УДК 581.93(470.630) doi: 10.31360/2225-3068-2026-96-107-123
EDN JCOFMG

ЭКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РОДА STIPA L. НА ТЕРРИТОРИИ СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Степаненко Е.Е., Бондаренко Т.С., Халикова В.А., Уманская А.В.

Ставропольский государственный аграрный университет,
г. Ставрополь, Россия, e-mail: elenapstepanenko@yandex.ru

Объектом настоящего исследования выступили представители рода Stipa L. (ковыль) флоры Ставропольского края. Актуальность работы обусловлена их высоким фитоценотическим значением и статусом ключевых компонентов степных фитоценозов региона. Цель исследования – инвентаризация и оценка современного состояния видов рода Stipa L. на изучаемой территории. В качестве основных методов были применены сравнительно-морфологический, анатомический и эколого-географический анализы. Ареалы видов картировались точечным методом на основании оригинальных полевых данных с привлечением гербарных коллекций и литературных источников. Анализ распространения проводился в контексте флорогенетического районирования Северного Кавказа и Северо-Западного Закавказья. Номенклатура

таксонов сверялась с «Конспектом флоры Ставрополья». Анатомический анализ включал изготовление срезов вегетативных органов с последующей световой микроскопией. Для изучения микроморфологии (устьичный аппарат, кутикула) использовались микрофотографии, полученные на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390LA. На Северном Кавказе подтверждено присутствие 13 видов рода Stipa, систематизированных в пяти экологических секциях. Проведён детальный анализ их макро- и микроморфологических, а также анатомических характеристик, выявивший устойчивые корреляции с условиями среды обитания. Географическое распределение видов по территории края носит гетерогенный характер. Среди видов с ограниченным ареалом идентифицированы два реликтовых таксона: *S. caucasica* Schmalh. и *S. sareptana* A. Beck. Представители рода Stipa L. выполняют средообразующую функцию и являются эдификаторами степных сообществ. Большинство видов обладают высокой хозяйственной ценностью, будучи важными пастбищными растениями и компонентами сенокосов.

***Ключевые слова*:** Stipa L, ковыль, биоразнообразие, растения, вид, экология растений, флора, Северный Кавказ.

Введение. Сохранение и всестороннее изучение биоразнообразия на современном этапе научного развития представляет собой одну из ключевых глобальных задач и входит в число приоритетных направлений фундаментальных биологических исследований. Особое внимание в этом контексте уделяется таксономически сложным и морфологически изменчивым родам, видовой состав которых играет существенную роль в формировании и функционировании региональных флористических комплексов.

Одним из таких родов является Stipa L. (ковыль), относимый к семейству Poaceae Barnhart. В пределах Ставропольского края он выступает в качестве значимого компонента степной флоры, обладая высокой фитоценотической активностью и экологической пластичностью. В глобальном масштабе таксономическое богатство рода насчитывает порядка трёхсот видов. Их распространение тяготеет преимущественно к аридным и семиаридным регионам, охватывающим умеренный, субтропический и тропический климатические пояса. Флора России и сопредельных территорий характеризуется присутствием значительной части видового разнообразия данного рода, которое, по разным оценкам, составляет от 57 до 87 таксонов. Основные центры их распространения приурочены к южным районам европейской части страны, Кавказу, Средней Азии, а также к территориям Южной Сибири [14].

Представители рода выступают в роли доминирующих видов и эдификаторов (средообразователей) в ключевых травяных биомах, таких как степи, прерии и пампасы. Кроме того, они являются характерными компонентами растительности остепнённых лугов, занимают ксе-

рофитные склоны и успешно колонизируют каменистые и щебнистые субстраты. Эта широта экологической амплитуды свидетельствует о выраженной адаптивной пластичности рода, позволяющей ему осваивать местообитания с экстремальными условиями [2].

Материал для исследования был собран в ходе полевых исследований и гербаризации в период с 2023 по 2025 год на территории различных районов Ставропольского края. В работе проанализированы коллекции гербария SPI (СГУ), а также изучены оригинальные гербарные образцы, собранные автором.

Объект и методики исследований. В рамках работы объектом изучения были выбраны представители рода Stipa L., естественная флора Северного Кавказа. Предметом исследования выступили таксономический состав, географическое распространение, морфологическая и анатомическая организация вегетативных и репродуктивных структур, а также экологические адаптации и вопросы охраны видов ковыля, произрастающих на территории Ставропольского края [3].

В основу методологии положены сравнительно-морфологический, анатомический и эколого-географический подходы. Картирование ареалов видов выполнялось методом точечного нанесения локаций, основанным на материалах полевых сборов, с привлечением литературных источников и гербарных данных (фонд SPI, СГУ). Анализ распространения таксонов проведён в соответствии с флорогенетическим районированием Северного Кавказа и Северо-Западного Закавказья, номенклатура видов приведена по «Конспекту флоры Ставрополья» [6].

Анатомический анализ включал приготовление поперечных срезов вегетативных органов с последующим исследованием под световым микроскопом. Изучение устьичного аппарата и кутикулярных структур осуществлялось с применением сканирующей электронной микроскопии (микроскоп JSM 6390LA).

