АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2022, том 28, № 1 (90), с. 115-124

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 581.5

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ СТРУКТУРЫ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ПЕСЧАНЫХ ЗЕМЛЯХ ЮГА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

© 2022 г. М.В. Власенко, К.Ю. Трубакова

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН

Россия, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 97. E-mail: vlasencomarina@mail.ru

Поступила в редакцию 17.08.2021. После доработки 01.10.2021. Принята к публикации 10.10.2021

Рассматривается видовое разнообразие, продуктивность, долевое участие и сезонная изменчивость видов в естественных и искусственно созданных фитоценозах на песчаных землях юга Европейской территории России. Объясняется роль влияния условий увлажнения на формирование видового разнообразия в различных сообществах. Мониторинг Цимлянского песчаного массива проводился с применением методик эколого-геоботанических обследований. Травяно-кустарниковый ярус включает 183 вида растений из 41 семейства. Индекс Симпсона показывает, что для территории избыточного увлажнения (II) наиболее выражено доминирование видов семейства Poaceae. На территориях достаточного и переменного увлажнения (III), умеренного увлажнения (IV), а также на участках недостаточного комплексного увлажнения и комплексного увлажнения в сильной степени недостаточного под песчаными буграми, умеренного в «колках» и размытых песках (V) доминируют виды семейств Asteraceae, Fabaceae и Poaceae. Сходство видового состава по индексу Жаккара показывает, что наиболее схожи по видовому разнообразию территории: недостаточного комплексного увлажнения (Vа) и комплексного увлажнения в сильной степени недостаточного под песчаными буграми и умеренного в «колках» и размытых песках (Vб) – 90%; умеренного увлажнения (IV) и комплексного увлажнения в сильной степени недостаточного под песчаными буграми и умеренного в «колках» и размытых песках (Vб) – 89%; достаточного и переменного увлажнения (III) и умеренного увлажнения (IV) – 87%; избыточного увлажнения (II) и умеренного увлажнения (IV) – 87%. На территории умеренного увлажнения (IV) наибольшую массу формировали злаки: *Agropyron cristatum* L., *A. elongatum* (Host) P. Beauv., *Festuca valesiaca* Gaudin, *F. beckeri* (Hack.) Trautv. и *Poa pratensis* L. В разнотравье преобладали *Artemisia campestris* L. и *Galium verum* L. В среднем доля злаков в сообществе составляла 66.5%, доля разнотравья – 33.5%. На территории достаточного и переменного увлажнения (III) наибольшую фитомассу формировали также виды из семейства Poaceae: *Elytrigia repens* (L.) *Nevski* и *Agropyron elongatum* (Host) P. Beauv., *Agropyron cristatum* L. Большое влияние на прирост фитомассы оказали *Artemisia campestris* L., *Artemisia vulgaris* L. и *Artemisia arenaria* DC. Для прекращения процессов деградации, улучшения хозяйственного состояния и повышения плодородия пастбищных экосистем на больших территориях предлагается закреплять подвижные пески и восстанавливать пастбища с помощью подобранных поликомпонентных травосмесей. Опыт по изучению продуктивности искусственно созданных фитоценозов для восстановления и повышения продуктивности естественных пастбищных экосистем проводился на вегетационных площадках гидрологического комплекса Федерального научного центра агроэкологии РАН. Наиболее перспективной на песчаных субстратах является травосмесь с участием *Agropyron cristatum* L., *Artemisia arenaria* D.C., *Medicaga sativa* L. и урожайностью 228.6-246.7 г/м^2, а также травосмесь с участием *Agropyron cristatum* L., *Agropyrom elangatum* Host.P.B., *Bromus inermis* Leyss. и урожайностью 184.4 г/м^2.

Ключевые слова: фитоценозы, видовое разнообразие, песчаные массивы, пастбищные экосистемы.

DOI: 10.24412/1993-3916-2022-1-115-124

Пески и песчаные почвы встречаются во всех зонах Земли и распределяются на материках неравномерно. Их суммарная площадь составляет свыше 9 млн. км^2. Площадь основных песчаных массивов Европейской части РФ (Терские, Кумские, Бажиганские, Астраханские, Черноземельские) достигает 11 тыс. км^2 и сосредоточена в полупустыне Прикаспийской низменности.

В настоящее время биоразнообразию песчаных земель угрожают разнообразные глобальные экологические изменения, связанные с фрагментацией среды обитания, потеплением и аридизацией климата, повышением уровня моря, биологическими инвазиями (Боткин и др., 2007; Al-Robai et al., 2017). Состояние пастбищных биогеоценозов нарушается также в результате засоления, дефляции, эрозии почв, загрязнения грунтовых вод в итоге деятельности человека. Антропогенные нагрузки и изменение климата приводят к ослаблению природно-ресурсного потенциала экосистем. Активное использование низкопродуктивных песчаных земель разрушает степной биом, увеличивает экологическую и социально-экономическую напряженность (Médail, 2017; Schellenberg, Bergmeier, 2020).

Сложившаяся ситуация свидетельствует о неблагоприятных тенденциях в изменении уникальной структуры растительных сообществ степных регионов Европейской территории России (Рулев, Пугачева, 2019). Поэтому в приоритете остаются задачи рационального природопользования песчаных земель. Продолжает оставаться важной проблема восстановления плодородия почв, продуктивности и экологической стабильности пастбищных экосистем, создания экологически устойчивых, высокопродуктивных биоценозов на песчаных землях. Сохранению биоразнообразия и целостности во многом способствует система ландшафтных зональных ареалов природно-заповедного фонда (Чибилев, 2019; Султангазина, Шарипова, 2019). Эффективное сохранение и восстановление растительных сообществ возможно на основе моделирования интегрируемых социально-экономических и политических процессов с учетом изменения климата, фрагментации и деятельности человека (Кулик, Пугачева, 2016). Изучение и инвентаризация видового разнообразия растительных сообществ песчаных массивов позволяет оценить негативные последствия антропогенного воздействия и разработать программы и технологии их устранения (Демина, 2011; Власенко, Кулик, 2017; Власенко, 2019; Mabrouk, Jribi, 2020).

