

УДК 581.5:631.6

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
В СОВРЕМЕННЫХ ОЧАГАХ ДЕФЛЯЦИИ НА ПАСТБИЩАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ**

© 2020 г. А.С. Манаенков, Л.П. Рыбашлыкова

*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения РАН*

Россия, 400062, г. Волгоград, Университетский просп., д. 97. E-mail: ludda4ka@mail.ru

Поступила в редакцию 16.07.2019. После доработки 12.12.2019. Принята к публикации 01.06.2020

Смена режима использования кормовых угодий на Черных землях и Кизлярских пастбищах Прикаспия во второй половине XX века с зимнего на круглогодичный, перегрузка их скотом и распашка под кормовые культуры привели к деградации природных экосистем, вспышке дефляции легких почв и образованию крупных (площадью в сотни и тысячи гектаров) очагов мелкобарханных песков. Разработка новых технологий и выполнение крупномасштабных работ по их фитомелиорации в 70-90-е годы позволили восстановить растительный покров на площади свыше 400 тыс. га и остановить лавинообразное опустынивание земель. Однако продуктивность и кормовые достоинства вторичных фитоценозов получили большие различия. В статье раскрыты морфо-экологическая специфика развития и водно-физические свойства почвогрунта современных очагов дефляции. Рассмотрены технологии их кустарниковой и комплексной фитомелиорации. По материалам многолетнего мониторинга сукцессий определены особенности формирования, биологическое разнообразие, продуктивность и устойчивость вторичного растительного покрова. Выявлено преимущество комплексной фитомелиорации, включающей использование древесных, полукустарниковых и травянистых растений. Установлено, что созданные регенеративно-кормовые экосистемы в первые 5-10 лет продуцируют 2.0-5.0 т/га сена и развиваются по кустарниково-разнотравному типу. В последующие десятилетия их флористический состав расширяется до 30-50 видов, а продуктивность снижается до 1.0-2.0 т/га, но зависит от суммы атмосферных осадков меньше, чем на целинных участках. В составе 20-30-летних фитоценозов преобладают кормовые (до 55%) и лекарственные (до 12%) виды растений. Высоким ценозообразующим потенциалом и устойчивостью обладает терескен серый. Пастбища с его участием отличаются стабильностью запаса подножного корма по составу и годам наблюдения. Вместе с тем коренные виды ценных пастбищных растений (прутняк распростертый, полынь белая, многолетние злаки) медленно проникают в покров «потухших» очагов дефляции. Имеется необходимость совершенствования приемов их первичной фитомелиорации и реконструкции малоценного растительного покрова на закрепленных песках.

Основу мероприятий по улучшению технологий первичной фитомелиорации современных очагов дефляции должно составлять расширение ассортимента и совместное использование ценных кормовых полукустарников и многолетних псаммофильных трав, эффективная защита от переноса песка локальных регенеративно-кормовых фитоценозов, создание теневого древесного яруса, а в последующие годы организация умеренного стравливания вторичного покрова и стимулирование распространения коренных видов пастбищных растений.

Ключевые слова: Черные земли, пастбища, крупные очаги дефляции, морфология и фитоэкологические условия, технологии фитомелиорации, сукцессии, эффективность.

DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10126

Природные кормовые угодья являются основной ресурсной базой развития экономики и существования сельского населения многих регионов аридного пояса земного шара. Профилактика их деградации, восстановления и повышения продуктивности неизменно остается одной из наиболее актуальных природоохранно-хозяйственных проблем этих регионов (Djanibekov et al., 2012; Nkonya et al., 2016.)

Так, уникальная по природно-географическим условиям пастбищная территория российского Прикаспия на протяжении ста лет (в последней четверти XIX и XX вв.) пережила две вспышки антропогенного опустынивания, существенно изменивших строение поверхностных отложений, структуру, производительность и устойчивость пастбищных экосистем.

Причина последней вспышки опустынивания. В XX столетии наиболее драматические события происходили на территории Черных земель. Это высоко обеспеченная теплом (сумма эффективных температур – 3400-3800°C) полупустыня с нормой осадков 220-250 мм/год, испаряемостью свыше 850-1100 мм/год и весьма малоснежной зимой (Агроклиматические ресурсы ..., 1974). Смена режима использования пастбищ – с отгонного (зимнего) на круглогодичный выпас и бесконтрольный рост поголовья скота привела к быстрому повсеместному истощению растительного покрова и необходимости массовой распашки земель под полевые культуры для покрытия ими дефицита подножного корма. Критически снизились устойчивость и регенеративная способность пастбищных экосистем, усилилось негативное влияние засух и ветрового режима. В конце столетия на Черных землях и соседних регионах Прикаспия более 80% пастбищ были сбиты, 36% подвержены ветровой эрозии, 12% покрыты непоедаемыми травами. Обеспеченность скота подножным кормом снизилась до 20-45%. Резко сократилось его поголовье. Животноводство приобрело оазисный характер (Зволинский, Смирнов, 2000; Кулик и др., 2007; Вдовенко, 2016).