Результаты и их обсуждение. На территории Ставропольского края выявлено произрастание 13 видов рода Stipa L., из которых семь занесены в Красную книгу Ставропольского края, а ещё шесть видов признаны требующими особой охраны ввиду сокращения их популяций и фрагментации ареалов. В ходе проведённых исследований выполнена комплексная ревизия таксономического состава рода Stipa L. в регионе, включая уточнение распространения и выявление ранее не задокументированных локалитетов произрастания отдельных видов. Особое внимание уделено экологической интерпретации анатомо-морфологических характеристик представителей рода. Установлено, что все виды Stipa L., произрастающие на территории края, являются строго многолетними, ксерофитными и анемофильными растениями,

приспособленными к условиям засушливого климата и открытых светлых местообитаний [26]. Характерной чертой большинства из них выступает способность формировать плотные, неразветвлённые дерновины, не имеющие длинных ползучих подземных побегов (ризом). Ключевым механизмом вегетативного возобновления у данных видов является внутривлагалищный тип побегообразования (рис. 1), что обеспечивает формирование компактных и устойчивых к внешним стрессам кустов [10]. Размеры дерновин коррелируют с возрастом растения: отдельные особи способны сохранять жизнеспособность до 50 лет. Таким образом, морфометрические параметры дерновины могут служить диагностическим признаком не только для морфологического описания вида, но и для оценки приблизительного возраста отдельных особей в полевых условиях [18].

Полученные данные носят прикладной и теоретический характер и могут быть использованы при проведении геоботанических и флористических работ, а также при разработке научно обоснованных природоохранных мер, направленных на сохранение редких и уязвимых степных видов рода Stipa L. на территории Ставропольского края.

Стебли представителей рода прямостоячие, с гладкой поверхностью, зачастую имеющие опушение различной интенсивности в районе узлов. Листовые пластинки, как правило, имеют узколинейную форму и характеризуются продольным сложением или свёрнутостью, в редких случаях оставаясь плоскими. Адаптации листовой поверхности выражены в её дифференциации: абаксиальная (наружная) сторона может быть гладкой, шероховатой или покрытой коротким опушением, в то время как адаксиальная (внутренняя) сторона обычно шероховатая или с заметным волосистым покровом. Опушение в пределах одного листа демонстрирует вариабельность, представленную формами от коротких щетинок до удлинённых волосков [21].

Важной анатомической особенностью является наличие моторных клеток, расположенных между жилками листа. Данные клетки выполняют функцию гигроскопического механизма, обеспечивая сворачивание листовой пластинки в условиях повышенных температур, что минимизирует транспирационные потери. Соцветия представлены сжатыми, от слабо до умеренно раскидистых, часто кистевидными метёлками длиной от 5 до 40 см. Оси соцветий обычно имеют шероховатую поверхность. Колоски 0,6–7 см длиной, с 1 обоеполым цветком. У ковыля цветковые пленки представлены в количестве трёх. Тычинок 3, с пыльниками 1,5–9 мм длины (рис. 2).

Длина зерновок у представителей рода варьирует от 3,5 до 14 мм. Их форма варьирует от узкоэллипсоидальной до узкоцилиндрической, апикальная часть заканчивается более или менее выраженным носиком.

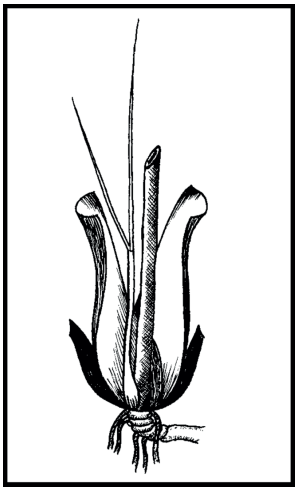

Рис. 1. Внутривлагалищный побег ковыля

Fig. 1. Intravaginal escape of feather grass

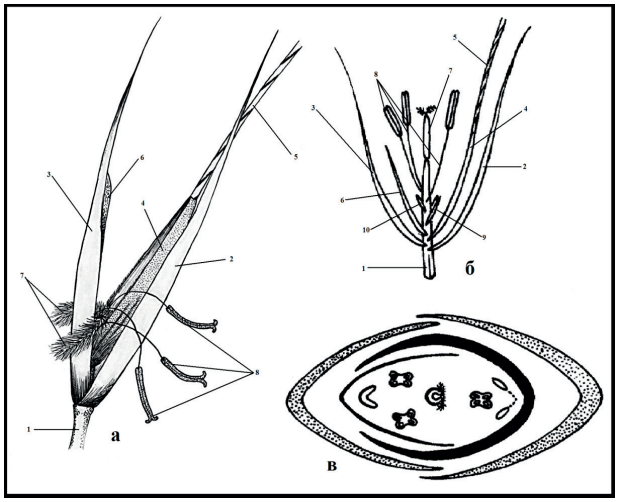

Рис. 2. Цветок ковыля:

а – рисунок; б – схема строения;

в – диаграмма (1 – ножка колоска; 2 – нижняя колосковая чешуя; 3 – верхняя колосковая чешуя; 4 – нижняя цветковая чешуя; 5 – ость;

6 – верхняя цветковая чешуя; 7 – завязь с рыльцевыми ветвями; 8 – тычинки)

Fig. 2. The flower of feather grass:

a – drawing; b – diagram of the structure; c – diagram (1 – spikelet stem; 2 – lower spikelet scales; 3 – upper spikelet scales; 4 – lower flower scales; 5 – awn; 6 – upper flower scales; 7 – ovary with stigma branches; 8 – stamens)

Характер опушения стебля представляет собой диагностически значимый таксономический признак, отличающийся высокой стабильностью и крайне редко подверженный внутривидовой изменчивости [13].