Материалы и методы

Цель исследований – выявление видового разнообразия, продуктивности и сезонных изменений структуры фитоценозов на песчаных землях Европейской территории России. Объектами исследований являлись естественные и искусственно созданные растительные сообщества, произрастающие на песчаных землях. Биоэкологические исследования фитоценозов проводились с целью раскрытия сложности и изменчивости множественных связей между растениями и факторами местообитания. Так как сезонная динамика фитоценозов обусловлена особенностями развития различных видов, а также изменениями экологических условий среды обитания, их изучение позволяет прогнозировать рост и развитие растительности в различных условиях, и может быть использовано для решения практических задач. В работе применялись методики эколого-геоботанических обследований. Рекогносцировочные обследования проводились на территории Цимлянского песчаного массива. Укосным методом в 5-кратной повторности на учетных площадках отбирались растительные образцы, определялся видовой состав, фитомасса и долевое участие видов в фитоценозах в разные сезоны года.

Для естественных фитоценозов рассчитан индекс доминирования Симпсона по формуле:

$$D = \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}\right) \quad (1),$$

где n_i – число особей каждого вида, N – общее число особей.

Индекс чувствителен к присутствию в выборке наиболее обильных видов, но мало зависим от видового разнообразия. Высокая или низкая величина индекса определяется типом распределения видовых обилий для случаев, когда число видов превышает 10. Диапазон индекса варьирует от 0 до 1.

Сходство видового состава по индексу Жаккара рассчитано по формуле:

$$I_j = a/(a+b+c) \quad (2),$$

где a – число общих видов для двух сообществ, b – число видов, имеющихся только в первом сообществе, c – число видов, имеющихся только во втором сообществе.

Создание искусственных фитоценозов было осуществлено на вегетационных площадках гидрологического комплекса (г. Волгоград), которые заполнены песчаным субстратом, привезенным с Кумского и Бажиганского песчаных массивов. Изучались посевы поликомпонентных травосмесей из селекционно улучшенных видов, созданные в 2015 г. для разработки рекомендаций по восстановлению и повышению продуктивности песчаных пастбищных экосистем (Трубакова, Турко, 2020; Турко, Трубакова, 2020). Искусственные фитоценозы представлены тремя видами травосмесей. Травосмесь 1 включает *Agropyron cristatum* L., *Agropyron elangatum* Host. P.B., *Bromus inermis* Leyss; травосмесь 2 включает *Agropyron cristatum* L., *Festuca pratensis* Huds., *Medicaga sativa* L.; а в травосмесь 3 входят *Agropyron cristatum* L., *Artemisia arenaria* D.C., *Medicaga sativa* L. Экспериментальные площадки заложены на делянках 1.75x3.6 м. Норма высева для злаковых видов – 8-10 кг/га, для полыней – 6-8 кг/га, люцерны – 8-12 кг/га. Соотношение видов – 1:1:1. Учитывались урожайность и долевое участие видов в травосмесях в зависимости от сезона года и в среднем за год.

Результаты и обсуждение

На песчаных массивах степной зоны Европейской территории России преобладают легкие песчаные и супесчаные почвы. Они обладают рядом неблагоприятных свойств: подвержены ветровой эрозии (ежегодно теряют десятки тонн мелкозема с гектара (Кулик и др., 2018a; Власенко и др., 2019a; Bengtsson et al., 2019)), что снижает плодородие земель и форсирует деградационные процессы экосистем; имеют труднодоступный сложный рельеф; обладают малой влагоемкостью и высокой водопроницаемостью; бедны элементами азотной и зольной пищи. Однако дефляцию можно предупредить регулированием выпаса скота, а подвижные пески закрепить фитомелиоративными работами. И в сложном рельефе можно найти плюсы: он защищает скот от холодных ветров, а в многоснежные зимы в бугристо-грядовых песках можно найти участки с кустарниками для корма. В жарких сухих условиях водные свойства песков становятся положительными, т.к. они промачиваются осадками на глубину до 1.5 м в отличие от тяжелых почв, которые промачиваются на глубину не более 0.5 м и быстро теряют влагу на физическое испарение. За несколько лет развеваемые пески промачиваются осадками на глубину до 15-20 м, накапливают пресную линзу воды на скатерти соленых грунтовых вод.

Цимлянский песчаный массив (1000 км^2) расположен на территории Волгоградской и Ростовской областей (рис. 1). Регион относится к Донской провинции антициклонической засушливой области умеренного пояса. Среднегодовая температура воздуха здесь составляет 8.1-8.2°С, среднегодовая относительная влажность воздуха – 70%, среднегодовая сумма осадков – 400-450 мм. Засушливые годы повторяются обычно через 3-5 лет. В июне-июле осадков выпадает больше, чем в августе-сентябре, т.к. в первой половине лета преобладают западные влажные ветры, а во второй – сухие восточные (Сажин и др., 2017; Пугачева, 2020).

Мезорельеф долины р. Дон и ее притоков представлен системой надпойменных террас. Микрорельеф весьма разнообразен. Междолинные песчаные гряды были расчленены промоинами и в последующем подверглись перевеванию ветром. По мере зарастания и формирования почвенно-растительного покрова эрозионно-эоловый рельеф гряд приобрел спокойные (увалистые, пологохолмистые) формы. За последние два столетия они были разрушены вследствие распашки и бессистемного выпаса скота. В сильной степени был разрушен рельеф в менее заиленных долинах. От местных очагов дефляции были погребены песком соседние пониженные лугово-болотные участки. Самому сильному разрушению подверглись как в раннюю, так и в современную фазу дефляции междолинные песчаные гряды. Спокойный древнеэоловый рельеф превратился в рванный бугристо-котловинный рельеф развеваемых полузакрепленных песков (Гаель, 1999).

