характера распределения биофильных элементов и в особенности тяжелых металлов в травянистых растениях естественных фитоценозов в зависимости от типа адаптивных стратегий имеет прямое отношение к изучению природы явлений, кормопроизводству и проблеме экологического безопасности и использования растений в лекарственных целях.

**Экспериментальная часть.** Объектами исследований были травянистые растения и почвы естественных луговых и лесных фитоценозов, отобранные в 6 административных районах Республики Татарстан (РТ) (Зеленодольском, Пестречинском, Верхнеуслонском, Альметьевском, Бугульминском, Мамадышском), а также на территории г. Казани.

Содержание биофильных элементов и тяжелых металлов определяли в травянистых растениях, произраставших в различных почвенно-геохимических условиях – на дерново-подзолистой, серой лесной, дерново-карбонатной почвах, черноземе выщелоченном. Пробы растений отбирали в 2006-2007 гг. в период массового цветения. Всего было отобрано 160 проб растений. В почве определяли содержание подвижных форм Fe, Cu, Zn, Pb, Cd [14] и обменных форм K и Ca [15]. Содержание металлов анализировали методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе ААС-30.

Идентификацию растений по типам экологических стратегий проводили по работам Grime et. al. [6] и Frank, Klotz [16].

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Statistica 8.0. Для описания распределения переменных в работе использовали медиану (Me). Достоверность различий между вариантами оценивали по критериям Краскела-Уоллиса и Манна-Уитни. Корреляционный анализ данных проводили с использованием коэффициента корреляции Спирмена ( $r_s$ ).

**Результаты и их обсуждение.** В составе исследованных растений было выделено 90 видов (табл. 1) со следующими типами экологических стратегий: C – виоленты; R – эксплеренты; S – пациенты; CR – тип стратегии с сочетанием свойств виолентности и эксплерентности; CS – тип стратегии с сочетанием свойств виолентности и пациентности; CSR – тип стратегии с сочетанием свойств первичных типов стратегий.

Исследованные виды травянистых растений преимущественно представлены виолентами (C, n=19), второе место по встречаемости принадлежит видам с сочетанием трех первичных жизненных стратегий (CSR, n=19) и видам с сочетанием виолентных и пациентных свойств (CS, n=15).

Таблица 1

Исследованные виды травянистых растений и их адаптивные стратегии

Вид	Типы стратегий		Вид	Типы стратегий	
	1*	2**		1*	2**
<i>Cirsium setosum</i>	C	мезофит	<i>Hypericum perforatum</i>	CR/CSR	мезофит
<i>Chamerion angustifolium</i>	C	мезофит	<i>Achillea millefolium</i>	CR/CSR	мезофит
<i>Calamagrostis epigeios</i>	C	ксерофит	<i>Vaccinium myrtillus</i>	CS	мезогигрофит
<i>Galium mollugo</i>	C	мезофит	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	CS	мезофит
<i>Lupinus polyphyllus</i>	C	мезофит	<i>Convallaria majalis</i>	CS	мезофит
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	C	мезофит	<i>Dryopteris filix-mas</i>	CS	мезофит
<i>Tanacetum vulgare</i>	C	мезофит	<i>Lycopodium annotinum</i>	CS	мезофит
<i>Pteridium aquilinum</i>	C	мезоксерофит	<i>Clinopodium vulgare</i>	CS	мезофит
<i>Calamagrostis arundinaceae</i>	C	мезофит	<i>Carex contigua</i>	CS	мезофит
<i>Veronica officinalis</i>	C	мезофит	<i>Inula hirta</i>	CS	мезофит