Особенностью последней вспышки явилось массовое формирование и стремительное (4-8% в год) расширение крупных (50-10000 га) очагов дефляции в местах распашки и вовлечение в эоловую трансформацию целинных земель с легкими зональными почвами; масштабное семенное опустынивание пастбищных массивов из-за уничтожения многолетней растительности; неспособность к естественному зарастанию крупных очагов дефляции вследствие комплекса неблагоприятных факторов. Вследствие развития преимущественно плоскостной дефляции, средние темпы опустынивания земель достигали 40-50 тыс. га/год. Площадь природных кормовых угодий сокращалась на 2-5%, а их продуктивность – 1-1.5% в год. В эпицентре опустынивания – на Черных землях Калмыкии – прирост сильно дефлированных земель в 1977-1987 гг. достигал 4-8%, а их суммарная площадь в 1984 г. составила 0.7 млн. га (Кулик, Петров, 1999; Кулик, 2004).

Как и следовало ожидать, фитомелиоративная инфраструктура, включая научное обеспечение, оказались не готовы к такому развитию событий. Было упущено время, когда сохранялась возможность для быстрого подавления развития ветровой эрозии. Она приобрела форму почвенного пожара, тушение которого много лет осуществлялось всеми доступными приемами, невзирая на их эффективность. Научно обоснованный характер эти работы стали носить только в конце 80-х – начале 90-х годов, что позволило опередить темпы опустынивания и в основном ликвидировать антропогенную пустыню. В течение 80-90-х годов в общей сложности было закреплено свыше 400 тыс. га подвижных песков. В результате этого сформировались и частично (около 250 тыс. га) были переданы в эксплуатацию восстановленные пастбища в первые годы функционирования с большой разницей в качестве растительного покрова (Кулик и др., 2007, 2018).

В последние десятилетия в связи с восстановлением поголовья и неурегулированным выпасом животных в ряде районов Черных земель быстро увеличивается площадь открытых песков и обозначились контуры новой вспышки опустынивания пастбищ, что делает актуальным изучение и развитие накопленного опыта противодействия разрушительным процессам средствами фитомелиорации.

Цель исследования – изучить фитоэкологический потенциал современных очагов дефляции, влияние способа и срока давности фитомелиоративных работ на видовой состав и урожайность растительного покрова восстановленных пастбищ, усовершенствовать технологии фитомелиоративных работ.

Материалы и методы

Исследования выполнялись в 80-е годы (Манаенков, 1993, 2018; Радочинская и др., 2019) минувшего и 10-е годы текущего столетия с использованием общепринятых и оригинальных методик почвенных, геоботанических и агролесомелиоративных исследований (Исследования структуры ..., 1973; Методика системных исследований ..., 1985). Изучение растительного покрова осуществляли при геоботанических обследованиях (Общесоюзная инструкция ..., 1984). Оценка состояния древесно-кустарникового яруса проводилась на основе таксационно-морфологической оценки в полевых условиях, где отмечались средняя высота, диаметр, характер сохранности пород, процент

цветущих и плодоносящих особей (Агролесомелиорация, 2006).

Описание травянистой растительности включало: определение видовой принадлежности, возрастные особенности (ювенильные, генеративные, сенильные особи), степень проективного покрытия, название фитоценоза, особенности почвенного покрова (Braun-Blanquet, 1964). Латинские названия растений приведены по работе С.К. Черепанова (Черепанов, 2007).

Морфоэкология очагов дефляции. Установлено, что молодые (15-30 лет) крупные очаги представляют собой неглубокие (до 0.5 м) дефляционные котловины (ДК), окруженные песчаными шлейфами, отложенными на слабозеродированной или полнопрофильной почве. В восточной, наиболее глубокой части ДК формируется широкая (до 1 км) деструктивная эколого-морфологическая область (ДО) с такырообразной поверхностью, сложенной останцами иллювиально-карбонатного горизонта бурой пустынно-степной почвы. В западной – обширная деструктивно-аккумулятивная область (ДАО) в виде невысоких (0.3-1.0 м), редких (расположенных через 10-100 м) и очень подвижных барханных цепей. Далее она сменяется аккумулятивной областью (АО) – длинными шлейфами песка, выдутого из ДК.