Листовые пластинки характеризуются гомогенной, узколинейной формой, типичной для всего рода. При этом их ширина демонстрирует значительный разброс значений – от 0,3 до 4 мм. Данный параметр ширины листа является консервативным и может рассматриваться в качестве одного из ключевых систематических критериев для дифференциации видов. Форма верхушки листьев является значимым систематическим признаком. У различных видов она варьирует от туповатой до островатой и совсем острой, вытянутой в тонкое остроконечие. Данный признак весьма стойкий, что позволяет выделить его в один из важных в систематике рода [12].

В составе флоры Ставропольского края род Stipa L. представлен преимущественно ксерофильными видами, адаптированными к условиям степных и полупустынных экосистем. Анализ экологических характеристик исследуемых таксонов позволяет определить их как облигатные компоненты степных и полупустынных биоценозов, жизненная форма которых соответствует гемикриптофитам. В рамках рода на данной территории выделяются виды с узкой экологической амплитудой, приуроченные к специфическим субстратам, – кальцепетрофилы и псамофилы [11].

Доминирующую позицию во флористическом спектре занимает группа из семи степных видов. Четыре вида относятся к пустынному флороценотипу, а два демонстрируют выраженную экологическую пластичность. Таким образом, современная флора Ставропольского края включает тринадцать видов рода Stipa L., что подтверждает его значительную роль в формировании ксерофитной растительности региона [1, 7].

По отношению к водному режиму ковыли Ставропольского края делятся на 2 группы:

1. Ксерофиты – растения засушливых мест обитания. К этой группе можно отнести *S. caucasica* Schmalh., *S. caspia* C. Koch., *S. sareptana* A. Beck., *S. capillata* L., *S. lessingiana* Trin. et Rupr., *S. borysthenica* Klok. ex Prokud., *S. pontica* P. Smirn.

2. Мезоксерофиты – растения, не требовательные к водному режиму и проявляющие признаки, как мезофитов, так и ксерофитов. Это *S. pulcherrima* C. Koch., *S. dasyphylla* (Lindem.) Trautv., *S. pennata* L. и *S. tirsa* Stev.

Проведённый анализ позволяет классифицировать виды рода Stipa на исследуемой территории по признаку предпочтения к структуре почвы на три основные экологические группы:

Псаммофиты – виды, адаптированные к обитанию на рыхлых песчаных почвах. В рамках изучаемой флоры данная группа представлена тремя таксонами: *S. sareptana* A. Beck., *S.* caspia C. Koch. и *S. borysthenica* Klok. ex Prokud.

Петрофиты – виды, тяготеющие к каменистым субстратам. К этой группе на исследованной территории относится *S. caucasica* Schmalh.

Эвритопные виды – группа, демонстрирующая низкую степень требовательности к механическому составу почвы и способная произрастать на разнородных субстратах. Данная экологически пластичная группа является наиболее многочисленной и включает виды: *S. capillata* L., *S. lessingiana* Trin. et Rupr., *S. ucrainica* P. Smirn., *S. pontica* P. Smirn., *S. dasyphylla* (Lindem.) Trautv., *S. pulcherrima* C. Koch., *S. pennata* L. и *S. tirsa* Stev. Представители этой группы формируют ценотический компонент в ковыльно-типчаковых и разнотравно-типчаковых степных сообществах, встречаются на меловых и известняковых обнажениях, а отдельные виды отмечаются вдоль дорог, на песчаных и щебнистых склонах [16, 24].

Все представители рода Stipa в различной степени проявляют ксероморфные адаптации, обеспечивающие устойчивость к высоким температурам и дефициту атмосферной влаги [8]. Физиологической основой данной толерантности является способность поддерживать относительно высокий уровень нетто-фотосинтеза даже в условиях повышенных температур и низкой влажности воздуха. Кроме того, для ковылей характерна устойчивость к умеренному обезвоживанию листовых тканей, не приводящему к необратимым повреждениям и гибели растения.

В число ключевых адаптаций, направленных на предотвращение перегрева и избыточной транспирации у представителей рода Stipa L, входят специализированные морфологические структуры: узкие или свёрнутые листовые пластинки, а также развитое опушение. Роль опушения заключается в комплексном воздействии на водный баланс. Покров из трихом создаёт у поверхности листа пограничный слой со сниженной скоростью движения воздуха, что напрямую уменьшает испарение. Одновременно опушение выполняет функцию светоотражающего экрана, защищающего ткани от прямого излучения, что ведёт к снижению температуры листа и, как следствие, к сокращению потерь влаги. У всех видов ковыля флоры Ставропольского края наблюдаются трихомы, шипики или щетинки на одной или обеих сторонах листа, что является диагностическим признаком ксероморфоза в этой группе [22]. Ещё одним ключевым адаптационным механизмом к аридным условиям у представителей рода Stipa является способность листовых пластинок к гигроскопическому сворачиванию. Данный процесс обусловлен локализацией устьичного аппарата исключительно на адаксиальной (внутренней при скручивании) поверхности листа, в межжилковых пространствах. Функциональное сворачивание осуществляется специализированными моторными (двигательными) клетками, расположенными на адаксиальной стороне между ребрами листа. Примечательной морфофункциональной особенностью является прямая корреляционная зависимость между шириной листовой пластинки и размером моторных клеток: у видов с более широкими листьями развиваются и более крупные двигательные клетки. По-видимому, это является компенсаторным механизмом, обеспечивающим эффективное и быстрое свёртывание более крупной фотосинтетической поверхности при угрозе перегрева и обезвоживания.