Вид	Типы стратегий		Вид	Типы стратегий	
	1*	2**		1*	2**
<i>Poa angustifolia</i>	C	ксерофит	<i>Thymus serpyllum</i>	CS	ксерофит
<i>Cichorium intybus</i>	C	мезофит	<i>Artemisia campestris</i>	CS	ксерофит
<i>Artemisia vulgaris</i>	C	мезофит	<i>Medicago falcata</i>	CS	мезофит
<i>Centaurea jacea</i>	C	мезофит	<i>Mercurialis perennis</i>	CS	мезофит
<i>Pastinaca sativa</i>	C	мезофит	<i>Equisetum sylvaticum</i>	CS	мезофит
<i>Vicia cracca</i>	C	мезофит	<i>Asarum europaeum</i>	CS	мезофит
<i>Arctium tomentosum</i>	C	мезофит	<i>Campanula trachelium</i>	CS	мезофит
<i>Dactylis glomerata</i>	C	мезофит	<i>Potentilla argentea</i>	CSR	мезофит
<i>Centaurea scabiosa</i>	C	мезофит	<i>Fragaria vesca</i>	CSR	мезофит
<i>Veronica teucrium</i>	C	мезофит	<i>Linnaea borealis</i>	CSR	мезофит
<i>Phlomis tuberosa</i>	C	ксерофит	<i>Rubus saxatilis</i>	CSR	мезофит
<i>Geranium sylvaticum</i>	C	мезофит	<i>Oxalis acetosella</i>	CSR	мезофит
<i>Vicia tenuifolia</i>	C	мезофит	<i>Polygonatum odoratum</i>	CSR	мезофит
<i>Bromopsis inermis</i>	C	мезофит	<i>Antennaria dioica</i>	CSR	ксерофит
<i>Trifolium pratense</i>	C	мезофит	<i>Chelidonium majus</i>	CSR	мезофит
<i>Bunias orientalis</i>	C	мезофит	<i>Prunella vuldaris</i>	CSR	мезофит
<i>Verbascum thapsus</i>	C	мезофит	<i>Taraxacum officinale</i>	CSR	мезофит
<i>Aegopodium podagraria</i>	C	мезофит	<i>Inula britannica</i>	CSR	мезофит
<i>Senecio jacobaea</i>	R	мезофит	<i>Agrimonia eupatoria</i>	CSR	мезофит
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	R	мезофит	<i>Filipendula vulgaris</i>	CSR	ксерофит
<i>Matricaria recutita</i>	R	мезофит	<i>Amoria montana</i>	CSR	мезофит
<i>Thlaspi arvense</i>	R	мезофит	<i>Fragaria viridis</i>	CSR	мезофит
<i>Pimpinella Saxifraga</i>	S	мезофит	<i>Plantago media</i>	CSR	мезофит
<i>Orthilia secunda</i>	S	мезофит	<i>Salvia verticillata</i>	CSR	ксерофит
<i>Leontodon hispidus</i>	S	мезофит	<i>Stellaria holostea</i>	CSR	мезофит
<i>Primula veris</i>	S	мезофит	<i>Pulmonaria obscura</i>	CSR	мезофит
<i>Galium odoratum</i>	S	мезофит	<i>Agrostis tenuis</i>	-	мезофит
<i>Artemisia absinthium</i>	CR	мезофит	<i>Diphasiastrum complanatum</i>	-	мезофит
<i>Convolvulus arvensis</i>	CR	мезофит	<i>Euphorbia virgata</i>	-	мезофит
<i>Tussilago farfara</i>	CR	мезофит	<i>Stipa pennata</i>	-	ксерофит
<i>Cirsium vulgare</i>	CR	мезофит	<i>Vincetoxicum albobianum</i>	-	ксерофит
<i>Linaria vulgaris</i>	CR	мезофит	<i>Artemisia marshalliana</i>	-	ксерофит
<i>Chenopodium album</i>	CR	мезофит	<i>Rumex confertus</i>	-	мезогигрофит
<i>Echium vulgare</i>	CR	ксерофит	<i>Leonurus quinquelobatus</i>	-	мезофит
<i>Leucanthemum ircutianum</i>	CR/CSR	мезофит	<i>Aconitum lycoctonum</i>	-	мезофит

Примечание. \* – тип стратегии по Раменскому-Грайму; \*\* – тип стратегии на основе классификации растений по отношению к фактору увлажнения.

Преобладание виолентной стратегии среди растений исследованных биотопов РТ свидетельствует о благоприятных условиях произрастания и высокой способности экосистем к самовозобновлению, самоорганизации и саморегуляции, поскольку виолентам принадлежит основная роль в обеспечении высокой продуктивности и поддержании стабильности в сообществе.

Стабильность экосистем определяется и спецификой миграции химических элементов в системе почва-растение в конкретных экологических условиях.

В табл. 2 приведены данные по содержанию биофильных элементов и тяжелых металлов в растениях с разным типом адаптивных стратегий.

Расчет критерия Краскела-Уоллиса показал значимость различий по содержанию элементов между растениями с разными типами адаптивных стратегий только для Zn ( $p=0.02$ ), медианный тест – для Fe ( $p=0.03$ ). Одним из критериев дифференциации растений по типам адаптивных стратегий является перераспределение материально-энергетических ресурсов между процессами воспроизведения и поддержанием активности воспроизводящей особи [17]. Учитывая важную роль Zn в процессах формирования генеративных органов, роста и плодоношении растений [18, 19], различия в содержании этого элемента в растениях разных типов адаптивных стратегий вполне логично.



Таблица 2

**Содержание биофильных элементов и тяжелых металлов в растениях, принадлежащих к разным типам адаптивных стратегий (Me), мг/кг**

Тип стратегии	N	K	Ca	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd
C	54	2869	2784	55.64	2.95	9.83	0.50	0.06
R	5	3982	2505	73.98	3.17	9.60	0.13	0.05
S	9	4168	2874	97.19	3.02	15.43	0.85	0.09
CR	13	3582	2557	79.89	2.38	8.19	0.60	0.09
CR/CSR	10	3136	2536	55.79	4.19	16.68	1.45	0.18
CSR	32	3326	3563	76.23	3.89	13.71	1.17	0.08
CS	24	4134	1986	57.39	2.80	9.84	0.55	0.10

Расчет критерия Манна-Уитни между отдельными группами экологических стратегий показал наличие значимых различий по содержанию Fe между растениями со стратегиями C и CR, C и CSR, C и S; по содержанию Zn – между растениями со стратегиями C и CSR, C и S; по содержанию Pb – между растениями со стратегиями CSR и R. Очевидно, об особенностях аккумуляции остальных элементов в растениях различных типов адаптивных стратегий следует говорить как о тенденции.

Как видно из табл. 2, сравнительно большее накопление Cu, Zn, Pb, Cd, Ca свойственно видам с переходными типами стратегий CR/CSR и CSR, а K и Fe – для пациентов. Ранее было установлено, что луговые виды травянистых растений с более широкой экологической нишей, с типами переходных стратегий CR, CR/CSR, CSR, склонны к более интенсивной аккумуляции микроэлементов [20]. В многовидовых сообществах, характеризующихся высокой фитоценотической сомкнутостью, растения занимают более узкое положение на оси эдафического фактора [21]. Выше было отмечено, что исследованные биотопы характеризуются преобладанием видов растений с конкурентным типом стратегии. В этих условиях виды с высокой способностью к дифференциации и пластичности ниш [21], к которым можно отнести виды с переходными стратегиями CR, CR/CSR, CSR, начинают интенсивнее использовать оставшиеся на их долю ресурсы, а соответственно активнее поглощать имеющиеся в почве химические элементы. Это следует учитывать при создании агрофитоценозов.