В растительном покрове Цимлянского массива наблюдаются признаки азональности. Здесь встречаются представители и полупустынной зоны, и бореальных лесов. Существует большое число гипотез, объясняющих видовое разнообразие. Факторы, влияющие на его формирование, многочисленны и находятся в сложном взаимодействии (Пугачева, 2020). В различных фитоценозах их роль неоднозначна. Видовой состав сообществ зависит от фенологического развития растений, которое управляется генетически заданной программой и у каждого вида индивидуально. Сезонные изменения флористического состава ассоциаций вероятны при изменениях климата и погоды (сильные засухи, морозы), из-за антропогенного влияния (уничтожение популяций из-за перевыпаса).

Видовой состав фитоценозов видоизменяется в зависимости от ландшафтно-экологических условий массива: гидрологический режим, экспозиция склонов, почвы, микроклимат и прочее (Радочинская и др., 2019; Турко и др., 2016). Одним из основных факторов распределения растительности песчаных массивов являются условия увлажнения.

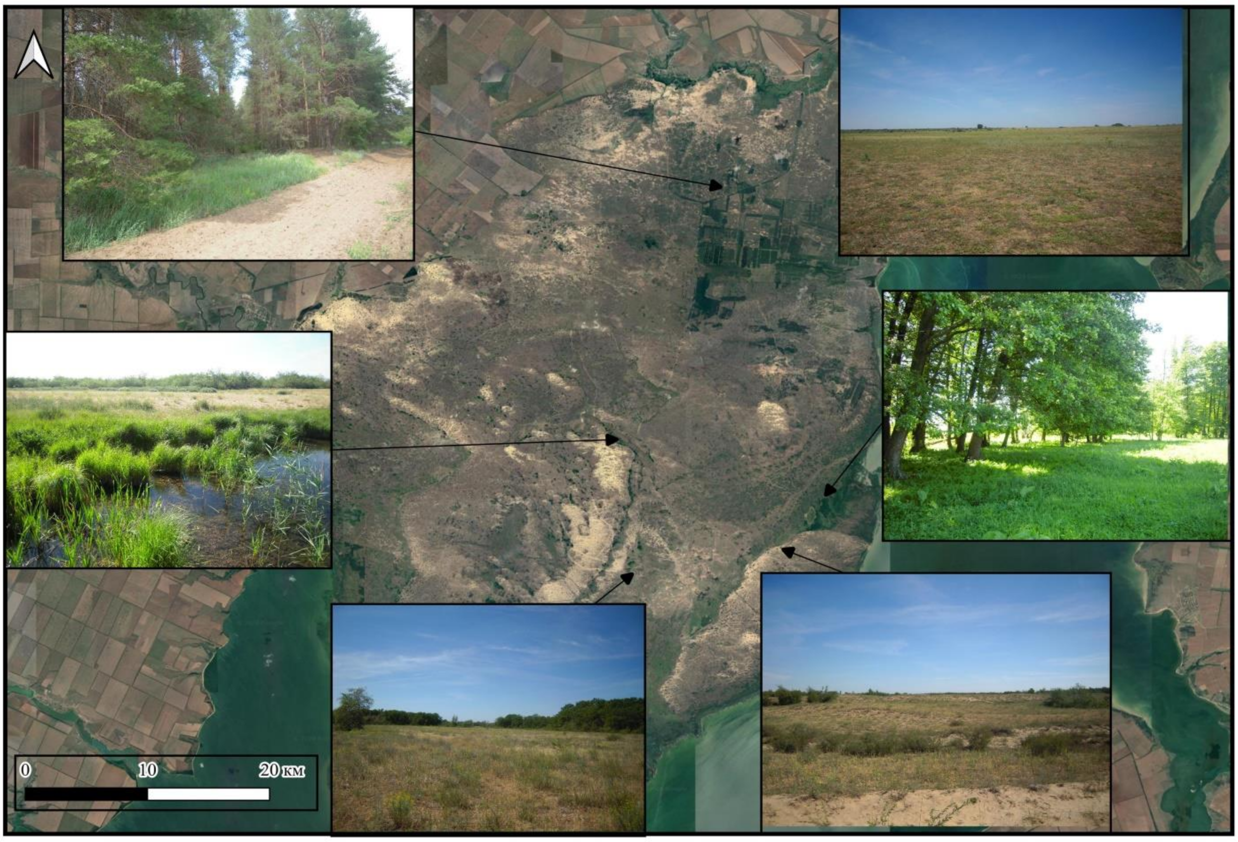

Рис. 1. Цимлянский песчаный массив (47° 59′ 50″ с.ш., 42° 39′ 01″ в.д.).

На территории всего массива выявлено 183 вида трав и кустарников из 41 семейства. Каждый вид занимает положение и долю в сообществе в зависимости от увлажнения территории. Территории полного увлажнения (I) характеризуются наличием 7 видов из 7 семейств, избыточного увлажнения (II) – 19 видов из 10 семейств, достаточного и переменного увлажнения (III) – 112 видов из 29 семейств, умеренного увлажнения (IV) – 78 видов из 17 семейств, недостаточного комплексного увлажнения (Va) – 25 видов из 12 семейств, комплексного увлажнения в сильной степени недостаточного под песчаными буграми и умеренного в «колках» и размытых песках (Vб) – 35 видов из 13 семейств.

