

## 03.02.00 – ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 574.22

DOI 10.24411/2309-4370-2019-12101

Статья поступила в редакцию 14.02.2019

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ *ASTRAGALUS MONGHOLICUS* BUNGE

© 2019

Алексеева Елена Валентиновна, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии  
Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова (г. Улан-Удэ, Российская Федерация)

**Аннотация.** Одно из актуальных научных направлений исследований – всестороннее изучение растений, широко применяемых в народной медицине, с целью возможной дальнейшей интродукции. *Astragalus mongholicus* Bunge – ценное перспективное лекарственное растение, применяемое в составе рецептов при многих заболеваниях в практике восточной и тибетской медицины. *Astragalus mongholicus* – вид, относящийся к крупному роду *Astragalus* в семействе Fabaceae. Входит в состав флоры сосудистых растений Монголии. Основой работы являлось изучение морфологических, физиологических и анатомических особенностей *Astragalus mongholicus* Bunge с целью выявления экологической приспособленности вида к природно-климатическим условиям северной Монголии. По жизненной форме это типичный длинностержневой травянистый поликарпик, гемикриптофит, имеет подземный запасающий орган каудекс – для запаса питательных веществ и заложения почек возобновления. Размножение только семенное. Вид относится к переходной группе растений – ксеромезопетрофит, имеющий устойчивость к дефициту воды, заселяющий горные каменистые степи. Светолюбивый, явно выраженный гелиофит, хорошо развивающийся в условиях повышенной солнечной инсоляции, с резкими температурными перепадами в период весеннего отрастания, развития и созревания плодов, семян. Данные адаптации заложены в морфологической структуре биоморфы, физиологических и анатомических особенностях строения листа *Astragalus mongholicus*. Из проведенного морфологического и физиологического анализа, а также анатомического исследования листа астрагала монгольского можно сделать вывод, что в процессе длительного эволюционного развития вид хорошо адаптирован к аридным климатическим условиям Северной Монголии.

**Ключевые слова:** астрагал монгольский; перспективное лекарственное растение; тибетская медицина; общеукрепляющее; иммуностимулирующее; биоморфологическая характеристика; длинностержневой травянистый поликарпик; гемикриптофит; анатомическое строение листа; экологические адаптации; гелиофит; ксеромезофит; петрофит.

**Введение**

Одно из актуальных научных направлений исследований – всестороннее изучение растений, широко применяемых в народной медицине. *Astragalus mongholicus* Bunge – ценное перспективное лекарственное растение, применяемое в составе рецептов при многих заболеваниях в практике восточной и тибетской медицины.

*Astragalus mongholicus* (*A. mongholicus*) – представитель рода *Astragalus* в семействе Fabaceae. Входит в состав флоры сосудистых растений Монголии [1, с. 157]. Тип ареала вида – южносибирско-монгольский.

Вид имеет викарных партнеров: *Astragalus membranaceus* Fish. (на территории Забайкалья) и *Astragalus propinquus* Schischk. (на территории Бурятии и Иркутской области), различающиеся в основном по таким морфологическим признакам, как степень опушения плодов, высота и форма зубцов на чашечке венчика [2]. Данные виды связаны с Маньчжурским центром видообразования.

Химический состав данных видов изучали многие исследователи, они считаются аналогом женьшеня [3, с. 5; 4, с. 97; 5, с. 26; 6, с. 113; 7, с. 43]. Все части растений этих видов содержат множество полезных веществ: сапонины, сахарозы, астрагаланы, алкалоиды, кумарины, дубильные вещества, флавоноиды и др. вещества. По некоторым данным, астрагалы способны накапливать селен [8, с. 1396].

Полезные свойства этих астрагалов изучали многие исследователи Монголии, Китая, России. В том числе у *A. membranaceus* выявлены важные свойства: эффективность при стресс-индуцированных состояниях [9, с. 4], влияние на подвижность сперматозоидов [10, с. 286], иммуностимулирующие [5, с. 26]. Из экстракта отвара у *A. mongholicus* выявлено новое лекарственное вещество с широкой психотропной активностью для лечения невротических расстройств [11, с. 23]. В монгольской народной медицине применяется как общеукрепляющее, тонизирующее, повышающее физическую работоспособность, а также как ранозаживляющее [12, с. 191].