Помимо вышеупомянутого высокого содержания K и Fe для пациентов характерна повышенная зольность по сравнению с представителями остальных типов стратегий. В литературе [10, 11] имеются сведения о том, что в ряду S→R→C показатель зольности уменьшается, а в ряду R→C→S увеличивается содержание микроэлементов и снижается количество растворимых сахаров. При рассмотрении только первичных типов адаптивных стратегий по показателю зольности наши данные совпали с литературными [10, 11]: S (9.3%) → R (7.7%) → C (7.1%), а по химическим элементам вышеназванная тенденция установлена для Cu, Zn, Pb и Ca:

Zn, мг/кг: R (9.6)→C (9.8)→S (15.4)  
Pb, мг/кг: R (0.4)→C (1.4)→S (1.6)  
Cd, мг/кг: R (0.05)→C (0.06)→S (0.09)  
Ca, мг/кг: R (2505)→C (2784)→S (2874)

Необходимо обратить внимание на то, что содержание всех исследованных элементов, за исключением Cu, при рассмотрении первичных типов стратегий оказалось значительно выше у пациентов. Содержание Cu в растениях, принадлежащих к первичным типам адаптивных стратегий, оказалось примерно на одном уровне. Принимая во внимание способность виолентов особенно полно использовать ресурсы среды, следовало ожидать наибольшее содержание металлов именно в виолентах. Однако, несмотря на невысокую продуктивность пациентов [4, 5], обусловленную низкой скоростью роста из-за обитания в условиях недостатка ресурсов, доля участия зольных элементов в создании органического вещества у пациентов оказалась выше, чем у виолентов.

Учитывая один из ключевых факторов, определяющих содержание химических элементов в растениях, а именно, содержание их доступных форм в почве, можно предположить, что та или иная концентрация химических элементов в растениях с разными типами адаптивных стратегий обусловлена именно несходством в элементном составе почв их местообитаний. Считается, что существование пациентов при ограниченном обеспечении ресурсами связано либо с перехватом их виолентами, либо с особенностями экотопа. Почвенные условия местообитаний пациентов по сравнению с таковыми виолентов и эксплерентов, действительно, отличаются минимальным содержанием подвижных форм Zn, Pb, Ca (табл. 3). Интенсивность аккумуляции Zn, Pb, K, Ca пациентами, как будет показано ниже, также оказалась выше, чем представителями других типов первичных адаптивных стратегий.



Таблица 3

**Содержание подвижных (П) и обменных (О) форм биофильных элементов и тяжелых металлов в почвах, на которых произрастали растения с разными типами адаптивных стратегий (Me), мг/кг**

Тип стратегии	K <sub>о</sub>	Ca <sub>о</sub>	Fe <sub>п</sub>	Cu <sub>п</sub>	Zn <sub>п</sub>	Pb <sub>п</sub>	Cd <sub>п</sub>
C	125	3995	13.39	0.08	2.24	0.78	0.04
R	125	10849	40.67	0.04	5.78	2.18	0.05
S	138	2715	40.67	0.06	1.52	0.33	0.07
CR	59	2243	16.27	0.04	5.06	2.05	0.34
CR/CSR	59	2155	16.27	0.06	2.31	0.71	0.14
CSR	98	2715	16.38	0.05	1.41	0.50	0.05
CS	84	1451	76.50	0.06	1.41	0.42	0.07

Необходимо заметить, что концентрации подвижных форм Zn в почвах, на которых произрастали растения с адаптивными стратегиями S, CSR, CS, в соответствии со шкалой, предложенной А.И. Обуховым [22], соответствуют «низкому» содержанию, а концентрации Cu во всех исследованных почвах соответствуют «очень низкому» содержанию. Полагаем, это могло повлиять на вышерассмотренное повышенное содержание Zn и Cu в растениях с переходными адаптивными стратегиями CSR и CR/CSR, а также на повышенное содержание Zn в пациентах при сравнении с виолентами и эксплерентами.

Таким образом, за счет эволюционно выработанных механизмов метаболизма, определяющих необходимость пессимальных условий для успешного произрастания, пациенты способны активно поглощать необходимые для поддержания жизнедеятельности элементы, что обуславливает повышенное содержание металлов в их организме по сравнению с растениями остальных типов стратегий.

Вышеизложенные положения подтверждаются результатами расчетов индекса аккумуляции  $I_A$  (табл. 4) – коэффициента, аналогичного коэффициенту биологического поглощения, но отличающегося параметрами для расчета.

Таблица 4

**Интенсивность поглощения ( $I_A$ ) биофильных элементов и тяжелых металлов растениями с разными типами адаптивных стратегий (Me)**

Тип стратегии	K	Ca	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd
C	36.69	0.65	4.08	24.63	4.41	1.11	1.00
R	44.15	0.27	3.81	99.09	3.53	0.33	1.79
S	58.26	2.46	2.05	43.50	7.33	2.23	0.57
CR	57.54	1.62	4.21	32.73	4.09	0.93	1.30
CR/CSR	59.94	2.35	4.09	40.90	5.13	2.25	0.50
CSR	57.48	1.65	3.06	72.60	24.44	2.88	1.53
CS	72.35	3.45	0.97	47.00	7.18	1.50	0.71

Индекс аккумуляции ( $I_A$ ) рассчитывается как отношение содержания элементов в сухой массе растений к содержанию их подвижных форм в почве [23]. Статистически значимые ( $p < 0.05$ ) различия в показателях  $I_A$  для растений были получены для Zn, Pb, Ca. Наибольшая интенсивность аккумуляции Zn обнаружена у растений с переходной стратегией CSR, наименьшая – у эксплерентов. При рассмотрении растений только с первичными типами адаптивных стратегий интенсивность аккумуляции Zn, Pb, K, Ca оказалась значительно выше у пациентов, Cu и Cd – у эксплерентов, а Fe – у виолентов.