С востока на запад (и отчасти от продольной оси к северу и югу) возраст и глубина ДК, объем подвижного песка барханов, мощность промоченного атмосферными осадками и освобожденного от водно-растворимых солей (ионов 0.1-0.4%) подстилающих слоистых, преимущественно супесчано-суглинистых отложений быстро уменьшаются (соответственно, с 30-15 – до 1 года, с 0.5 до 0.1 м – 3-4 до 1.0-0.5 тыс./га, с 1.5-3 – до 1.0-0.5 м). Почвенный иллювий (0.3-0.6 м) содержит карбонаты (7-14%) и гипс (0.03-0.07%). При высыхании он твердеет (до 15-40 кг/см²) и сдерживает развитие эрозии вглубь. Песок барханов освобожден от солей, содержит до 7-9% глины. К началу-концу июня из-за интенсивного переувлажнения он полностью иссушается. Положительное влияние золотых отложений на водный режим в основном заключается в мульчировании подстилающей поверхности, улучшении условий инфильтрации атмосферной влаги и определяется массой подвижного песка. Грунтовые воды из-за их высокой (30-40 г/л) минерализации и наличия экранирующих слоев грунта (сухих, засоленных) недоступны.

Наиболее весомый вклад в фитоэкологическую неоднородность молодых очагов дефляции вносят различия в глубине промачивания материнских отложений и запасах почвенно-грунтовой влаги, определяющих продолжительность дополнительного питания и продуктивного долголетия вторичного растительного покрова. В меньшей мере она проявляется в ДО (на участках распашки почвы), где мало отличаются период пребывания поверхности в обнаженном состоянии и водный режим почвогрунта. Но и здесь из-за развитого микрорельефа глубина промоченного слоя отложений колеблется от 0.6-1.5 м на приподнятых и ровных участках до 5 м и более в потускулах с запасом доступной растениям влаги 100-150 мм/м. Однако в теплый период наиболее засушливых и ветреных лет верхняя метровая толща этого слоя может сильно иссушаться.

Влагосодержание в непереветренных отложениях ДАО зависит не только от возраста и микрорельефа ДК, но и от степени покрытия ее песком, подвижности барханных цепей. Оно также небольшое (100-300 мм в промоченном слое), существенно изменяется по территории, но меньше, чем в ДО по сезонам года.

При слиянии соседних очагов в ДК возникает еще более сложная мозаика фитоэкологических условий, и, в целом, они наиболее благоприятны для произрастания многолетних трав и полукустарников, в меньшей мере – ксеро-мезофитных кустарников. Локально – в относительно крупных замкнутых понижениях с большой мощностью промоченного слоя – 2-3 десятилетия и дольше могут расти небольшие группы и отдельные деревья засухоустойчивых пород.

Освоению растительностью ДО препятствует ненасыщенный ветропесчаный поток. Он перемещается с большой скоростью, вызывает разрушение на глубину 2-3 см в год и вынос почвы, семян, выдувание, засекание и засыпание всходов и саженцев. В ДАО поселению растительности, кроме этого, препятствует активное перемещение барханов, большая динамичность их поверхности и площади обнажений подстилающей породы.

Технологии фитомелиоративных работ. В 70-е годы и первой половине 80-х лет XX столетия основным способом закрепления мелкобарханных песков на Черных землях была лесная мелиорация – сплошная или кулисная глубокая (на 50-70 см) рядовая посадка крупных (1.5-2.0 м) сеянцев (1.5-2.0 тыс./га) джужгуна (*Calligonum aphyllum*), саксаула (*Haloxylon aphyllum*) и тамарикса (*Tamarix ramosissima*) специальными машинами в агрегате с гусеничными тракторами без дифференциации

очагов дефляции на эколого-морфологические области. А также с выделением и освоением ДО – путем посадки стандартных семян тамарикса, посадки и посева терескена (*Krascheninnikovia ceratoides*) по узким лентам безотвальной плантажной вспашки (Петров и др., 1979; Петров, 2003).

Результативность этих работ широко варьировала по территории и годам их выполнения. Жизнеспособные насаждения из крупномерных саженцев кустарников успешно формируются и существуют десятки лет на относительно мощных песках (средняя высота барханов – более 1 м), подстилаемых преимущественно легкими супесчано-песчаными материнскими отложениями, в большей мере характерными для юго-восточной части Черных земель.