По мнению Р.Я. Пленник, «многие представители рода *Astragalus* приурочены к различным высотным поясам, большая часть видов произрастает в горных котловинах, горно-степном поясе, т.е. являются ксерофитами и психрофитами различной степени специализации» [13, с. 30].

Ранее нами проводились исследования по биологии развития, онтогенезу и структуре популяций *Astragalus mongholicus* в Северной Монголии [14, с. 115; 15, с. 98], а также близкого вида *Astragalus propinquus* на территории Бурятии [16]. Семенную продуктивность, всхожесть и энергию прорастания семян *A. membranaceus* в Восточном Забайкалье изучала Е.М. Шипулина [17, с. 183].

Основой работы являлось изучение морфологических, физиологических и анатомических особен-

ностей *Astragalus mongholicus* Bunge с целью выявления экологической приспособленности вида к природно-климатическим условиям северной Монголии.

#### Методы исследований

Сборы материалов и мониторинг популяций данного вида проводили в Хэнтэйском ботанико-географическом районе Монголии, местности Баян-Ул, во время многократных экспедиционных исследованиях с 2008 по 2015 гг. Проводили популяционно-генетический анализ методиками популяционной биологии – заложением трансект и учетных площадок. При описании морфологических особенностей особой растения использовалась общепринятая терминология. Приготовление временных препаратов поперечного и продольного срезов листа астрагала монгольского проводили по методике В.Г. Хржановского и С.Ф. Пономаренко [18, с. 13] из свежих и фиксированных материалов. Изучение анатомического строения листа проводили с помощью светового микроскопа МБР-1, измеряли объекты окулярным винтовым микрометром МОВ (со шкалой деления 0,01 мкм), фотографии выполняли специальной фотонасадкой.

#### Результаты и обсуждение

По нашим данным, *A. mongholicus* встречался на остепненных полянах, опушках и вырубках разреженных можжевельно-разнотравных лесах, на открытых степных пространствах с увеличением обилия вида. Чаще занимает открытые каменисто-щебнистые пологие южные и юго-западные склоны.

*A. mongholicus* – типичный длинностержневой травянистый поликарпик, гемикриптофит, имеет подземный запасующий орган каудекс – для запаса питательных веществ и заложения почек возобновления. Размножение только семенное.

Ранее нами изучалась биология развития у *A. mongholicus*, где описаны физиологические процессы адаптации к условиям произрастания при развитии побегов с полным циклом развития [14, с. 116]. Побеги *A. mongholicus* развиваются из почек возобновления каудекса, образованы удлинёнными междоузлиями с их укорочением в базальной части. Побеги двух типов развития: генеративные с полным циклом и вегетативные с неполным циклом развития или ауксипласты. Вегетативные побеги вызывают определенный интерес, так как они имеют существенное значение в жизни *A. mongholicus*, выполняя функцию основных фотосинтезирующих побегов. Сами побеги местами имеют специфическую фиолетовую окраску, что свидетельствует о наличии флавоноидов [3, с. 5]. По нашим наблюдениям, такую окраску имеют побеги и плоды во время вызревания, со стороны юга и юго-запада. Данное окрашивание имеет защитное свойство от излишней инсоляции.

По классификации ксерофитов П.А. Генкеля [19], вид относится к стипаксерофитам – устойчив к перегреву, хорошо использует влагу кратковременных дождей. В условиях каменисто-щебнистых горных почв основной корень чаще всего через 15–30 см начинает раздваиваться, далее разветвляется и за счет контрактильной деятельности распространяется в горизонтальном направлении, что позволяет растению добывать воду. Раскопки корневой системы в щадящем режиме показали, что поле покрытия корнями второго, третьего и последующих порядков составляет до одного метра по радиусу.

Как и у многих бобовых, лист у астрагала монгольского сложный непарноперистый. Листочки *A. mongholicus* имеют тонкую кутикулу и обильно покрыты волосками, что визуально создает сизый налет. В период активного солнцестояния листочки его сложных листьев скручиваются или складываются и устьица оказываются внутри трубочки. Так обычно ориентированы листья гелиофитов для ухода от прямых солнечных лучей. Лист поворачивается вертикально или под углом к горизонту, поэтому днем листья получают скользящие лучи. Светло-зеленая окраска листьев, визуально образующаяся за счет наличия волосков – трихом, восковый налет – все это способствует рассеиванию лучей и ослабляет действие света. По мнению И.М. Культиасова [20], такие свойства имеют многие степные травы. Если сравнивать биоморфологические параметры *A. mongholicus* с таковыми у астрагала сходного, распространенного в Бурятии, то мы увидим, что по высоте растения, размерам листа и листовых пластинок астрагал монгольский гораздо мельче. В условиях более мягкого климата Бурятии астрагал сходный имеет крупные размеры как надземной, так и подземной части.