Результаты корреляционного анализа (табл. 5) свидетельствуют о том, что содержание подвижных форм металлов в почве не влияет на их концентрацию в эксплерентах.

Полагаем, что вследствие способности эксплерентов заполнять промежутки во времени и пространстве между виолентами, они адаптированы к неблагоприятным условиям посредством активных модификаций в ризосфере, которые могут быть физическими, химическими или микробиологическими. Известно, что и поглощение и связывание микроэлементов зависит от физико-химических процессов, происходящих на поверхности раздела корня и почвы и влияющих на динамику микроэлементов в ризосфере. Микроорганизмы в ризосфере корня также очень эффективно изменяют биодоступность микроэлементов [24].





Таблица 5

**Коэффициенты корреляции ( $r_s$ ) между содержанием в растениях и почвах биофильных элементов и тяжелых металлов**

Тип стратегии	K	Ca	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd
C		0.27				0.53	0.75
R							
S	0.73	0.75				0.69	
CR	0.61	0.58			0.67	0.60	0.69
CR/CSR						0.80	
CSR					0.37	0.76	0.62
CS	0.56	0.44				0.81	

Из всех исследованных металлов зависимость содержания металла в растениях от содержания его в почве обнаружена для Pb. В связи с недоказанной физиологической ролью этого элемента в жизнедеятельности растений, аккумуляция Pb в растениях происходит за счет пассивного поглощения из почвы. Вместе с тем следует отметить отсутствие статистически значимой зависимости между содержанием Fe, Cu в растениях и содержанием их подвижных форм в почве, а также между содержанием Zn в растениях и почве для растений с первичными типами стратегий. Считаем, это обусловлено, напротив, физиологической значимостью данных элементов, в результате чего их аккумуляция происходит за счет активного метаболического поглощения, интенсивность которого увеличивается при рассмотренном выше низком содержании подвижных форм некоторых металлов в почве.

Из сказанного следует, что эдафические условия местообитаний видов с CR/CSR и CSR типами стратегий, характеризующиеся низкой обеспеченностью подвижными формами Zn и Cu, являются одним из факторов, определяющих повышенное их содержание в растениях и высокую интенсивность аккумуляции. Виды с переходными типами стратегий могут быть охарактеризованы степенью выраженности у них виолентности, пациентности и эксплерентности. Т.А. Работнов [1] подчеркивал, что пациентность, выраженная в той или иной степени, свойственна всем видам растений и является универсальной характеристикой. Все виды, принимающие лишь небольшое участие в сложении фитоценозов, к которым можно отнести растения с переходными типами стратегий, являются пациентами. Следовательно, в условиях ограниченности ресурсов, в частности недостатка подвижных форм Zn и Cu в почве, в переходной адаптивной стратегии растений доминирует свойство пациентности, что позволяет им в результате характерной для пациентов интенсификации процессов активного метаболического поглощения элементов накапливать достаточное их количество для устойчивости физиологических процессов. Кроме этого, известно, что растения, произрастающие в условиях дефицита Zn, могут активно увеличивать доступность этих металлов, выделяя особые органические соединения [24].

Следует добавить, что исследований особенностей микроэлементного состава растений в зависимости от типа адаптивной стратегии, проведено недостаточно, однако они необходимы для достоверного выявления такой зависимости, поскольку дикорастущие травянистые растения – это не только чувствительные биомониторы состояния природных экосистем, но и ценный природный ресурс, активно используемый в фармацевтической промышленности и народном хозяйстве. Известно, что эволюционно выработанные биохимические механизмы, способствующие адаптации и толерантности к геохимическим несбалансированным условиям, закреплены генетически. Почвенно-геохимический фактор является одним из ключевых факторов, влияющих на продуцирование травянистыми лекарственными растениями биологически активных веществ, а, следовательно, определяющих качество растительного природного сырья. Учитывая, что растения неодинаково ведут себя в различных условиях, реакция растений на влияние микроэлементного состава почвы может изменяться и всегда должна исследоваться применительно к соответствующей системе почва-растение. Авторами классификации растений по типам адаптивных стратегий подчеркивается не всегда типичная выраженность первичных типов стратегий, а преобладание среди растений различных переходных групп CR, CS, RS, CRS с неодинаковой степенью выраженности свойств первичных стратегий. Поэтому так же как при формировании устойчивых пастбищных экосистем можно усиливать любой из признаков растений [13]: виолентность – посредством более полного использования ресурсов среды и подавления конкурентов, пациентность – при освоении непригодных для виолентов земель, эксплерентность – на основе быстрого захвата нарушенных пастбищных участков. А при возделывании лекарственного растительного сырья идентификация типов адаптивных стратегий позволит создать предпосылки для направленного влияния на биогенез биологически активных действующих веществ.