Таким образом, комплексное влияние факторов аридной среды формирует и комплексный характер адаптационных ответов, где все описанные анатомо-морфологические особенности действуют синергически, минимизируя потерю воды [4].

В результате эколого-географического анализа выявлены три основные группы видов, дифференцированные по характеру занимаемых ими местообитаний.

Степные виды. Являются наиболее многочисленной и экологически пластичной группой, формирующей основу зональной степной растительности. К ней относятся: *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., *S. pulcherrima* C. Koch., *S. pennata* L., *S. borysthenica* Klok. ex Prokud., *S. ucrainica* P. Smirn., *S. pontica* P. Smirn., *S. capillata* L., а также *S. sareptana* A. Beck.

Виды петрофитных и аридных местообитаний. Данная группа объединяет таксоны, адаптированные к специфическим экотопам. Среди них выделяются виды, облигатно связанные со скальными и щебнистыми склонами гор – *Stipa caucasica* Schmalh. и *S. daghestanica* Grossh. Отдельно стоит *S. caspia* C. Koch., являющийся характерным представителем полупустынных и пустынных ландшафтов.

Виды мезофитных (увлажнённых) местообитаний. Группа представлена видами *Stipa dasyphylla* (Lindem.) Trautv. и *S. tirsa* Stev. Данные таксоны демонстрируют отчётливую тенденцию к приуроченности к условиям повышенного увлажнения, занимая преимущественно склоны северной экспозиции, подножия возвышенностей и другие экотопы с более благоприятным водным режимом [5].

В результате комплексного анализа растительного покрова региона выделено восемь эколого-фитоценотических типов, в которых отмечено участие представителей рода Stipa L. Каждый из них характеризуется спецификой почвенно-климатических условий, рельефа и флористического состава, что определяет особенности распределения и экологической приуроченности ковыльных видов [15]. Типы экологических комплексов и приуроченность к ним видов рода Stipa L. в Ставропольском крае:

1. Типчаково-ковыльные степи на каштановых и тёмно-каштановых почвах. Данные сообщества формируются в восточных районах Ставропольского края на маломощных тёмно-каштановых почвах лёгкого механического состава. Эдификаторами и доминантами в этих ценозах выступают ковыль волосовидный (*Stipa capillata* L.), а также виды группы так называемых «перистых ковылей» – *S. pulcherrima* C. Koch, *S. ucrainica* P. Smirn. *и S. pennata* L. (включая близкородственный таксон *S. borysthenica* Klok. ex Prokud.). Географически ареал распространения данных фитоценозов охватывает территорию Центрального Предкавказья, включая Ставропольскую возвышенность и горное обрамление района Кавказских Минеральных Вод. Климатические условия региона характеризуются как умеренно континентальные, с признаками семиаридности (полусухие) и выраженной межгодовой и

сезонной нестабильностью увлажнения. Особенно острый дефицит атмосферных осадков наблюдается на склонах северной и восточной экспозиции, где гидротермические коэффициенты и показатели увлажнённости существенно ниже средних значений по краю.

В северной части края (абсолютные высоты 60–100 м) распространены полынно-типчаково-ковыльные степи на солонцовых комплексах, приуроченные к понижениям рельефа и долинам рек, где происходит аккумуляция солей вследствие поверхностного стока, эрозионных процессов и выхода соленосных каспийских отложений [20, 25]. На незасолённых участках ведущую роль играют *S. lessingiana* и *S. ucrainica*. Однако под влиянием интенсивного антропогенного выпаса (например, в окрестностях сёл Родниковское и Кендже-Кулак) целинные степи трансформируются в деградированные сообщества с доминированием *S. capillata*.

2. Обеднённые разнотравно-дерновиннозлаковые степи формируются на малогумусных южных карбонатных чернозёмах и представлены двумя основными ареалами:

– восточным склоном Ставропольской возвышенности (между Георгиевском и Светлоградом, 250–350 м н.у.м.);

– северо-западной равнинной зоной края (100–200 м н.у.м.);

Флористически такие степи характеризуются участием *S. lessingiana*, *S. ucrainica* и *S. capillata*, тогда как *S. pulcherrima* встречается крайне редко. В ходе собственных полевых исследований неоднократно фиксировалось присутствие *S. borysthenica*, что расширяет известные данные о его ареале.