Лист – один из основных органов растения, выполняющий функции фотосинтеза, транспирации и газообмена, поэтому анатомическое строение листовой пластинки отражает ее приспособленность к выполняемым функциям и окружающей среде.

При изучении поверхности листа под микроскопом нами выявлено следующее: эпидермальная ткань имеет немного извилистые мелкие прозрачные клетки. Аномоцитные устьица расположены хаотично, погружены в эпидермальный слой и лежат с ним на одном уровне. На нижней стороне листа количество устьиц меньше. На верхнем и нижнем эпидермисе множество простых одноклеточных волосков – трихом, также они обильно располагаются по краю листовой пластинки. Нижний эпидермис более блестящий, почти глянцевого.

Клетки верхнего эпидермиса несколько вытянуты в горизонтальном направлении, оболочки клеток несколько толще. Клетки неоднородной формы, от округлых до эллиптических. По размерам клетки в длину от 0,05 до 0,07 мкм, ширина варьирует от 0,01 до 0,02 мкм. Длина клеток превышает высоту в 2–2,5 раза.

Лист астрагала монгольского имеет дорсовентральное строение. По форме и ориентации клеток мезофилла можно выделить палисадную (столбчатую) и губчатую паренхиму. Столбчатый мезофилл классически располагается сразу под верхним эпидермисом. Его клетки вытянутой, почти правильной формы прямоугольника, более упорядочены, лежат плотно друг к другу в два слоя перпендикулярно к поверхности листа. Клетки губчатой паренхимы округлой формы лежат более рыхло в несколько рядов, но без особых просветов.

По нашим наблюдениям, клетки эпидермиса астрагала монгольского имеют немного извилистый характер, без межклетников плотно прилегают друг к другу, что указывает на его некую принадлежность к мезофитам.

Наличие утолщения стенок клеток эпидермиса и восковый налет защищают лист от перегрева и излишнего испарения воды. Так клеточки дополнительно приспособляются к жестким условиям нехватки воды и высокой инсоляции. Погружение

устийц вглубь листовой пластинки, формирование волосков – трихом, создающих опушение, – дополнительная защита от избыточной транспирации и инсоляции, позволяет говорить о ксероморфности.

Двурядная палисадная паренхима, специализирующаяся на фотосинтезе, содержит более половины хлоропластов, так как клеток гораздо больше из-за особой упорядоченности, да и сами клетки больше по размерам. Хлоропласты, занимая пристеночное положение, более защищены от разрушающего действия солнечных лучей, которые в полдень скользят по касательной прямой. Кроме того, сами листья регулируют прием солнечного света, меняя в пространстве свое расположение. Благодаря этому, у клеток имеется возможность контролировать повреждающее действие солнца. Все это характерные признаки для растений, произрастающих в сухих местобитаниях, способных переносить значительный недостаток влаги – ксерофитов.

Так нами выявлено несколько уровней адаптации.

– Морфологические: становление жизненной формы растения – длинностержневой каудексообразующий многолетник, гемикриптофит. Специфическая ориентация листьев в пространстве – под углом к солнцу.

– Физиологические: предварительное и поэтапное созревание почек возобновления, раннее отрастание весной с использованием влаги тающего снега и скудных весенних дождей, закладка основных генеративных и вегетативных органов в почках возобновления за несколько лет вперед, максимальное использование весенней влаги и первого солнечного тепла, быстрое отрастание побегов, а затем и поэтапное ветвление на побеги второго и третьего порядков. Такое же быстрое цветение и созревание плодов, надо отметить, что генеративные побеги уже отрастают с хорошо дифференцированным конусом нарастания; когда большая часть генеративных органов цветка уже заложена.

– Анатомические: дорсовентральное строение листа, утолщенные наружные стенки клеток эпидермиса, разделение мезофилла на палисадный и губчатый, пристеночное расположение молекул хлорофилла позволяют клеткам листа регулировать повреждающее действие солнечной радиации на фотосинтезирующий аппарат. В комплексе эти особенности строения защищают нежную губчатую паренхиму и устьица от перегрева, даже если лист поворачивается ветром.