Для биомониторинга использовался индекс Симсона (D; табл. 1). Так как разнообразие среды тем ниже, чем значение D ближе к 1, и тем больше, чем значение D ближе к 0, то можно констатировать, что на разных по увлажнению территориях видовое разнообразие значительно отличается. Индекс Симпсона составил для территорий: I – 0, II – 0.094, III – 0.088, IV – 0.128, Va – 0.097, Vб – 0.029. Для территории II наиболее выражено доминирование видов семейства Poaceae. На территориях III, IV и V доминируют виды семейств Asteraceae, Fabaceae и Poaceae.

Сходство видового состава по индексу Жаккара, рассчитанное для разных по увлажнению территорий Цимлянского песчаного массива (табл. 2), показывает, что наиболее схожи по видовому разнообразию участки: Va и Vб (90%), IV и Vб (89%), IV и Vб (89%), III и IV (87%), II и IV (87%), а также IV и Va (84%).

На ключевом участке территории умеренного увлажнения выявлено сообщество из 16 видов, (табл. 3). Наибольшую фитомассу в этом ценозе сформировали злаки (рис. 2). Особенно весной (62.2 г/м^2 или 68.8% от общей доли в фитоценозе) и осенью (99.6 г/м^2 или 67.3% от общей доли в фитоценозе). Максимальную долю в фитомассе весной занимают *Agropyron cristatum* L. (17.9 г/м^2 или 19.9%), *A. elongatum* (Host) P. Beauv. (17.1 г/м^2 или 18.9%), *Festuca valesiaca* Gaudin, *F. beckeri* (Hack.) Trautv. (10.2 г/м^2 или 11.3%) и *Poa pratensis* L. (9.5 г/м^2 или 10.5%). Летом максимальную долю в фитомассе занимают *Agropyron cristatum* L., *A. elongatum* (Host) P. Beauv. (их общая масса 58.1 г/м^2 или 25.2%) и *Poa pratensis* L. (39.4 г/м^2 или 17.1%). Осенью – *Agropyron cristatum* L., *A. elongatum* (Host) P. Beauv. (общая масса 42.3 г/м^2 или 28.6%) и *Poa pratensis* L. (24.1 г/м^2 или 16.3%). Установлено уменьшение доли злаков в травостое в весенне-летний период и нарастание их доли в фитоценозе в летне-осенний период. В разнотравье преобладали весной *Artemisia campestris* L. (15.1 г/м^2 или 16.7%), летом – *Galium verum* L. (30.5 г/м^2 или 13.2%) и *Artemisia campestris* L. (28.7 г/м^2 или 12.5%), осенью – *Artemisia campestris* L. (20.2 г/м^2 или 13.7%) и *Galium verum* L. (17.2 г/м^2 или 11.6%). Доля других видов в разнотравье незначительна. Отмечается наличие *Erysimum canescens* Roth (6.4 г/м^2 или 2.8%), *Centaurea scabiosa* L. (0.2-5.6 г/м^2 или 0.2-3.8%), *Scabiosa ochroleuca* L. (0.7-1.2 г/м^2 или 0.5-0.8%). В среднем на территории умеренного увлажнения доля злаков в сообществе составляла 66.5%, доля разнотравья – 33.5%.

Таблица 1. Биоразнообразие растительности (шт.) Цимлянского массива в зависимости от увлажнения территории: I – полного, II – избыточного, III – достаточного и переменного, IV– умеренного (переход к недостаточному), Va – недостаточного комплексного, Vб – комплексного в сильной степени недостаточного под песчаными буграми и умеренного в «колках» и размытых песках.

№ п/п	Показатель	Участки мониторинговых наблюдений					
		I	II	III	IV	Va	Vб
Всего видов		7	19	112	78	25	35
Индекс Симпсона (D)		0	0.094	0.088	0.128	0.097	0.029

Таблица 2. Сходство видового состава по индексу Жаккара на разных по увлажнению территориях Цимлянского песчаного массива: I – полного, II – избыточного, III – достаточного и переменного, IV– умеренного (переход к недостаточному), Va – недостаточного комплексного, Vб – комплексного в сильной степени недостаточного под песчаными буграми и умеренного в «колках» и размытых песках.

Участки мониторинговых наблюдений	II	III	IV	Va	Vб
I	0.35	0.14	0.20	0.19	0.24
II	–	0.48	0.87	0.37	0.43
III	–	–	0.87	0.71	0.74
IV	–	–	–	0.84	0.89
Va	–	–	–	–	0.90

На территории достаточного и переменного увлажнения общее количество видов в сообществе составило 18, в том числе 9 видов из семейства Poaceae (табл. 3). Наибольшую фитомассу (весной – 62.6%, летом – 66.8%, осенью – 69.9%) в сообществе сформировали виды из семейства Poaceae. Основную долю (весной – 34.1%, летом – 29.3%, осенью – 30.8%) из них в ассоциации составили *Elytrigia repens* (L.) Nevski и *Agropyron elongatum* (Host) P. Beauv., *Agropyron cristatum* L. Большое влияние на прирост фитомассы оказали *Artemisia campestris* L., *Artemisia vulgaris* L. и *Artemisia arenaria* DC., особенно летом, когда их часть в фитоценозе составляла 20.7%. Выявлено нарастание доли злаков в травостое в весенне-осенний период в основном за счет *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub (6.3-18.8%). Отмечается небольшой рост доли разнотравья в фитомассе из-за наличия в фитоценозе *Artemisia campestris* L., *Artemisia vulgaris* L., *Artemisia arenaria* DC.

На песчаных массивах смена одного типа растительности другим происходит длительное время. Естественное зарастание может продолжаться более 50 лет. Перевыпас и неорганизованное бессистемное использование песчаных земель существенно увеличивает эти сроки. При усиленном разбивании песчаных почв образуются холмы сыпучих песков. Осуществление комплекса мероприятий по прекращению процессов деградации, улучшению хозяйственного состояния и повышению плодородия пастбищ позволяет закреплять подвижные пески на больших территориях и восстанавливать пастбищные угодья. Закрепление песчаных участков ускоряет зарастание песков в 2-3 раза (Кулик и др., 2018б; Briske et al., 2020; Власенко и др., 2019б; Власенко, Турко, 2015).