3. Богатые разнотравно-дерновиннозлаковые степи произрастают на мощных обыкновенных чернозёмах, сформировавшихся на лёссовидных суглинках. Их ареал охватывает обширные пространства от предгорий Северного Кавказа до склонов Ставропольской возвышенности. Наиболее сохранные фрагменты целинной растительности обнаружены на мшанковых буграх в окрестностях станицы Каменнобродской, села Московского, в Александровском районе и на Приянкульских высотах (200–600 м). Основу видового состава составляют *S. lessingiana* и *S. capillata*. *S. pulcherrima* встречается единично, преимущественно на Приянкульских высотах, тогда как *S. ucrainica* проявляет наибольшую обильность лишь на южных экспозициях.

4. Ценотипы насыщенных (разнотравно-ковыльных) степей на лёгких суглинистых и щебнистых субстратах приурочены к плакорным элементам рельефа в пределах Ставропольской возвышенности. Основными районами их распространения являются Прикалаусские высоты (абсолютные отметки 300–700 м) и плато к северу от г. Ставрополя (250–

400 м). В структуре данных фитоценозов эдификаторную роль играет *Stipa pennata* L., при постоянном ценотическом участии *S. pulcherrima* C. Koch. Эталонные участки данного типа растительности зафиксированы к западу от хутора Дубового на Прикалаусских высотах.

5. *Комплексные (мозаичные) ландшафты, образованные мозаикой разнотравно-дерновиннозлаковых степей на обыкновенных чернозёмах и полынно-злаковых ассоциаций на засоленных почвах*, выделены в двух ключевых локациях:

– в бассейне р. Грачёвки к востоку от г. Ставрополя;

– в пределах долины р. Суркуль к северу и северо-востоку от региона Кавказских Минеральных Вод (преимущественно на территории Минераловодского района).

Доминирующими видами в данных условиях являются *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. и *Stipa pulcherrima* C. Koch.

6. Полынно-злаковые степные ассоциации на солонцеватых чернозёмах и солонцах сформированы в Янкульской и Сенгилеевской котловинах, а также на террасах р. Кубани севернее г. Невинномысска. Для этих территорий характерны типчаковые и типчаково-полынные сообщества, тогда как на склонах северной экспозиции развиваются разнотравно-ковыльно-типчаковые фитоценозы. Видовой состав представлен преимущественно *Stipa lessingiana*, S. *ucrainica* и *S. pennata*. На склонах северных и западных румбов, а также в выположенных балках отмечено обильное присутствие *Stipa tirsa* Stev.

7. Экотонные сообщества разнотравно-дерновиннозлаковых степей и лугов формируются в условиях повышенного увлажнения на Невинномысско-Воровсколесских высотах, сложенных обыкновенными чернозёмами. Абсолютные высоты варьируют от 650–750 м на водоразделах до 800–870 м в южной части (Сычевы горы) [19]. На плакорах (ступень увлажнения 48–50 %) доминирует *S. capillata* с примесью *S. pennata* и *S. pulcherrima*, тогда как на ксерофитных южных склонах преобладает *S. lessingiana*.

8. Луговые степи лесостепного пояса характерны для наиболее возвышенных участков (530–1300 м н.у.м.) и развиты на типичных, выщелоченных, предгорных и горных чернозёмах. Ареал включает плато Ставропольской возвышенности, Меловую гряду, Скалистый хребет и район Пятигорских лакколитов [17].

Индикаторным видом данных фитоценозов выступает эндемик Северного Кавказа – *Stipa caucasica* Schmalh., который в верхней части своего вертикального пояса постепенно уступает место субальпийским лугам [9].

Особый интерес представляет восстановительная сукцессия на горе Стрижамент, где на месте бывшей залежи сформировалась полидоминантная ковыльная ассоциация, включающая *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. dasyphylla*, а местами – *S. pontica*.

В пределах Ставропольского края также выявлены локальные популяции эндемичных видов:

Stipa caspia C. Koch – в Левокумском районе;

Stipa caucasica Schmalh. – в Пятигорье и на Боргустанском и Джинальском хребтах близ Кисловодска (до 1 000 м н.у.м.);

Stipa dasyphylla (Lindem.) Trautv. – в окрестностях Ставрополя, на горе Недреманной.

Полученные данные подчёркивают высокое фитоценотическое и биогеографическое разнообразие степных экосистем Ставропольского края, а также необходимость сохранения как самих фитоценозов, так и редких и эндемичных видов рода Stipa L., выполняющих ключевую роль в поддержании устойчивости степных ландшафтов. Все виды представлены в таблице 1.

Таблица 1. Приуроченность видов рода Stipa L. к типам экологических комплексов

Table 1. Coherence of Stipa L. species to the types of ecological complexes

Вид/Тип экологических комплексов	1	2	3	4	5	6	7	8
S. daghestanica	+							
S. caspia		+						
S. lessingiana	+	+	+		+	+	+	+
S. ucrainica	+	+	+			+		
S. pontica								+
S. dasyphylla								+
S. pulcherrima	+	+	+	+	+	+	+	+
S. pennata	+			+		+	+	
S. borysthenica	+	+						
S. tirsa						+		+
S. sareptana			+		+			
S. capillata	+	+	+			+	+	+
S. caucasica								+

Ареалы большинства представителей рода Stipa L. характеризуются значительным перекрытием. Изучение суточной феноритмики цветения различных видов ковыля позволяет оценить вероятность их

переопыления и, как следствие, потенциальную частоту образования гибридных форм. В настоящей работе сведения о феноритмике (в частности, сроках цветения) для ряда таксонов были получены и систематизированы на основе синтеза литературных данных и оригинальных многолетних натурных наблюдений.