Поступление, транспорт, распределение элементов минерального питания связаны со спецификой регуляции водообмена растений. В связи с этим представляется интересным изучение содержания элементов в растениях с разными стратегиями регуляции водного обмена. Среди исследуемых дикорастущих растений были идентифицированы следующие экологические группы растений: мезофиты ( $n=136$ ), ксерофиты ( $n=18$ ), мезогигрофиты ( $n=4$ ), мезоксерофиты ( $n=1$ ).



Мезофиты – растения, обитающие в условиях умеренного увлажнения. Мезофиты приспособлены к ограниченному водоснабжению и изменчивой влажности воздуха. Осмотическое давление клеточного сока достаточно высоко, что обеспечивает сосущую силу корневой системы [25]. Для обеспечения оптимальной гидратуры растениям необходимы определенные тепловые условия, достаточное минеральное питание и аэрация. Мезофиты характеризуются интенсивным обменом веществ, большой скоростью роста и большой продуктивностью [26].

Ксерофиты (склерофиты) – растения, приспособившиеся к жизни в засушливых местах. Принципы их адаптации к засушливым условиям – способность к активной перестройке водного режима организма в соответствии с обеспеченностью его влагой извне. Важное их приспособление заключается в свойственной им большой сосущей силе корней, что определяется высоким, до 60 атм. осмотическим давлением клеточного сока. Это позволяет добывать воду из сухих почв. Установлено, что в благоприятных условиях водоснабжения ксерофитам свойственна высокая интенсивность транспирации, которая может быть в 2-3 раза выше, чем у мезофитов [25].

Гигрофиты – растения, обитающие в местах с высокой влажностью воздуха и обеспеченным почвенным водоснабжением. У гигрофитов нет необходимости развивать приспособления, ограничивающие расход воды. У них слабо развита корневая система, крупные листовые пластинки, постоянно открыты немногочисленные устьица, тонкая кутикула. Преобладает не устьичная, а кутикулярная транспирация. Осмотический потенциал невысок, механические ткани слабо развиты, чувствительны даже к незначительному обезвоживанию. Благодаря беспрепятственному потоку воды и отсутствию защитных приспособлений интенсивность транспирации в благоприятных условиях у гигрофитов очень высока.

Мезогигрофиты – группа растений, занимающая промежуточное положение между мезофитами и гигрофитами, предпочитающие более увлажненные местообитания по сравнению с мезофитами.

Мезоксерофиты – растения, произрастающие в более сухих условиях, чем мезофиты, но в более влажных, чем ксерофиты. В работе данная экологическая группа представлена одним видом – орляком обыкновенным.

В табл. 6 и 7 приведены данные по содержанию металлов в растениях разных экологических групп и в почве. Расчет критерия Краскела-Уоллиса показал значимость различий по содержанию элементов между растениями различных экологических групп только для Fe, Zn, Cd, Ca ( $p < 0.05$ ).

Таблица 6

Содержание металлов в растениях разных экологических групп (Me), мг/кг

Экологические группы растений	K	Ca	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd
Мезофиты	3344	2864	65.87	3.08	11.02	0.76	0.08
Ксерофиты	3090	1985	64.73	2.99	9.86	0.54	0.04
Мезоксерофиты	1387	371	85.02	1.20	5.87	1.81	-
Мезогигрофиты	1243	1683	31.80	1.84	6.43	0.39	0.01

Таблица 7

Содержание (II) и обменных (O) форм биофильных элементов и тяжелых металлов в почвах, на которых произрастали растения разных экологических групп (Me), мг/кг

Экологические группы растений	K <sub>O</sub>	Ca <sub>O</sub>	Fe <sub>II</sub>	Cu <sub>II</sub>	Zn <sub>II</sub>	Pb <sub>II</sub>	Cd <sub>II</sub>
Мезофиты	125.17	3819	16.27	0.05	2.24	0.50	0.07
Ксерофиты	187.13	13878	16.38	0.06	0.30	0.16	0.04
Мезоксерофиты	8.55	187.28	145.65	0.02	0.85	0.78	-
Мезогигрофиты	14.70	152	99.10	0.07	1.34	0.56	0.02

Химические элементы из почвы в растения переносятся главным образом с восходящим током воды. Скорость восходящего водного тока в растениях связана с испаряющей деятельностью надземных органов [27]. Чем интенсивнее транспирация, тем выше скорость движения сока по ксилеме, и, следовательно, скорость доставки растительным клеткам необходимых веществ. Из сказанного следует ожидать, что растения, отличающиеся повышенным уровнем транспирации, накапливают элементы в большем количестве. В соответствии с этой теорией интенсивность транспирации исследованных нами экологических групп растений и, соответственно, содержание в них металлов, должны возрастать от ксерофитов через мезофитов к мезогигрофитам. Однако содержание всех исследованных элементов в мезогигрофитах оказалось минимальным, а в растениях мезофитов – максимальным (табл. 6). Поскольку мезоксерофиты представлены одним видом, полученные результаты по данной группе не можем считать достоверными, поэтому в обсуждении не учитывались. Вместе с тем с



