

## Особенности развития некоторых растений в степных пастбищах Центральной Монголии

### Development peculiarities of some plants in the steppe pastures of Central Mongolia

Федорова С. В.

Fedorova S. V.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия. E-mail: S.V.Fedorova@inbox.ru

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

**Реферат.** Представлены результаты описательной статистики метрических показателей растений *Artemisia adamsii* Besser (Asteraceae) и *Potentilla astragalifolia* Bunge (Fabaceae) из природных популяционных систем, которые произрастали в ландшафте степных пастбищ в Центральной Монголии. Исследование выполнено в концепции «Полицентрическая модель растения». Описан гипотетический жизненный цикл растений, представлены фото собранных образцов.

**Ключевые слова.** Жизненный цикл, морфология, Монголия, полицентрическая модель пастбища, растение, развитие, степь, *Artemisia adamsii*, *Potentilla astragalifolia*.

**Summary.** The results of descriptive statistics of metric indicators of plants from natural population systems *Artemisia adamsii* Besser (Asteraceae) and *Potentilla astragalifolia* Bunge (Fabaceae), that grew in the landscape of steppe pastures in Central Mongolia. The study was carried out in the concept of "Polycentric plant model". A hypothetical life cycle of plants is described, and photos of collected samples are presented.

**Key words.** *Artemisia adamsii*, development, life cycle, morphology, Mongolia, pasture, plant, *Potentilla astragalifolia*, polycentric model, steppe.

Проблема дигрессии степных пастбищ Монголии требует большого внимания ученых. Ботаники из России, Китая, Японии, США, Кореи и Монголии работают над поиском решений для этой проблемы в рамках международных комплексных экспедиций. Ежегодно проводятся масштабные исследования на обширных территориях. И есть положительные результаты: проведена инвентаризация растительности и разработаны меры по рациональному использованию степных ресурсов (Уртнасан, Любарский, 2013; Петухов и др., 2018; Уртнасан, 2015); проводятся посевы степных трав в местах, где практически полностью нарушен травяной покров степи (2018 г. Центральная Монголия, Институт экологии и географии Академии наук Монголии). Однако метрические характеристики растений, произрастающих в ландшафте степных пастбищ, и особенности развития растений в популяционных системах редко попадают в поле зрения ученых. Мой опыт проведения работ в рамках популяционно-онтогенетического направления (Федорова, 2018 д), и участие в экспедиции летом 2016 г. по степным пастбищам Центральной Монголии, позволили изучить *Artemisia adamsii* Besser (Asteraceae) и *Potentilla astragalifolia* Bunge (Fabaceae). Результаты были получены на основе описательной статистики для *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvelev, *Stipa krylovii* Roshev., *Agropyron cristatum* (L.) P. B. (Poaceae). Это позволило описать особенности гипотетического жизненного цикла растений доминантов на пастбищах с разной антропогенной нагрузкой в разных типах растительности степи (Федорова, 2017а, 2017б, 2018а, 2018б, 2018в). В настоящей публикации представлены результаты в отношении еще одного доминанта степных пастбищ *Artemisia adamsii* Besser (Asteraceae) и результаты о *Potentilla astragalifolia* Bunge (Fabaceae), которые не были представлены в более ранней публикации (Федорова, 2018 г).

Растение *Potentilla astragalifolia* распространено в России на территории Саяно-Алтайского региона. Вид включен в региональную Красную Книгу Республики Тыва с 1999 г. В настоящее время растение имеет категорию охранного статуса «Сг» – находящийся на грани исчезновения (Артемов, 2012; 2018). В горах Хангай в Монголии эти растения встречается в различных типах растительности (полупустыня, степь, луг) в условиях различной пастбищной нагрузки, а также на каменистых осыпях и по берегам водоемов (Грубов, 1982).

Растение *Artemisia adamsii* распространено в России на территории Сибири, Прибайкалья и Забайкалья. Вид имеет кормовую ценность и является доминантным в степных пастбищах Монголии.