Анализ выявил, что временные параметры цветения обладают значительной лабильностью: суточная динамика может варьировать с точностью до минут и часов, а сезонные сроки способны заметно смещаться в пределах вегетационного периода [23]. Установлено, что данная изменчивость находится в прямой корреляционной зависимости от комплекса абиотических факторов, главными из которых являются температурный режим и уровень атмосферной и почвенной влажности.

На основе литературных данных и собственных наблюдений была проанализирована суточная динамика цветения девяти видов ковыля. Полученные сведения систематизированы в таблице 2 с учётом типа цветения (утренний/ночной/дневной), временного интервала, абиотических параметров (температура, влажность) и ключевых особенностей процесса.

Таблица 2. Суточная феноритмика цветения видов рода Stipa L. на территории исследования

Table 2. Daily phenorhythmics of flowering in Stipa L. species in the research area

Вид	**Тип цветения**	**Временной интервал**	**Условия** (Т °С, влажность)	**Особенности процесса**
S. lessingiana Trin. et Rupr.	Утренний	3:00 – 9:00 (пик в 5:00)	6-12 °С, 70–85 %	Пыление 6:00–9:00. Цветок открыт 7–10 ч.
S. ucrainica P. Smirn.	Утренний	с 8:00 (в тёплую влажную погоду – днём)	от 14.8 °С, 54 %	Проявляет пластичность, сдвигая цветение в дневные часы при благоприятных условиях
S. dasyphylla (Lindem.) Trautv.	Ночной	20:00 – 22:00 (начало раскрытия с 20:00)	11 °С, 73 %	Цветение акропетальное (сверху вниз)
S. pulcherrima C. Koch.	Дневной/ Вечерний	12:00 – 20:00 (вариабельно)	~20 °С, 41 %	Время начала (12–16 ч) сильно варьирует между популяциями и зависит от температуры

S. pennata L.	Ночной	20:00 – 2:00 (в тёплую влажную погоду до 10:00)	10–17.3 °C, 78–83 %	Цветение метелки длится 3–4 дня. Утреннее цветение менее интенсивно
S. borysthenica Klok. ex Prokud.	Ночной	Аналогичен *S. pennata*	–	По ритмике цветения не отличается От *S. pennata*
S. tirsa Stev.	Утренний	3:00 – 8:00 (пик на рассвете, 4:00–5:30)	–	При высокой влажности сдвигается к 7–8 ч утра
S. sareptana A. Beck.	Утренний	5:00 – 6:00	10–12 °C, 50–60 %	Кратковременное утреннее цветение
S. capillata L.	Утренний	3:00 – 10:00 (пыление 4:00–5:30)	6–10 °C, 80–90 %	Цветение базипетальное (снизу вверх). Метелка цветёт 2–3 недели. Перекрёстное опыление только в сухую тёплую погоду
S. caucasica Schmalch.	Дневной	Дневные часы	24–27 °C, высокая влажность	Наблюдалось цветение 1–2 цветков в средней части метёлки

Проведённый анализ демонстрирует выраженную дифференциацию видов рода Stipa по суточной ритмике цветения. Большинство видов с перекрывающимися ареалами имеют различные временные ниши цветения (утренние, ночные, дневные) [27]. Эта фенологическая изоляция, наряду с сезонными смещениями, служит эффективным репродуктивным барьером, минимизируя вероятность гибридизации и способствуя поддержанию генетической целостности видов.

Выводы. На основании проведённого исследования были получены следующие основные результаты:

1. Флора Северного Кавказа включает 13 видов рода Stipa L., распределённых по пяти экологическим секциям. Комплексное изучение морфологических, анатомических и микроморфологических характеристик подтвердило существование тесной взаимосвязи между ними, а также их зависимость от специфики экологических условий, в которых обитает каждый вид.

2. Пространственное распределение представителей рода Stipa на территории Ставропольского края носит мозаичный характер. Осо-

бый интерес представляют два узкоареальных реликтовых таксона: *S. caucasica* Schmalh. и *S. sareptana* A. Beck.

3. Ковыли играют ключевую средообразующую (эдификаторную) роль, выступая доминантами и определяя структуру травянистого яруса степных экосистем.

4. Значительное число видов обладает высокой кормовой ценностью, что обуславливает их практическое использование в качестве пастбищных растений и для заготовки сена.

5. Основной угрозой для большинства видов является антропогенная деградация естественных местообитаний, вызванная распашкой целинных степей и перевыпасом, что ведёт к сокращению и фрагментации популяций.