На мелких песках ДАО и в ДО, особенно в засушливые и ветреные годы, саженцы и семена сильно страдают от засекания песком. Во второй половине I-II вегетации культуры сильно изреживаются, прижившиеся растения не образуют кустообразных крон и не выполняют пескоукрепительную функцию (Манаенков, 1984). Повышение шероховатости поверхности обнажений подстилающей породы обработкой почвы стимулирует появление всходов пионеро-однолетников: *Agriophyllum arenarium*, *Salsolla ruthenica*, *Corispermum hyssopifolium*. Однако они, отмирая, нередко уходят, истощив запас почвенной влаги и песок вновь начинает двигаться.

Оказалась более эффективной и в разных вариациях применялась в последующие годы (примерно до середины 90-х годов) дифференцированная технология фитомелиорации крупных очагов дефляции, основанная на создании регенеративных культурценозов с использованием кормовых растений, защите их от засекания и засыпания песком. Ее особенность заключается в следующем.

Работы в ДО начинают с повышения шероховатости ее поверхности как средства предупреждения выноса семян и засекания растений песком. В ранневесенний период по всей ширине ДО с севера на юг через 6-8 м плантажным плугом (ППУ-50А, ППН-50) нарезают систему параллельных борозд-валов. Между ними в необработанную почву высаживают по одному ряду семян терескена и производят полосные (шириной 2-3 м) посева семян кормовых растений (*Kochia*, *Artemisia*, *Agropyrum* и др.). Посевные полосы размещают через 30-50 м равномерно от восточной до западной границы области. При необходимости, посадку семян терескена заменяют ленточными (шириной 1-2 м) посевами семян полукустарника. Участок оставляют под зарастание на 3-4 года.

В ДАО с небольшим запасом подвижного песка осенью того же или следующего года (в период компактного размещения цепей барханов) закладывают противозерозионные кулисы из овса песчаного (*Avena strigosa*) и кияка (*Leymus ramosus*). Кулисами занимают 15-30% ее площади. Для этого на обнажениях эродированной почвы между цепями барханов параллельно их основному направлению нарезают ленты из 3-5 (через 2.5-3.0 м) неглубоких (15-20 см) плужных борозд. Ленты размещают по возможности равномерно по территории ДАО через 20-100 м и до заполнения их песком засевают семенами кияка (нормой около 3 кг/га). Через 1-2 года в осенне-зимний или ранневесенний период между задержавшимися песком кулисами псаммофита (невысокими песчаными валами с «гривой» из кияка) равномерно по площади посадкой семян и (или) посевом семян без дополнительной защиты создают очаги обсеменения из ценных кормовых растений. С целью повышения производительности работ высев семян между бороздами-валами в ДО и между кулисами кияка в ДАО можно производить в разброс с одновременной заделкой их в почву легкими орудиями, например, игольчатой бороной или кольчато-шпоровым катком. Устойчивый к выпасу растительный покров в ДАО формируется в течение 4-5 лет.

При закладке противозерозионных кулис песчаного овса в 1988-1989 гг. был испытан и на площади около 8 тыс. га успешно применен аэросев семян псаммофита по лентам свежих плужных борозд. Режим аэросева (самолет АН-2, высевное устройство РТШ-1):

- высота полета 8-10 м;
- скорость полета 150-160 км/ч;
- ширина засеваемой полосы 20-30 м;
- масса семян при одной заправке 130 кг;
- секундный расход 308-924 г;
- фактическая производительность с учетом издержек времени на эксперименты – около 100 плотных га/ч (в производственных условиях она может быть увеличена в 2-4 раза и более).

При его использовании величина материальных и финансовых затрат сокращается в 4.5-8.0 раз.

АО оставляют под самозарастание, в расчете на ее обсеменение от культурценозов, созданных в ДК и прилегающей целины.

Видовой состав и продуктивность культурценозов. Молодой растительный покров в очагах дефляции, созданный с использованием дифференцированной технологии, имеет высокую производительность вегетативных и регенеративных органов, активно обсеменяет занятую и прилегающую территорию. Это обусловлено как наличием многолетнего запаса почвенной влаги, так и увеличением приходной части водного баланса за счет прекращения выноса снега и перевеивания песка.

Так, в ДО уже со второго года урожай надземной массы терескеново-прутняково-злакового фитоценоза в пересчете на сено достигает 2-5 т/га и более (табл. 1). По урожайности семян преимущество имеет посадка семян, – кормовой массы и ее качеству – посева терескена (табл. 2). На площадях, где работы ограничивались только посадкой терескена под защитой борозд-валов, в междурядьях формируются насаждения из самосева полукустарника. На 2-3 год средняя высота самосева достигает 60-70 см с сухой массой веточного корма – 1.0-1.5 т/ га.