Таким образом, из проведенного биоморфологического анализа, а также анатомического исследования листа астрагала монгольского можно сделать вывод, что в процессе длительного эволюционного развития вид хорошо адаптирован к аридным климатическим условиям Северной Монголии. Вид относится к переходной группе растений – стипаксеромезофит, имеющий устойчивость к дефициту воды. Петрофит, заселяющий горные каменистые степи. Вид светолюбивый, явно выраженный гелиофит, хорошо развивающийся в условиях повышенной солнечной инсоляции, с резкими температурными перепадами в период весеннего отрастания, развития и созревания плодов, семян. Данные адаптации заложены в морфологической структуре биоморфы, физиологических и анатомических особенностях строения листа *A. mongholicus*.

## Список литературы:

1. Грубов В.И. Определитель сосудистых растений Монголии. Л.: Наука: Ленингр. отд-ние, 1982. 442 с.
2. Положий А.В., Малышева Л.И. Флора Сибири. Новосибирск: Наука, 1994. 280 с.
3. Дунгэрдорж Д. Изучение флавоноидных соединений некоторых видов рода астрагал (*Astragalus* L.), применяемых в народной медицине Монголии: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. М., 1978. 23 с.
4. Wang Z., Ma Q., Ho Q., Go J. Studies on chemical constituents of *Astragalus* – *Astragalus membranaceus* // Zhongcaoyao. 1983. Vol. 14, № 3. P. 97–99.
5. Fang Sh., Chen Y., Xu X., Ye Ch., Zhai Sh., Shen M. Studies of the active principle of *Astragalus mongholicus* Bunge // Youji Huaxue. 1982. № 1. P. 26–31.
6. Блинова К.Ф., Баланкова Л.Г. К фитохимическому изучению некоторых представителей рода астрагала (*Astragalus* L.) // Вопросы фармакогнозии. 1968. Вып. 5. С. 113–123.
7. Танганова Е.А., Нагаслаева Л.А. Спектрофотометрическое определение содержания флавоноидов астрагала перепончатого // Химия и биологически активные природные соединения. 2006. Вып. 10. С. 43–49.
8. Baker D.C., James L.F., Hartley W.J., Panter K.E., Maynard H.F., Pfister J. Toxicosis in pigs fed selenium-accumulating *Astragalus* plant species or sodium selenate // American Journal of Veterinary Research. 1989. Vol. 50, № 8. P. 1396–1399.
9. Батоцыренова Э.Т. Фармакотерапевтическая эффективность экстракта из корней *Astragalus membranaceus* (Fish.) при стресс-индуцированных состояниях: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Улан-Удэ, 2013. 23 с.
10. Hong C.Y., Ku J.W. *Astragalus membranaceus* stimulates human sperm motility in vitro // American Journal of Chinese Medicine. 1992. Vol. 20, № 3–4. P. 286–294.
11. Жалсрай А. Нейрофармакологическое исследование астрагала монгольского: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1999. 27 с.
12. Хайдав Ц., Меньшикова Т.А. Лекарственные растения в монгольской медицине. Улан-Батор: Госиздательство, 1985. 390 с.
13. Пленник Р.Я. Морфологическая эволюция бобовых Юго-Восточного Алтая (на примере родовых комплексов *Astragalus* L. и *Oxytropis* DC) / отв. ред. д.б.н., проф. К.А. Соболевская. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. 216 с.
14. Алексеева Е.В. *Astragalus mongholicus* Bunge на территории северной Монголии // Вестник Бурятского государственного университета. 2010. Вып. 4. Биология, география. С. 115–117.
15. Алексеева Е.В., Буянтуева Л.Б. К вопросу о структуре популяций *Astragalus mongolicus* Bunge // Вестник Бурятского государственного университета. 2011. Вып. 4а. Биология, география. С. 98–100.
16. Алексеева Е.В. Эколого-биологические особенности *Astragalus propinquus* Schischk. в Западном Забайкалье. Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2004. 106 с.
17. Шипулина Е.М. Семенная продуктивность, всхожесть и энергия прорастания семян *Astragalus membranaceus* Bge в Восточном Забайкалье // Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья: Самарский научный вестник. 2019. Т. 8, № 2 (27)

тез. докл. конф. Чита: Изд-во ЗабГПУ, 2002. С. 183–186.

18. Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники: учебное пособие. М.: Высш. школа, 1979. 422 с.