18 июля 2016 г. в ландшафте сухой степи (466'59" с. ш. 10241'30" в. д.) был проведен сплошной отбор растений из популяционной системы *Artemisia adamsii* (ПС I). Административная привязка: область Уверхангай аймак, район – Торагт сомон (район примыкает к Гоби). Почва светло-каштановая, легкосуглинистая, каменистая. Режим антропогенной нагрузки – группа юрт. Тип пастбища – летний. Фитоценоз: адамсовопольно-злаковый (*A. adamsii* + *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng + *Stipa krylovii* Roshev.). Покрытие почвы растениями – 60 %. 21 июля 2016 г. в ландшафте горной степи (481'11" с. ш. 10024'07" в. д.) был проведен сплошной отбор растений из популяционной системы *Potentilla astragalifolia* (ПС II). Административная привязка: область – Архангай аймак, район – Ундер-Улаан сомон. Почва темно-каштановая, среднесуглинистая, каменистая. Режим антропогенной нагрузки – стойбище. Тип пастбища – летний. Фитоценоз: холоднопольно-злаковый (*Artemisia frigida* Willd + *S. krylovii* + *Agropyron cristatum*). Здесь в травостое произрастала достаточно плотная группа *P. astragalifolia*. Покрытие почвы растениями – 90 %.

Для описания гипотетического жизненного цикла растений использована новая концепция «Полицентрическая модель растения» (Федорова, 2018б, 2018в, 2018г). Перечислим элементы данной модели, которые объединяют в себе по несколько элементов общепринятой «Морфологической модели растения»: 1. Центр побегообразования (каждый побег, сформированный одной боковой или придаточной почкой, удаленный от соседней на расстояние междоузлия не менее чем на 0,2 см); 2. Центр органического питания (ассимилирующий лист на побеге любого типа); 3. Центр генерации (каждый цветок или плотное соцветие корзинка на всех стадиях развития от бутона до опадения лепестков, и каждый плод на всех стадиях созревания); 4. Центр минерального питания (каждый отрезок ризома, на котором придаточные корни сближены на расстояние менее чем 0,2 см). В данной концепции побег, несущий центр генерации, считается генеративным от его основания в центре побегообразования, а не несущий такового – вегетативным. На рис. 1, 2 представлены живые и / или распаренные образцы растений с элементами полицентрической и морфологической моделей для *P. astragalifolia* и *A. adamsii*.

Спектр статистических параметров по разным морфометрическим показателям растения в ПС I и ПС II представлен в табл. 1, 2. Данные, полученные в ходе сплошного отбора растений, обработаны в редакторе Microsoft Excel. Использован «Пакет анализа»: «Описательная статистика», «Корреляции».

Таблица 1

Метрические показатели, характеризующие «Полицентрическую модель растения» в популяционной системе *Potentilla astragalifolia* в степном фитоценозе на пастбище Монголии Данные 21 июля 2016 г.

Показатель (n=16)	M ± Δ	Cv,%	Lim xi
Количество центров побегообразования, шт.	5,25 ± 0,79	34	2–9
Количество центров органического питания, шт.	31,56 ± 4,7	34	12–48
Длина максимально развитого центра органического питания, см	6 ± 0,66	25	3–9,5
Количество центров генерации, шт.	9,43 ± 2,0	46	4–16
Длина генеративного побега от основания до максимально удаленного центра генерации, см	10,1 ± 0,96	20	8–15,5

Примечание: символы соответствуют: M – среднее арифметическое; Δ – доверительный интервал (уровень значимости 90 %); Cv – коэффициент вариации (%); Lim xi – границы варьирования выборочных значений; n – объем выборки.

Таблица 2

Метрические показатели, характеризующие «Полицентрическую модель растения» в популяционной системе *Artemisia adamsii* в степном фитоценозе на пастбище Монголии. Данные 18 июля 2016 г.

Показатель	Параметр				
	M±Δ	Cv. %	Lim x	n	
Длина многолетнего побега, от точки его обрыва до основания однолетнего побега текущего года, см	3,1 ± 0,33	47	0,4–6	54	
Длина прироста однолетних побегов в полицентрической системе, см	16,95 ± 2,1	56	4–54	55	
Высота растения с учетом высоты многолетнего побега, см	15,17 ± 0,9	27	2–26	55	
Высота однолетнего побега, см. Тип побега:	вегетативный	6,03 ± 0,84	45	2–10,5	30
	генеративный	13,20 ± 0,5	18	5–20	58
Количество центров побегообразования, шт.	1,58 ± 0,24	66	1–6	55	
Количество центров генерации, шт.: в метельчатом соцветии в полицентрической системе		36,70 ± 4,1	51	10–78	58
		49,02 ± 5,8	46	12–138	44
Длина оси метельчатого соцветия, см	7,18 ± 0,61	39	2–17	58	
Количество ветвей первого порядка, шт.: в метельчатом соцветии в полицентрической системе		15,17 ± 0,9	27	2–26	58
		20 ± 3,1	61	10–84	44
Воздушно-сухая масса полицентрической системы, г	0,27 ± арт0,03	52	0,06–41	55	