Таблица 3. Фитомасса естественных фитоценозов супесчаной степи Цимлянского массива в зависимости от сезона года (г/м^2).

Вид	Весна	Лето	Осень	Среднее за год
Территория умеренного увлажнения (переход к недостаточному)				
Artemisia campestris L.	15.1	28.7	20.2	21.3
Galium verum L.	9.2	30.5	17.2	19.0
Thymus marschallianus Willd.	1.2	7.2	2.5	3.6
Scabiosa ochroleuca L.	0.7	1.2	0.9	0.9
Silene wolgensis (Hornem.) Besser ex Spreng.	1.9	3.4	1.9	2.4
Erysimum canescens Roth	–	6.4	–	2.1
Centaurea scabiosa L.	0.2	2.1	5.6	2.6
всего *Poaceae (Agropyron cristatum* L., *Agropyron elongatum* (Host) P. Beauv., *Stipa capillata* L., *Stipa pennata* L., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Festuca beckeri* (Hack.) Trautv., *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng, *Phleum pratense* L., *Poa pratensis* L.)	62.2	150.9	99.6	104.2
Всего видов	90.5	230.4	147.9	156.2
Территория достаточного и переменного увлажнения				
Artemisia campestris L., *A. vulgaris* L., *A. arenaria* DC.	23.1	55.2	37.4	38.6
Galium verum L.	11.2	8.4	5.1	8.2
Thymus marschallianus Willd.	3.2	6.9	4.8	5.0
Scabiosa ochroleuca L.	1.8	3.2	2.1	2.4
Crepis tectorum L.	2.9	4.4	2.9	3.4
Thlaspi arvense L.	0.8	7.1	1.0	8.9
Centaurea arenaria M. Bieb.	0.7	3.3	2.8	2.3
всего *Poaceae (Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Elytrigia repens* L. Nevski, *Agropyron elongatum* (Host) P. Beauv., *Agropyron cristatum* L., *Festuca beckeri* (Hack.) Trautv., *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng, *Stipa capillata* L., *Stipa pennata* L., *Leymus racemosus* (Lam.) Tzvelev)	73.1	178.5	130.5	127.4
Всего видов	116.8	267.0	186.6	190.1

Проведенные опыты по подбору высокопродуктивных многолетних трав для улучшения деградированных пастбищ показали, что на Бажиганских песках в 2019 году наиболее урожайной являлась травосмесь 3 (228.6 г/м^2), а в 2020 – травосмесь 1 (184.4 г/м^2). На Кумских песках наибольшую урожайность показала травосмесь 3 как в 2019 году (246.7 г/м^2), так и в 2020 году (176.9 г/м^2). Долевое участие видов в травосмесях распределяется следующим образом: на Кумских песках большую долю фитомассы в злаковых травосмесях занимает *Agropyron cristatum* L. (46.5-48.0%); в злаково-бобовых фитоценозах – *Medicaga sativa* L. (53.6-56.4%); в злаково-полынно-бобовых сообществах – также *Medicaga sativa* L. (39.6-47.8%). На Бажиганских песках прослеживается та же зависимость: большую долю фитомассы в злаковых травосмесях занимает *Agropyron cristatum* L. (35.8-40.8%), в злаково-бобовых фитоценозах – *Medicaga sativa* L. (47.8-52.2%), в злаково-полынно-бобовых сообществах – *Medicaga sativa* L. (39.4-48.4%). Наименьшую долю в фитоценозах на всех песках занимает *Festuca pratensis* Huds. Доля этого вида в травосмесях в среднем за год не превышает 18.5%. Особенно заметно снижение фитомассы *Festuca pratensis* Huds. в осенний период (рис. 3).

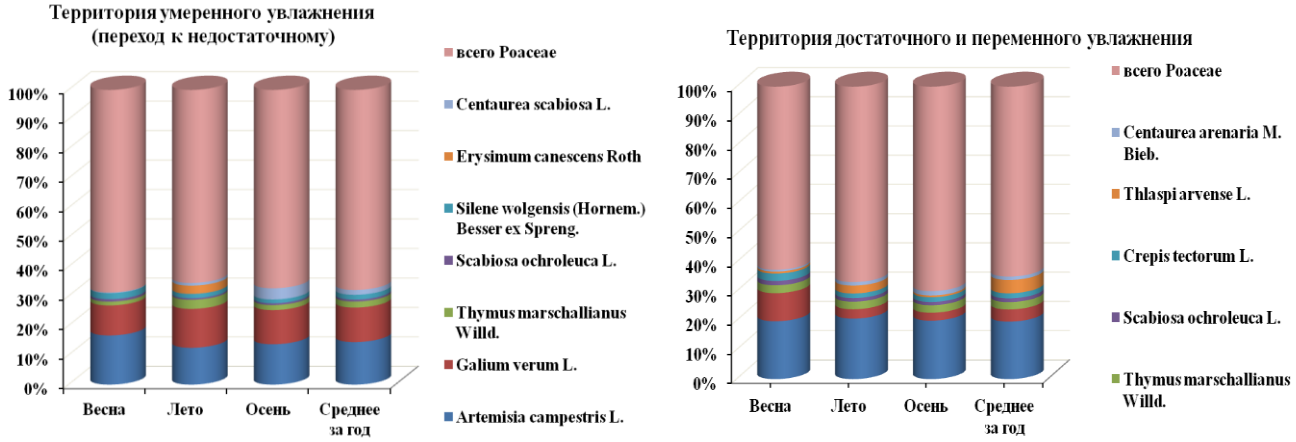

Рис. 2. Долевое участие видов в естественных фитоценозах супесчаной степи Цимлянского массива в зависимости от сезона года (%).