Список литературы / References

1. Ветрова И.Н. Экологические факторы формирования лесостепных экотонов на Ставропольской возвышенности, Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Биологические науки. 2022; 14-1(9) : 187-190. [Vetrova I.N. Ecological Factors in the Formation of Forest-Steppe Ecotones on the Stavropol Upland, Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Tsentra Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Biologicheskie Nauki [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Biological Sciences]. 2022; Vol. 14, No. 1(9) : 187-190. (In Rus)].
2. Галушко А.И. Анализ флоры западной части Центрального Кавказа. В кн.: Флора Северного Кавказа и вопросы её истории. Ставрополь, 2020, 5-130. [Galushk A.I. Analysis of the Flora of the Western Part of the Central Caucasus. In: Flora of the North Caucasus and Issues of its History. Stavropol, 2020, 5-130. (In Rus)].
3. Галушко А.И. Флора Северного Кавказа. Ростов: РГУ, 2020(1), 65-68. [Galushko A.I. Flora of the North Caucasus. Rostov-on-Don: Rostov State University (RGU), 2020(1), 65-68. (In Rus)].
4. Двораковский М.С. Экология растений. М.: Высшая школа, 2013, 188 с. [Dvorakovskiy, M.S. Plant Ecology. Moscow: Vysshaya Shkola, 2013, 188. (In Rus)].
5. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений, Экология. 2019; 1 : 3-7. [Zhivotovsky L.A. Ontogenetic States, Effective Density and Classification of Plant Populations, Ecology. 2019; 1 : 3-7. (In Rus)].
6. Иванов А.Л. Конспект флоры Ставрополья. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2001, 200. [Ivanov A.L. Synopsis of the Flora of Stavropol Krai. Stavropol: Stavropol State University Publishing House, 2001, 200. (In Rus)].
7. Иванов А.Л. Редкие и исчезающие растения Ставрополья. Ставрополь: Изд-во Сервисшк., 2002, 350 с. [Ivanov A.L. Rare and Endangered Plants of Stavropol Krai. Stavropol: Stavropolservisshkola Publishing House, 2002, 350 p. (In Rus)]. ISBN 5-93078-108-7.
8. Карамышева З.В., Рачковская Е.И. Некоторые закономерности в распространении растительности западной части Центрально-Казахстанского мелкосопочника, Ботанический журнал. 1963; 48(1) : 1167-1170. [Karamysheva Z.V., Rachkovskaya E.I. Some Patterns in the Distribution of Vegetation in the Western Part of the Central Kazakhstan Uplands, Botanical Journal. 1963; 48(1) : 1167-1170. (In Rus)].
9. Косенко И.С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Пред-

кавказья. Москва: Колос, 1970, 613 с. [Kosenko I.S. Identification Guide to Higher Plants of the Northwestern Caucasus and Ciscaucasia. Moscow: Kolos, 1970, 613 p. (In Rus)].
10. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы, Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [и др.]; ответственный редактор: доктор биол. наук Д.В. Гельтман. М.: ВНИИ «Экология», 2024, 944 с. [Red Data Book of the Russian Federation. Plants and Fungi. Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation [et al.]; Editor-in-Chief: Doctor of Biological Sciences D.V. Geltman. M.: VNII "Ekologiya", 2024, 944 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-6047425-1-8.
11. Красная книга Ставропольского края. Т. 1. Растения. Ставрополь: Андреев Игорь Владимирович, 2013, 399 с. [Red Data Book of Stavropol Krai. Vol. 1. Plants. Stavropol: Andreev Igor Vladimirovich, 2013, 399 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-906472-03-8.
12. Николаевский В.Г. Сравнительное исследование ксероморфных и мезоморфных признаков в строении листа злаков, Ботанический журнал. 2020; 55(10) : 1442-1450. [Nikolaevsky V.G. Comparative Study of Xeromorphic and Mesomorphic Features in the Leaf Structure of Grasses, Botanical Journal. 2020; 55(10) : 1442-1450. (In Rus)].
13. Лисицкая Я.В. Род Stipa L. во флоре Северного Кавказа (систематический обзор): Проблемы развития биологии и экологии на Северном Кавказе: материалы 52-й научной конференции «Университетская наука – региону». Ставрополь: СГУ: 2007, 114-116. [Lisitskaya Ya.V. The Genus Stipa L. in the Flora of the North Caucasus (A Systematic Review): Problems of Development of Biology and Ecology in the North Caucasus: Proceedings of the 52nd Scientific Conference "University Science – to the Region". Stavropol: Stavropol State University (SGU), 2007, 114-116. (In Rus)].
14. Леванцова Я.В. Род Stipa L. во флоре Северного Кавказа и северо-западного Закавказья, Канд. дис. Астрахань: АГУ, 2009. [Levantsova Ya.V. Genus Stipa L. in the flora of the North Caucasus and North-west Transcaucasia, Cand. dis. Astrakhan: ASU, 2009. (In Rus)].
15. Портениер Н.Н. Система географических элементов флоры Кавказа, Ботанический журнал. 2000; 85(9) : 26-33. [Portenier N.N. System of Geographical Elements of the Caucasian Flora, Botanical Journal. 2000; 85(9) : 26-33 (In Rus)].
16. Свешникова В.М. О некоторых эколого-физиологических особенностях ковылей-эдификаторов степных фитоценозов. В кн.: Проблемы ботаники: вопросы ботанической географии, геоботаники и лесной биогеоценологии. М., Л.: Издательство Академии наук СССР, 1962, 388-398. [Sveshnikova V.M. On Some Ecological and Physiological Features of Needlegrasses (Stipa spp.) as Steppe Phytocoenosis Edificators. In: Problems of Botany: Issues of Botanical Geography, Geobotany and Forest Biogeocenology. M., L.: USSR Academy of Sciences Publishing House, 1962, 388-398. (In Rus)].
17. Скрипчинский В.В. Сохраним для потомков: Об охране растительного и животного мира Ставропольского края. Ставрополь: Книжное издательство 1984, 239. [Skripchinsky V.V. Preserve for Posterity: On the protection of flora and fauna of the Stavropol Territory Stavropol: Book Publishing House, 1984, 239. (In Rus)].
18. Смирнов П.А. Морфологические исследования злаков, Бюллетень Московского общества исп. природы. 1983; 58(6) : 45-89. [Smirnov P.A. Morphological Studies of Grasses, Bulletin of Moscow Society of Naturalists. 1983; 58(6) : 45-89. (In Rus)].
19. Танфильев В.Г., Галушко А.И. О флоре целинных степей Ставрополья. В кн.: Флора Северного Кавказа и вопросы её истории. Ставрополь, 1983, 76-87. [Tanfilyev V.G., Galushko A.I. On the Flora of Virgin Steppes of Stavropol Krai. In: Flora of the North Caucasus and Issues of its History. Stavropol, 1983, 76-87. (In Rus)].
20. Тахтаджан А.Л. Флористические области земли. Л.: Наука, 1978, 247 с. [Takhtadzhyan A.L. Floristic Regions of the Earth. Leningrad: Nauka, 1978, 247 p. (In Rus)].