Половозрелые растения *P. astragalifolia* способны к формированию семян в течение всего вегетационного сезона, о чем свидетельствуют образцы, собранные в середине июля. В этом сборе центры генерации растения находятся в разной фазе: бутонизация, цветение. Попадая во влажную почву, семена прорастают. Работа верхушечной почки способствует формированию розеточного побега с сидячими непарноперистыми опушенными листьями, пазушными и придаточными почками. Придаточные почки на гипокотиле и стебле способствуют формированию контрактильных корней. Перед началом периода покоя, который обусловлен засухой или понижением температур до устойчиво отрицательных, листья отмирают, а надземная часть побега затягивается в почву и претерпевает ряд метаморфозов в связи со сменой функцией. Так начинается процесс формирования эпигеогенного корневища или ризома. На второй год моноподиальное нарастание верхушечной почки способствует формированию розеточного или же полурозеточного побега с удлиненными междоузлиями. Моноподиальное нарастание розеточного побега может продолжаться в течение нескольких лет, до тех пор пока он не закончится формированием полурозеточного цветonoсного побега. После этого удлиненная часть генеративного побега отмирает, и на смену моноподиальному нарастанию приходит симподиальное. Процесс нарастания корневища путем затягивания надземного побега в почву продолжается постоянно до окончания онтогенеза. Короткие полуодревесневшие и длинные деревянистые корневища (ризомы) видны на гербарных образцах. Рост боковых и придаточных почек способствует формированию полицентрической системы *P. astragalifolia* с несколькими более или менее сближенными центрами надземного побегообразования. Физиологическое или механическое обособление побегов от полицентрической системы способствует вегетативному размножению растения и формированию обособленных партикул. Анализ образцов показал, что все они имеют повреждения ризома, т.е. в почве на месте их произрастания остались вегетативные зачатки растения. Формирование полицентрической системы и ее партикуляция способствуют формированию куртин *P. astragalifolia* и обуславливают групповой характер пространственного размещения вида в контуре фитоценоза.

Половозрелые растения *Artemisia adamsii* способны к формированию метельчатых сложных соцветий, которые объединяют до 78 мелких соцветий корзинки. В начале третьей декады июля соцветия активно растут и развиваются, и цветки находятся в фазе бутонизация. Созревшие плоды опадают и в зимний период подвергаются естественной стратификации. Несмотря на то, что семена падают на

почву, они разносятся степными ветрами, копытами животных и другими представителями животного мира на обширные территории. Благодаря такой особенности не только происходит пополнение семенного банка почвы, но и расселение вида. Развитие семени в половозрелое растение происходит по аналогии с тем, как это описано выше для *P. astragalifolia*. Несмотря на высокую семенную продуктивность *A. adamsii*, в обследуемом ландшафте горной степи на пастбище семенное возобновление отсутствует. Популяционная система растения сформирована многолетними полицентрическими системами, которые имеют в почве хорошо развитую систему ризомов, которые уходят в почву на неопределенную глубину благодаря работе контрактильных корней. Придаточные почки, расположенные на ризомах близко к поверхности почвы, способны сформировать надземные ортотропные побеги двух типов: вегетативные и генеративные. Стеблевая часть таких побегов на большом своем протяжении до конца вегетационного сезона (сентябрь, октябрь) не способна к метаморфозу и отмирает по окончании



Рис. 1. Живые растения и распаренные образцы *Artemisia adamsii* с элементами полицентрической модели: 1 – центр побегообразования; 2 – центр органического питания; 3 – центр генерации. Сбор 18.07.2016. Место сбора: Уверхангай аймак Торагт сомон, Центральная Монголия.