Для сравнительного анализа динамики урожайности *Agropyron cristatum* L. в искусственно созданных фитоценозах и расчета НСР05[1] за контроль взята урожайность монопосева аборигенного вида *Agropyron cristatum* L. (табл. 4). Урожайность *Agropyron cristatum* L. зависела от многих причин: погодных условий, видового состава и биоэкологических особенностей видов в фитоценозе, взаимного положительного или отрицательного влияния растений друг на друга. Выявлено, что на всех экспериментальных посевах в разные сезоны года урожайность селекционно улучшенного вида *Agropyron cristatum* L. была больше по сравнению с контролем в 2-3 раза.

Заключение

Видовое разнообразие растительных сообществ Цимлянского массива включает аборигенные виды, устойчивые к зимним температурам и недостатку влаги. Основную массу в фитоценозах занимают виды из семейства Asteraceae, Fabaceae и Poaceae. Всего выявлено 183 вида растений из 41 семейства. Территория полного увлажнения характеризуются наличием 7 видов из 7 семейств, избыточного увлажнения – 19 видов из 10 семейств, достаточного и переменного увлажнения – 112 видов из 29 семейств, умеренного увлажнения – 78 видов из 17 семейств, недостаточного комплексного увлажнения – 25 видов из 12 семейств, комплексного увлажнения в сильной степени, недостаточного под песчаными буграми и умеренного в «колках» и размытых песках – 35 видов из 13 семейств. Прослежены особенности сезонной динамики структуры в сообществах с доминирующими видами семейства Poaceae. В фитоценозе, произрастающем на территории умеренного увлажнения, доминируют *Agropyron cristatum* L., *Agropyron elongatum* (Host) P. Beauv. Основная масса разнотравья здесь представлена видами *Artemisia campestris* L. и *Galium verum* L. В сообществе на территории достаточного и переменного увлажнения доминируют *Elytrigia repens* L. Nevski, *Agropyron elongatum* (Host) P. Beauv., *Agropyron cristatum* L.; основная масса разнотравья представлена видами *Artemisia campestris* L., *Artemisia vulgaris* L., *Artemisia arenaria* DC.

Опыты по подбору высокопродуктивных многолетних трав для улучшения деградированных пастбищ показали, что наиболее перспективной на песчаных субстратах является травосмесь с участием *Agropyron cristatum* L., *Artemisia arenaria* D.C., *Medicaga sativa* L. и урожайностью 228.6-246.7 г/м^2. Высокой урожайностью отличается также травосмесь с участием *Agropyron cristatum* L., *Agropyrom elangatum* Host. P.B., *Bromus inermis* Leyss. – 184.4 г/м^2. Наибольшую долю фитомассы в злаковых травосмесях занимает *Agropyron cristatum* L. – до 46.5-48.0%. В злаково-бобовых

[1] НСР05 – наименьшая существенная разность для 5-процентного уровня значимости.

сообществах наибольшую долю занимает *Medicaga sativa* L. – до 53.6-56.4%. В злаково-полынно-бобовых фитоценозах наибольшую долю занимает также *Medicaga sativa* L. – до 48.4%.