полной уверенностью утверждать о повышенной или пониженной интенсивности транспирации у мезогигрофитов по сравнению с мезофитами и ксерофитами в рамках данного исследования невозможно, поскольку на процесс транспирации влияют и влажность воздуха – движущая сила транспирации, и влажность почвы, – показатели, которые в настоящей работе, к сожалению, не были определены. Следует указать, что концентрации К и Са в почве, на которой произрастали мезогигрофиты (табл. 7), значительно ниже таковых в почве, на которой произрастали представители остальных экологических групп растений. Известно, что 75% К в растениях циркулирует в осевых органах, где он создает дополнительную движущую силу для поглощения воды. Наиболее загружен К циркуляционный поток в растениях с более интенсивной транспирацией [28]. Учитывая, что К способствует поступлению воды в растения и обеспечивает нормальный тургор, вероятно, низкое содержание К в местах произрастания мезогигрофитов, могло также повлиять на интенсивность транспирации. Вместе с тем, корреляционный анализ не выявил зависимости содержания исследованных металлов в растениях-мезогигрофитах от содержания их подвижных форм в почве. Зависимость содержания металлов в растениях от их содержания в почве была обнаружена у мезофитов для Zn ( $r_s=0.20$ ), Pb ( $r_s=0.60$ ), Cd ( $r_s=0.74$ ), K ( $r_s=0.37$ ), Ca ( $r_s=0.34$ ) и у ксерофитов для Cu ( $r_s=-0.60$ ), Pb ( $r_s=0.70$ ).

Помимо специфики эдафических условий, полученный результат может быть связан как с малой выборкой мезогигрофитов, так и с биологическими особенностями видов их представляющих. К мезогигрофитам были отнесены черника и щавель конский, которые на всех пробных площадках отличались минимальным содержанием металлов по сравнению с остальными видами на этих же пробных площадках. Из сказанного следует, что для достоверной констатации результатов по содержанию металлов в растениях разных экологических групп по способности регуляции водного обмена, необходимо изучение дополнительных показателей, таких как влажность воздуха, влажность почвы и интенсивность транспирации в полевых условиях, определение которых не входило в задачи настоящей работы.

**Заключение.** Таким образом, установлено, что травянистые растения с разной степенью выраженности адаптивных стратегий достоверно отличаются по содержанию Zn. Отсутствие статистически значимых различий в содержании остальных металлов между растениями разных типов адаптивных стратегий, полученное в результате вышеизложенного исследования, не указывает на отсутствие такой сопряженности в принципе и может быть вызвано ограниченным объемом исследованного материала. Можно сказать, что обнаружена тенденция к преимущественному накоплению определенных металлов растениями с разными типами адаптивных стратегий, подтверждающая ранее выявленные небольшим числом авторов закономерности. Растения переходных типов стратегий склонны к более интенсивной аккумуляции Zn, Cu, Pb, Cd. Установлено, что пациенты накапливают исследованные элементы в большем количестве, чем эксплоренты и виоленты.

В ходе исследования установлены также особенности накопления микроэлементов растениями разных экологических групп по типу регуляции водного обмена, по всей вероятности связанные с разной интенсивностью транспирации. Содержание исследованных металлов в растениях снижается в ряду: мезофиты → ксерофиты → мезогигрофиты. Однако полученные результаты требуют уточнения с одновременным определением показателей влажности воздуха, почвы и интенсивности транспирации в полевых условиях.

**Благодарности.** Авторы выражают искреннюю благодарность и признательность доктору биологических наук, профессору А.А. Зялалову за внимательное ознакомление с материалами исследования и помощь при подготовке данной публикации.

#### Библиографический список

1. Работнов Т.А. Фитоценология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. 384 с.
2. Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1971. 333 с.
3. Grime J.P. Evidence for the Existence of Three Primary Strategies in Plants and its Relevance to Ecological and Evolutionary Theory // *Am. Nat.* 1977. V. 111. Pp. 1169-1194.
4. Grime J.P. Vegetation Classification by Reference to Strategies // *Nature*. 1974. V. 250. Pp. 26-31.
5. Grime J.P. Plant Strategies and Vegetation Processes and Ecosystem Properties. 2nd edition. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2001. 417 p.
6. Grime J.P., Hodson J.G., Hunt R. Comparative Plant Ecology: a Functional Approach to Common British Species. London: Unwin Hyman, 1988. 742 p.
7. Westoby M., Falster D.S., Moles A.T., Vesk P.A., Wright I.J. Plant Ecological Strategies: Some Leading Dimensions of Variation Between Species // *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 2002. V. 33. Pp. 125-159.
8. Рахманкулова З.Х., Федяев В.В., Подашевка О.А., Усманов И.Ю. Альтернативные пути дыхания и вторичный метаболизм у растений с разными типами адаптивных «стратегий» при дефиците элементов минерального питания // *Физиология растений*. 2003. Т. 50. № 2. С. 231-237.
9. Пьянков В.И., Иванов Л.А., Ламберс Х. Характеристика химического состава листьев растений бореальной зоны с разными типами экологических стратегий // *Экология*. – 2001. № 4. С. 243-251.