ассимиляции. Только нижняя часть надземных стеблей испытывает метаморфоз: покрывается сначала перидермой, потом коркой, формирует запасные ткани и придаточные почки. В таком состоянии надземные побеги способны пережить суровые климатические условия: мороз в отсутствие снежного покрова (снег сдувается сильными ветрами). В мае придаточные и боковые почки способны развиваться в молодые побеги, однако не все из них это делают в год наблюдений. Таким образом формируется жизненная форма полукустарничек. Анализ образцов показал, что все они на ризоме имеют повреждения, т. е. в почве на месте их произрастания остались вегетативные зачатки растения. Формирование полицентрической системы с глубоким залеганием ризом обуславливает регулярный характер пространственного размещения полицентрических систем (особей) вида в контуре фитоценоза.



Рис. 2. Распаренные образцы *Potentilla astragalifolia* с элементами полицентрической модели: 1 – центр побегообразования; 2 – центр органического питания; 3 – центр генерации; 4 – ризом. Сбор 18.07.2016. Место сбора: Архангай аймак Ундер-Улаан сомон, Центральная Монголия.

#### ЛИТЕРАТУРА

Артемов И. А. Ключевые ботанические территории в Республике Тыва // Растительный мир Азиатской России, 2012. – № 1 (19). – С. 60–71.

**Артемов И. А.** *Potentilla astragalifolia* Bunge // Красная книга Республики Тыва (животные, растения и грибы) / отв. ред. С. О. Ондар, Д. Н. Шауло, Изд. 2-е. – Кызыл: Фаворит, 2018. – С. 117.

**Грубов В. И.** Определитель сосудистых растений Монголии. – Л.: Наука, 1982. – 442 с.

**Петухов И. А., Бажга С. Н., Данжалова Е. В., Дробышев Ю. И., Сыртыпова С.-Х.Д., Богданов Е. А., Энх-Амгалан С., Гунин П. Д.** Многолетняя динамика состояния пастбищных экосистем в экотонной зоне сухих и пустынных степей Центральной Монголии (Среднеобийский аймак) // Экосистемы: экология и динамика, 2018. – Т. 2. – № 2. – С. 5–39.

**Уртнасан М., Любарский Е. Л.** Пастбищная дигрессия в степях центральной монголии (на примере сомона батсумбэр центрального аймака Монголии) // Ученые записки Казанского университета: сер. Естеств. Науки, 2013. – Т. 155. – Кн. 1. – С. 258–170.

**Уртнасан М.** Пастбищная дигрессия в степях северной части Центральной Монголии: автореф. дисс. ... к. б.н. – Казань, 2015. – 22 с.

**Федорова С. В.** Доминанты степных пастбищ Монголии: популяционный аспект // Проблемы популяционной биологии: мат. XII Всеросс. популяционного семинара памяти Н. В. Глотова (Йошкар-Ола, 11–14 апреля, 2017). – Йошкар-Ола: Стринг, 2017а. – С. 241–244.

**Федорова С. В.** Доминант степных пастбищ Монголии – *Stipa krylovii* Roshev. (Poaceae): популяционный аспект // Проблемы Южной Сибири и Монголии. 2017б. – № 16. – С. 161–165.

**Федорова С. В.** *Potentilla astragalifolia* Bunge (Rosaceae) в степных пастбищах Монголии: популяционный аспект // Степи Северной Евразии: мат. VIII междунар. симпозиума. – Оренбург: Изд-во ИС УрО РАН, 2018а. – С. 1036–1039.

**Федорова С. В.** Методология популяционного исследования растений для диагностики состояния элементов растительности // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии, 2018б. – Т. 27, № 4 (1). – С. 50–59.

**Федорова С. В.** Методологические основы популяционного исследования травянистых растений в лесных фитоценозах // Ботанические исследования в Сибири. – Красноярск, 2018в. – Вып. 26. – С. 98–111.

**Федорова С. В.** Концепция «Полицентрическая модель растения» – методологическая основа популяционной экологии растений // Экология и география растений и растительных сообществ: мат. IV Междунар. науч. конф. (Екатеринбург, 16–19 апреля 2018 г.). – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та; Гуманитар. ун-та, 2018г. – С. 981–985.

**Федорова С. В.** Федорова Светлана Владиславовна // Популяционно-онтогенетическое направление в России и ближнем зарубежье: справочное издание / отв. ред. Л.А. Жукова. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2018 д. – С. 387–389.