21. Шаврова П.Д., Олонова М.В. Анатомическое изучение листовой пластинки горно-алтайских видов рода Stipa L.: Биоморфологические исследования в современной ботанике: материалы международной конференции. Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2020, 470-473. [Shavrova P.D., Olonova M.V. Anatomical Study of the Leaf Blade of Mountain-Altai Species of the Genus Stipa L.: Biomorphological Research in Modern Botany: Proceedings of the International Conference. Vladivostok: Botanical Garden-Institute FEB RAS, 2020, 470-473. (In Rus)].
22. Шенников А.П. Экология растений. М.: Советская наука, 1950, 376 с. [Shennikov A.P. Plant Ecology. M.: Sovetskaya Nauka, 1950, 375 c. (In Rus)].
23. Штреккер В. Луговые злаки: Определитель луговых злаков в цветущем и нецветущем состоянии, с указанием значения их для лугов и пастбищ. М., Л.: Гос. сельхоз. изд-во, 2011, 165 с. [Shtrekker V. Meadow cereals: A determinant of meadow cereals in flowering and non-flowering condition, indicating their significance for meadows and pastures. M., L.: State Agricultural Enterprise. publishing house, 2011, 165 p. (In Rus)].
24. Цвелев Н.Н. Stipa L., Конспект флоры Кавказа. 2021; 2 : 348-356. [Tzvelev N.N. Stipa L., Conspectus florae Caucasi. 2021; 2 : 348-356. (In Rus)].
25. Цвелев Н.Н., Пробатова Н.С. Злаки России. М.: Товарищество научных изданий, 2019, 646 с. [Tzvelev N.N., Probatova N.S. Grasses of Russia. Moscow: KMK Scientific Press, 2019, 646 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-907213-41-8.
26. Durka W. et al. Extreme genetic depauperation and differentiation of both populations and species in Eurasian feather grasses (Stipa), Plant Syst. Evol. 2023; 299 : 259-269. DOI: 10.1007/s00606-012-0719-0.
27. Vázquez F.M., Gutiérrez M. Classification of species of Stipa with awns having plumose distal segments, Telopea. 2011; 13(1-2) : 155-176. DOI: 10.7751/telopea20116012.

ECOLOGICAL AND FLORISTIC ANALYSIS OF THE GENUS STIPA L. IN THE STEPPE ECOSYSTEMS OF STAVROPOL KRAI

Stepanenko Ye.Ye., Bondarenko T.S., Khalikova V.A., Umanskaya A.V.

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia,
e-mail: elenapstepanenko@yandex.ru

The object of this study was the genus Stipa L. representatives (feather grass) from the Stavropol territory flora. The relevance of the work is due to their high phytocenotic significance and the status of key components of the steppe phytocenoses in the region. The purpose of the study is to inventory and assess the current state of Stipa L. species on the territory under study. Comparative morphological, anatomical, and ecological-geographical analyses were used as the main methods. The ranges of the species were mapped using the point method based on original field data using herbarium collections and literary sources. The distribution analysis was carried out in the context of the florogenetic zoning of the North Caucasus and Northwestern Transcaucasia. The nomenclature of taxa was checked against the “Synopsis of the flora of Stavropol.” Anatomical analysis included making sections of vegetative organs followed by light microscopy. Micrographs obtained on a JSM-6390LA scanning

electron microscope were used to study micromorphology (stomatal apparatus, cuticle). The presence of 13 species of the genus Stipa, systematized in five ecological sections, was confirmed in the North Caucasus. A detailed analysis of their macro- and micromorphological, as well as anatomical characteristics was carried out, revealing stable correlations with environmental conditions. The geographical distribution of species across the territory of the region is heterogeneous. Two relict taxa were identified among species with a limited range: *S. caucasica* Schmalh. and *S. sareptana* A. Beck. Representatives of the genus Stipa L. perform an environment-forming function and are edifiers of steppe communities. Most of the species have high economic value, being important pasture plants and components of hayfields.

***Key words**:* Stipa L., feather grass, biodiversity, plants, species, plant ecology, flora, North Caucasus.