10. Юмагулова Э.Р. Эколого-физиологические механизмы адаптации и типы стратегии растений верховых болот: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Юмагулова Эльвира Рамилевна. Уфа, 2007. 23 с.
11. Пьянков В.И., Яшков М.Ю., Решетова Е.А., Гангардт А.А. Транспорт и распределение ассимилятов у растений среднего Урала с разными типами экологических «стратегий» // Физиология растений. 2000. Т. 47. № 1. С. 5-13.
12. Пьянков В.И., Иванов Л.А., Ламберс Х. Конструкционная цена растительного материала у видов бореальной зоны с разными типами экологических «стратегий» // Физиология растений. 2001. Т. 48. № 1. С. 81-88.
13. Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинова Э.З. Учение Л.Г. Раменского о типах жизненных стратегий и его значение для развития аридного кормопроизводства // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 2. С. 32-40.
14. РД 52.18.289-90. Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, цинка, свинца, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом.
15. Практикум по агрохимии: учебное пособие. 2-е изд. / Под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
16. Frank D., Klotz S. Biologisch-ökologische Daten zur Flora in der DDR. Halle-Wittenberg: Martin-Luther-Universität, 1988. 110 s.
17. Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю. Экологическая физиология растений. М.: Логос, 2001. 224 с.
18. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. Л.: Наука, 1974. 323 с.
19. Чернавина И.А. Физиология и биохимия микроэлементов. М.: Высшая школа, 1970. 310 с.
20. Сибгатуллина М.Ш. Аккумуляция металлов дикорастущими луговыми растениями различных типов экологических стратегий // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2008. № 3. С. 121-128.
21. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Основы общей экологии. М.: Университетская книга, 2005. 240 с.
22. Обухов А.И. Методические основы разработки ПДК ТМ и классификация почв по загрязнению // Система методов изучения почвенного покрова, деградированного под влиянием химического загрязнения. М., 1992. С. 13-20.
23. Экогеохимия Западной Сибири. Тяжелые металлы и радионуклиды. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. 248 с.
24. Микроэлементы в окружающей среде: биогеохимия, биотехнология и биоремедиация / Под ред. М.Н.В. Прасада, К.С. Саджавана, Р. Найду. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 816 с.
25. Шилов И.А. Экология. М.: Издательство Юрайт, 2012. 512 с.
26. Березина Н.А., Афанасьева Н.Б. Экология растений. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 400 с.
27. Жолкевич В.Н., Гусев Н.А., Капля А.В., Пахомова Г.И., Пильщикова Н.В., Самуилов Ф.Д., Славный П.С., Шматко И.Г. Водный обмен растений. М.: Наука, 1989. 256 с.
28. Зялалов А.А., Газизов И.С. Вода растений. Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2012. 366 с.

## Bibliography

1. Rabotnov T.A. Phytocenology. Moscow: The Publishing House of the Moscow State University, 1978. 384 p. [In Russian]
2. Ramensky L.G. Problems and Methods in the Study of the Plant Cover. – Leningrad: Nauka, 1971. 333 p. [In Russian]
3. Grime J.P. Evidence for the Existence of Three Primary Strategies in Plants and its Relevance to Ecological and Evolutionary Theory // Am. Nat. 1977. V. 111. Pp. 1169-1194.
4. Grime J.P. Vegetation Classification by Reference to Strategies // Nature. 1974. V. 250. Pp. 26-31.
5. Grime J.P. Plant Strategies and Vegetation Processes and Ecosystem Properties. 2nd edition. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2001. 417 p.
6. Grime J.P., Hodson J.G., Hunt R. Comparative Plant Ecology: a Functional Approach to Common British Species. London: Unwin Hyman, 1988. 742 p.
7. Westoby M., Falster D.S., Moles A.T., Vesk P.A., Wright I.J. Plant Ecological Strategies: Some Leading Dimensions of Variation Between Species // Annu. Rev. Ecol. Syst. 2002. V. 33. Pp. 125-159.
8. Rakhmankulova Z.Kh., Fedyaev V.V., Podasheva O.A., Usmanov I.Yu. Alternative Respiration Pathways and Secondary Metabolism with Different Adaptive Storage under Mineral Deficiency // Plant Physiology. 2003. T. 50. No. 2. Pp. 231-237. [In Russian]
9. Pyankov V.I., Ivanov L.A., Lambers H. Chemical Composition of the Leaves of Plants with Different Ecological Strategies from the Boreal Zone // Ecology. 2001. No. 4. Pp. 243-251. [In Russian]
10. Yumagulova E.R. Ecological-physiological Mechanisms of Adaptation and Plants Strategies Types of High Bogs: abstract of diss. ... Cand.Biol.Sci.: 03.00.16 / Yumagulova Elvira Ramilevna. Ufa, 2007. 23 p. [In Russian]
11. Pyankov V.I., Yashkov M.Yu., Reshetova E.A., Gangardt A.A. Assimilate Transport and Partitioning in Middle Ural Plants Differing in Their Ecological Strategies. // Plant Physiology. 2000. T. 47. No. 1. Pp. 5-13. [In Russian]
12. Pyankov V.I., Ivanov L.A., Lambers H. Plant Construction Cost in the Boreal Species Differing in Their Ecological Strategies // Plant Physiology. 2001. T.48. No. 1. Pp. 81-88. [In Russian]
13. Shamsutdinov Z.Sh., Shamsutdinova E.Z. L.G. Ramensky Theory About Types of Vital Strategy and its Importance for Development of Arid Forage Resources // Agricultural biology. 2011. No. 2. Pp. 32-40. [In Russian]
14. RD 52.18.289-90. Methodological Guidelines. Technique of Measurement of Mass Fraction of Movable Forms of Metals (Copper, Lead, Zinc, Nickel, Cadmium, Cobalt, Chrome, Manganese) in Soil Samples by Atomic Absorption Spectrophotometry Method. [In Russian]
15. Workshop in Agrochemistry. A study Guide / Edited by V.G. Mineev. Moscow: The Publishing House of the Moscow State University, 2001. 689 p. [In Russian]
16. Frank D., Klotz S. Biologisch-ökologische Daten zur Flora in der DDR. Halle-Wittenberg: Martin-Luther-Universität, 1988. 110 p.
17. Usmanov I.Yu., Rakhmankulova Z.F., Kulagin A.Yu. Ecological Physiology of Plants. Moscow: Logos, 2001. 224 p. [In Russian]
18. Shkolnik M.Ya. Trace Elements in the Life of Plants. L.: Science, 1974. 323 p. [In Russian]
19. Chernavina I.A. Physiology and Biochemistry of Trace Elements. Moscow: Visshaya shkola, 1970. 310 p. [In Russian]
20. Sibgatullina M.Sh. Metals Accumulation by Meadows Plants of Various Types of Ecological Strategies // Herald of the Kazan State Agrarian University. 2008. No. 3. Pp. 121-128. [In Russian]