19. Генкель П.А. Физиология растений с основами микробиологии. М.: Наука, 1962. 536 с.

20. Культиасов И.М. Экология растений. М.: Изд-во Московского университета, 1982. 384 с.

## ECOLOGICAL ADAPTATION OF *ASTRAGALUS MONGHOLICUS* BUNGE

© 2019

**Alekseeva Elena Valentinovna**, candidate of biological sciences,  
associate professor of Zoology and Ecology Department  
*Buryat State University named after D. Banzarov (Ulan-Ude, Russian Federation)*

**Abstract.** One of the current research areas is a comprehensive study of plants that are widely used in traditional medicine, with the aim of possible further introduction. *Astragalus mongholicus* Bunge is a valuable promising medicinal plant used as a part of recipes for many diseases in the practice of Oriental and Tibetan medicine. *Astragalus mongholicus* is a species belonging to the large genus *Astragalus* in the family Fabaceae. It is included in the flora of Mongolia vascular plants. The basis of the work was the study of the morphological, physiological and anatomical features of *Astragalus mongholicus* Bunge, in order to identify the ecological adaptability of the species to the natural and climatic conditions of northern Mongolia. This is a typical long-stem herbaceous polycarpic, hemicyptophyte, has an underground caudex storage organ – for the supply of nutrients and replenishment of buds. It is reproduced by seeds only. The species belongs to the transitional group of plants – xeropetrophite, which is resistant to water deficiency, populates mountainous steppes. It is a heliophyte that is well developed in conditions of increased solar insolation, with sharp temperature fluctuations during the period of spring growth, development and maturation of fruits and seeds. These adaptations are incorporated in the morphological structure of the biomorph, physiological and anatomical features of the *Astragalus mongholicus* leaf structure. Based on the conducted morphological and physiological analysis, as well as the anatomical study of the Mongolian *Astragalus* leaf, it can be concluded that in the course of a long evolutionary development the species is well adapted to the arid climatic conditions of northern Mongolia.

**Keywords:** *Astragalus mongholicus* Bunge; promising medicinal plant; Tibetan medicine; fortifying; immunostimulating; biomorphological characteristics; long-stem herbaceous polycarpic; hemicyptophyte; anatomical structure of leaf; environmental adaptation; heliophyte; xeromesophyte; petrophite.

УДК 574.472

DOI 10.24411/2309-4370-2019-12102

Статья поступила в редакцию 09.02.2019

## СОПРЯЖЕННОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА (НА ПРИМЕРЕ ПУСТЫНСКОГО ЗАКАЗНИКА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

© 2019

**Борякова Елена Евгеньевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и зоологии  
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
(г. Нижний Новгород, Российская Федерация)

**Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема пространственного распределения мышевидных грызунов в связи с характером растительного покрова. Исследование проводили в летний период 2016 г. на территории Пустынского заказника Нижегородской области. В процессе работы были заложены шесть пробных площадей в различных растительных ассоциациях. Проведено стандартное геоботаническое описание по Браун-Бланке. Отлов микромамманий осуществляли ловушками Геро. За время исследования было отловлено 226 особей трех видов мышевидных грызунов (*Clethrionomys glareolus* Schreber, *Apodemus uralensis* Pallas, *Apodemus flavicollis* Melchior). Выявлены положительные и отрицательные корреляционные зависимости между численностью микромамманий и обилием отдельных видов растений. Анализ методом главных компонент показал наличие значимого для пространственного распределения микромамманий фактора, положительно связанного с видами-нитрофилами. Установлено, что грызуны в основном тяготеют к местам, где проективное покрытие растительности составляет около 60%. Вероятно, эта величина является оптимальной для передвижения и рытья нор; при меньших показателях покрытия возможно истощение кормовой базы при большой плотности популяции животных. Рыжая полевка менее требовательна в выборе местообитаний, чем мыши, что отражает экологическую пластичность данного вида. Основываясь на результатах нашего исследования, можно заключить, что неоднородность растительного покрова оказывает влияние на размещение мелких млекопитающих в пространстве.

**Ключевые слова:** мелкие млекопитающие; растительный покров; Нижегородская область; Нижегородское Предволжье; Пустынский заказник; малая лесная мышь; желтогорлая мышь; рыжая полевка; кодоминант; коэффициент корреляции Спирмена; анализ методом главных компонент; диаграммы рассеяния; пространственная структура сообществ микромамманий.