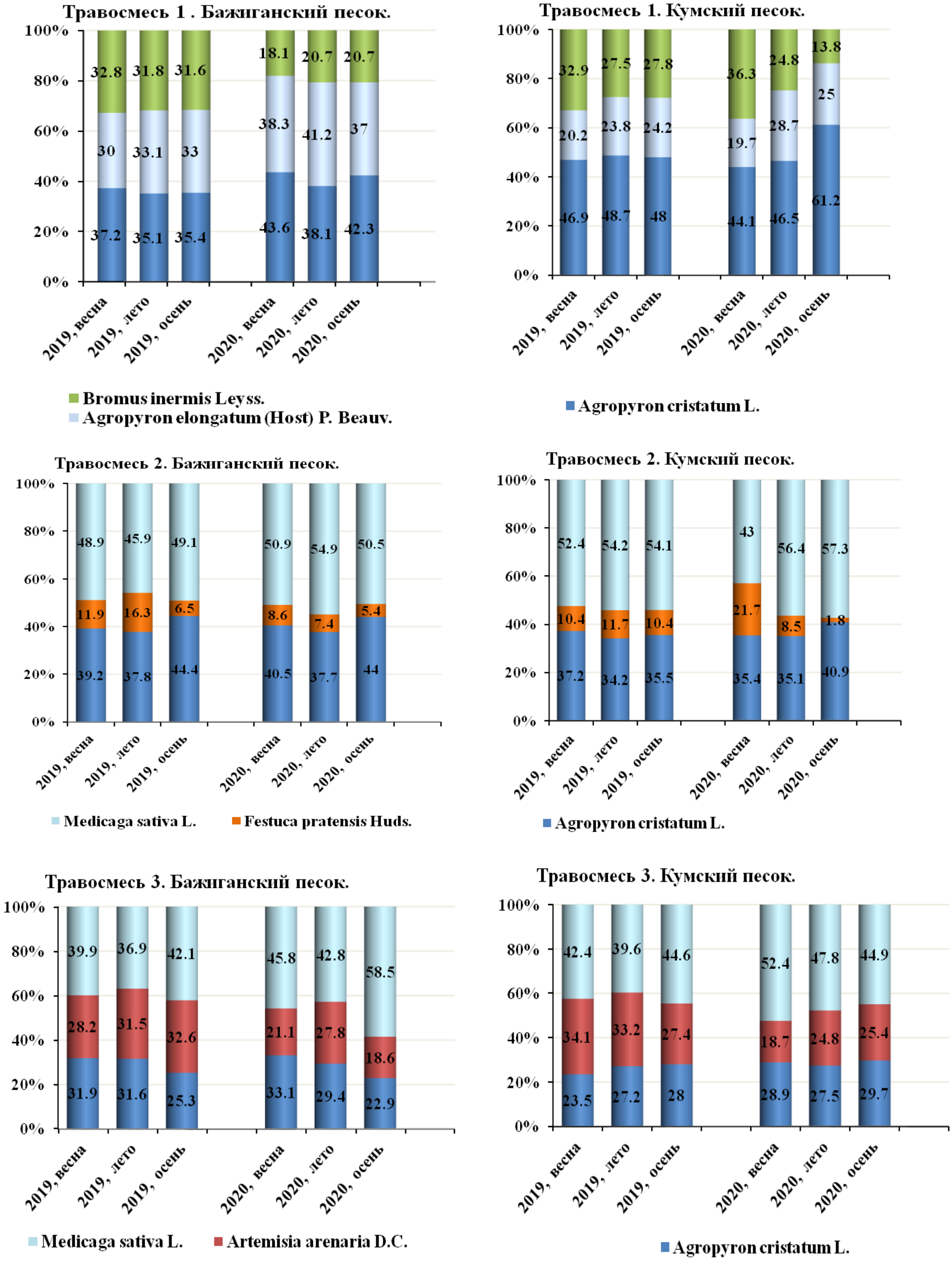

Рис. 3. Долевое участие видов (%) в искусственных поликомпонентных фитоценозах.

Таблица 4. Анализ динамики урожайности *Agropyron cristatum* L. в искусственных фитоценозах.

Вид	весна		лето		осень		среднее	
	г/м^2	± к контролю, г/м^2	г/м^2	± к контролю, г/м^2	г/м^2	± к контролю, г/м^2	г/м^2	± к контролю, г/м^2
Бажиганский песок, 2019								
A. cristatum L. (контроль)	18.6	–	34.0	–	30.0	–	27.5	–
A. cristatum L. в травосмеси 1	70.9	52.3	86.3	52.3	80.9	50.9	79.4	51.9
A. cristatum L. в травосмеси 2	71.5	52.9	90.8	56.8	90.0	60.0	84.1	56.6
A. cristatum L. в травосмеси 3	61.3	42.7	88.3	54.3	54.1	24.1	67.9	40.4
НСР05	2.9		3.9		3.4		3.3	
Бажиганский песок, 2020								
A. cristatum L. (контроль)	20.4	–	37.0	–	19.4	–	25.6	–
A. cristatum L. в травосмеси 1	48.5	28.1	88.2	51.2	89.0	69.6	75.2	49.6
A. cristatum L. в травосмеси 2	51.9	31.5	63.5	26.5	76.8	57.4	64.1	38.5
A. cristatum L. в травосмеси 3	42.1	21.7	44.1	7.1	26.9	7.5	37.7	12.1
НСР05	2.5		3.0		2.9		2.6	
Кумский песок, 2019								
A. cristatum L. (контроль)	19.7	–	35.8	–	27.5	–	27.7	–
A. cristatum L. в травосмеси 1	66.6	47.2	95.3	59.5	77.5	50.0	79.8	52.1
A. cristatum L. в травосмеси 2	54.9	35.2	61.5	25.7	65.8	38.3	60.7	33.0
A. cristatum L. в травосмеси 3	45.3	25.6	75.3	39.5	75.7	48.2	65.4	37.7
НСР05	2.5		3.5		3.2		3.0	
Кумский песок, 2020								
A. cristatum L. (контроль)	19.3	–	38.9	–	32.0	–	30.1	–
A. cristatum L. в травосмеси 1	48.0	28.7	88.9	50.0	94.5	62.5	77.1	47.0
A. cristatum L. в травосмеси 2	42.9	23.6	54.3	15.4	55.1	23.1	50.8	20.7
A. cristatum L. в травосмеси 3	48.2	28.9	63.3	24.4	69.1	37.1	60.2	30.1
НСР05	2.1		3.1		3.2		2.7	

Финансирование. Работа выполнена по теме НИР № АААА-А19-119042290014-5 «Теоретические основы управления водными ресурсами при лесоаграрном освоении засушливых территорий РФ на основе динамической модели водного баланса региона, математического моделирования процессов формирования и динамики грунтовых и поверхностных вод, оценки влияния изменения климата и антропогенных нагрузок на агроресурсный потенциал и лесорастительные условия».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Боткин Д.Б., Сакс Х., Араужо М.Б., Беттс Р., Брэдшоу Р.Х.У. 2007. Прогнозирование воздействия глобального потепления на биоразнообразие // Биология. № 57 (3). С. 227-236.

Власенко М.В. 2019. Видовое разнообразие и устойчивость фитоценозов песчаных пастбищ ростовской области // Аграрная Россия. № 3. С. 17-21.

Власенко М.В., Кулик А.К. 2017. Современное состояние степной растительности Придонских песчаных массивов // Аграрная Россия. № 9. С. 22-29.

Власенко М.В., Кулик А.К., Салугин А.Н. 2019а. Оценка экологического состояния и потерь продуктивности аридных пастбищных экосистем Сарпинской низменности // Аридные экосистемы. Т. 25. № 4 (81). С. 71-81. [*Vlasenko M.V., Kulik A.K., Salugin A.N.* 2019. Evaluation of the Ecological Status and Loss of Productivity of Arid Pasture Ecosystems of the Sarpa Lowland // Arid Ecosystems. Vol. 9. No. 4. P. 273-281.]

Власенко М.В., Кулик А.К., Турко С.Ю., Балкушкин Р.Н., Тютюма Н.В. 2019б. Эколого-фитоценотическая организация псаммофитовых сообществ Цимлянского песчаного массива // Юг России: экология, развитие. Т. 14. № 4. С. 35-45.