21. Mirkin B.M., Naumov L.G. Basis of General Ecology. Moscow: Universitetskaya Kniga, 2005. 240 p. [In Russian]
22. Obukhov A.I. Methodical Basis of Maximum Permissible Concentration's Development of Heavy Metals and Pollution Gradation of Soils // System of Methods of Soils Cover Studying Degraded under the Influence of Chemical Pollution. Moscow, 1992. Pp. 13-20. [In Russian]
23. Ecogeochemistry of Western Siberia. Heavy Metals and Radionuclides. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Research Center OIGGM, 1996. 248 p. [In Russian]
24. Trace Elements in the Environment: Biogeochemistry, Biotechnology and Bioremediation / Edited by M.N.V. Prasad, K.S. Sajwan, R. Naidu. Moscow: FIZMATLIT, 2009. 816 p. [In Russian]
25. Shilov I.A. Ecology. Moscow: The Publishing House of Yurayt, 2012. 512 p. [In Russian]
26. Berezina N.A., Afanasyev N.B. Plant Ecology. Moscow: "Akademiya" Publishing House, 2009. 400 p. [In Russian]
27. Zholkevich V.N., Gusev N.A., Kaplya A.V., Pakhomova G.I., Pilshchikova N.V., Samuilov F.D., Slavnyi P.S., Shmatko I.G. Water Exchange in Plants. Moscow: Nauka, 1989. 256 p. [In Russian]
28. Zyalalov A.A., Gazizov I.S. Water of Plants. Kazan: "Fan" Publishing house of the Tatarstan Academy of Sciences, 2012. 366 p. [In Russian]

УДК 635.6+58(470.67)

## РОЛЬ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ В ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРИЗНАКОВ РОСТА И СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ *Vicia faba* L. В УСЛОВИЯХ ВНУТРЕННЕГОРНОГО ДАГЕСТАНА

© 2013 Шуайбова Н.Ш.<sup>1</sup>, Хабибов А.Д.<sup>2</sup>, Магомедов А.М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт Геологии Дагестанского научного центра РАН.

<sup>2</sup> Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН

<sup>3</sup> Дагестанская государственная медицинская академия

В условиях Внутреннегорного Дагестана проводился сравнительный анализ структуры изменчивости размерных и числовых признаков роста и продуктивности растений в целом шести сортов конских бобов (*Vicia faba* L.).

The comparative analysis of the variability structure of size and numerical characteristics of growth and productivity of six species of *Vicia faba* L. was carried out in the conditions of mountainous Dagestan.

**Ключевые слова:** Интродукция, сорт, высотный градиент, двухфакторный анализ.

**Key words:** Introduction, sort, altitude gradient, dual-factor analysis.

Кормовые (конские, русские) бобы – *Vicia faba* L. (= *Faba bona* Medik) являются ценной белковой и древней культурой. Название бобов *Faba* в переводе с греческого означает «еда» и следы возделывания бобов ведут к бронзовому веку. В диком состоянии бобы были найдены в Азии (Тибет, Гималаи), а Африке (Алжир). В культуру были введены давно, в Древнем Египте служили обычной пищей бедного населения (Прянишников, 1962). В настоящее время бобы в природе не известны. В древности пищевое значение этой культуры было значительным, а с введением в культуру картофеля, фасоли и других видов зернобобовых культур посевные площади кормовых бобов постепенно сократились. Сейчас их возделывают в странах Европы, Азии, Африки и Америки.

Кормовые бобы заслуживают особого внимания как продовольственная и кормовая культура, поскольку из зерновых бобовых культур дают самые высокие урожаи семян с большим содержанием белка (Мартынов, 1954). Средний химический состав семян в расчете на сухое вещество следующий: протеина – 29,5%; клетчатки – 7,4%; золы – 3,5% безазотистых экстрактивных веществ – 58,4%; жира – 1,2% (Каталог мировой коллекции, 1973). 1 кг зерна кормовых бобов содержит 1,29 кормовых единиц, т.е. больше, чем в овсе, и 287 г перевариваемого протеина (Елсуков, 1962). Семена также содержат все незаменимые аминокислоты в количестве, необходимом для полноценного корма. Используются бобы для корма животных в виде молотого зерна, зеленой массы и силоса. Так же, как и другие бобовые культуры, бобы усваивают азот воздуха и обогащают почву, оставляя более 50 кг связанного азота на 1 га (Каталог мировой коллекции, 1973).

В настоящее время в мире известно более 450 сортов, отличающихся по хозяйственному назначению и морфологическим признакам и свойствам, в основном по величине, окраске кожуры, размерам и форме семян (Гжесюк, Суйка, 1962; Грушка, 1962).

Различают кормовые (собственно конские) сорта (*v. faba* var. *minor* Beck.) с мелкими, преимущественно круглыми семенами (масса 1000 семян (МТС) равен 400-650 г), среднесеменные сорта (*v. faba* var. *equina* Tezs.) с широкими и плоскими, преимущественно светлоокрашенными семенами средней величины, плоско-вогнутыми и значительно утолщенными у рубчика (МТС 650-800 г), и пищевые или овощные сорта (*v. faba*