Власенко М.В., Турко С.Ю. 2015. Перспективы развития селекции и семеноводства многолетних кормовых лугопастбищных трав в аридных условиях Нижнего Поволжья // Вестник мясного скотоводства. № 3 (91). С. 119-125.

Гаель А.Г., Смирнова Л.Ф. 1999. Пески и песчаные почвы. М.: ГЕОС. 252 с.

Демина О.Н. 2011. Эколого-биоморфологический анализ степной ценофлоры бассейна Дона // Юг России: экология, развитие. № 1. С. 31-40.

Кулик К.Н., Петров В.И., Рулев А.С., Кошелева О.Ю. 2018б. К 30-летию «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ» // Аридные экосистемы. Т. 24. № 1 (74). С. 5-12. [*Kulik K.N., Petrov V.I., Rulev A.S., Kosheleva O.Yu., Shinkarenko S.S.* 2018. On the 30th Anniversary of the "General Plan to Combat Desertification of Black Lands and Kizlyar Pastures" // Arid Ecosystems. Vol. 8. No. 1. P. 1-6.]

Кулик К.Н., Пугачева А.М. 2016. Структура растительных сообществ залежи в системе защитных лесных насаждений в засушливых степях // Аридные экосистемы. № 6 (1). С. 63-69. [*Kulik K.N., Pugacheva A.M.* 2016. The Structure of Plant Communities of Fallow Land in the System of Protective Forest Plantations in Dry Steppes // Arid Ecosystems. Vol. 6. No. 1. P. 63-69.]

Кулик К.Н., Рулев А.С., Сажин А.Н. 2018а. Глобальные дефляционные процессы в степных экосистемах // Метеорология и гидрология. № 9. С. 72-80. [*Kulik K.N., Rulev A.S., Sazhin A.N.* 2018. Global Processes of Deflation in Steppe Ecosystems // Russian Meteorology and Hydrology. Vol. 43. No. 9. P. 607-612.]

Пугачева А.М. 2020. Климатические колебания в засушливых степях и их роль в процессе демутации // Аридные экосистемы. № 10 (3). С. 181-187. [*Pugacheva A.M.* 2020. Climatic Fluctuations in Dry Steppes and Their Role in the Demutation Process // Arid Ecosystems. Vol. 10. No. 3. P. 181-187.]

Радочинская Л.П., Кладиев А.К., Рыбашлыкова П.Л. 2019. Производственный потенциал восстановленных пастбищ Северо-Западного Каспия // Аридные экосистемы. Т. 25. № 1 (78). С. 61-68. [*Radochinskaya L.P., Kladiev A.K., Rybashlykova L.P.* 2019. Production Potential of Restored Pastures of the Northwestern Caspian // Arid Ecosystems. Vol. 9. No. 1. P. 51-58.]

Рулев А.С., Пугачева А.М. 2019. Развитие растениеводства на региональном уровне (на примере Волгоградской области) // Исследования по экономическому развитию России. № 30 (5). С. 557-562.

Сажин А.Н., Кулик К.Н., Васильев Ю.И. 2017. Погода и климат Волгоградской области. Волгоград: ВНИАЛМИ. 306 с.

Сенатор С.А., Васюков В.М., Зибзеев Е.Г. 2018. Материалы по флоре Волгоградской области // Фиторазнообразие Восточной Европы. № 12 (4). С. 23-43.

Султангазина Г.З., Шарипова Г.К. 2019. *Cyperaceae* во флоре природного парка «Бурабай» // Вестник Карагандинского университета. № 2 (94). С. 170-176.

Трубакова К.Ю., Турко С.Ю. 2020. Конструирование пастбищных мелиоративно-кормовых насаждений в засушливых условиях Нижнего Поволжья // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. № 3 (60). С. 125-132.

Турко С.Ю., Трубакова К.Ю. 2020. Интенсивность образования травостоя на имитационных моделях пастбищ для разных сезонов использования // Аграрный вестник Урала. № 11 (202). С. 37-44.

Турко С.Ю., Власенко М.В., Петров В.И. 2016. Имитационное моделирование функционирования системы «пастбище - животные» // Вестник Нижневолжского агроуниверситета: наука и высшее профессиональное образование. № 3 (43). С. 101-108.

Чибилев А.А. 2019. Современное состояние и проблемы модернизации природно-экологического каркаса регионов степной зоны Европейской России // Юг России: экология, развитие. № 141 (50). С. 117-125.

Al-Robai S.A., Mohamed H.A., Howladar S.M., Ahmed A.A. 2017. Vegetation structure and species diversity of Wadi Turbah Zahran, Albaha area, southwestern Saudi Arabia // Annals of Agricultural Sciences. No. 62 (1). P. 61-69.

Bengtsson J., Bullock J.M., Egoh B., Everson C., Everson T., O'Connor T., O'Farrell P.J., Smith H.G., Lindborg R. 2019. Grasslands – more important for ecosystem services than you might think // Ecosphere. No. 10 (2). P. e02582.

Briske D.D., Coppock D.L., Illius A.W., Fuhlendorf S.D. 2020 Strategies for global rangeland stewardship: Assessment through the lens of the equilibrium–non-equilibrium debate // Journal of Applied Ecology. No. 57 (6). P. 1056-1067.

Mabrouk L., Jribi I. 2020. Spatial patterns and floristic composition of plant communities in uninhabited islets: the case of Kaboudia (Chebba, Eastern Tunisia) // Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology. No. 155. P. 1012-1018.

Médail F. 2017. The specific vulnerability of plant biodiversity and vegetation on Mediterranean islands in the face of global change // Regional Environmental Change. No. 17. P. 1775-1790.

Schellenberg J., Bergmeier E. 2020. Heathland plant species composition and vegetation structures reflect soil-related paths of development and site history // Applied Vegetation Science. No. 23 (3). P. 386-405.