Таблица 1. Развитие мелиоративно-кормовых насаждений в деструктивной области, созданных по новой технологии весной 1985 г. в урочище «Молодежный».

Породный состав	Количество растений, тыс./га	Высота, см	Диаметр кроны, см	Сухая надземная масса, т/га
1985 г.*				
Терескен (посадка МЛУ-1) +	1.3	49.4±1.4	47.3±1.2	0.21
Прутняк	1.3	10-15	2-3	Не определено
Житняк ситниковый (посев под борону)	33	5-7	5-10	Не определено
1987 г.*				
Терескен +	1.3	107.2±1.7	105±1.9	1.8
2-летний самосев терескена +	30-40	71.3±2.3	54.1±1.8	1.2
Прутняк +	2.0	21.1±1.2	28.2±1.3	0.7
Житняк	15	84.5±1.1	38.3±1.4	–
Всего	–	–	–	3.7
1988 г.**				
Терескен +	1.3	112.4±2.2	126.0±3.7	2.4
3-летний самосев терескена +	60-70	Не определено	Не определено	1.3
Прутняк +	2.0	65.4±1.3	71.2±1.8	1.7
Житняк	15	110.6±1.8	51.4±1.7	–
Всего	–	–	–	5.4

Примечания к таблице 1: * – показатели определены для прутняка и житняка – в середине июня, для терескена – в конце августа, ** – показатели определены в начале июля.

В ДАО киячно-терескеновые фитоценозы также быстро развиваются и отличаются исключительно высокой производительностью (табл. 3). Уже в 2-летнем возрасте они могут быть использованы как богатые кормовые угодья, очаги естественного обсеменения и семенные плантации.

Для упрощения и ускорения работ по ликвидации очагов дефляции двухэтапная схема фитомелиорации ДАО нередко заменялась только посевом кияка после нарезки борозд на ее территории через 10-15 м. В этом случае формируются чистые киячники с большой массой грубого травостоя. Они быстро закрепляют песок, истощают запас почвенной влаги, резко снижают производительность и образуют малоценные кормовые угодья.

По мере снижения активности ветровой эрозии в ДК ускоряется процесс зарастания песчаных шлейфов (АО). Он протекает в основном за счет трав и зависит от видового состава растительности

прилегающей степи.

В целом, чрезмерно уплотненные фитоценозы в ДК, интенсивно десугируя, быстро ухудшают водный режим почвогрунта и постепенно деградируют. Уже весной 3-4 года на глубине 50-70 см под ними обнаруживается сухой слой – не промоченный осадками холодного периода. Создаются условия для смены терескеновых ассоциаций на злаково-разнотравные ценозы с большим участием малопоедаемых видов, а их фитомасса приходит в строгое соответствие с количеством и ритмикой выпадения атмосферных осадков текущего периода.

Таблица 2. Показатели роста терескена серого в деструктивной эколого-морфологической области под защитой борозд-валов в урочище «Молодежный».

Способ создания	Сентябрь, 1985 г.		Сентябрь, 1987 г.		
	Высота, см	Диаметр кроны, см	Высота, см	Диаметр кроны, см	Воздушно-сухая масса, т/га
Посадка сеянцев МЛУ-1	49.4±1.4	47.3±1.2	107.2±1.7	105.0±1.9	1.8
Посев под зубовую борону (ширина посевной кулисы 2.5 м)	8.2±0.4	10.8±0.6	92.0±1.6	94.8±2.7	4.75

Таблица 3. Приживаемость и развитие фитоценозов очагов облесения в барханной области очага опустынивания в урочище «Приканальное».

Видовой состав	Период и способ закладки	Время определения	Приживаемость (сохранность), %	Биометрические показатели				
				Средняя высота растений, см	Средний диаметр кроны растений, см	Воздушно-сухая надземная масса, т/га		
						побеги	семена	общая
1987 г.								
Кияк + Терескен	X. 1986 г., посевом семян (3 кг/га) по лентам борозд	Июнь	50-60	50-70	–	н/о*	–	н/о
		Сентябрь	80	70-100	–	5.6	–	0.56
	III. 1987 г., посадкой сеянцев (3x1 м)	Июнь	90	–	–	–	–	–
		Сентябрь	85	47.4±1	34.3±2.1	1.8	н/о	0.18
1988 г.								
Кияк	Те же	Июнь	77	111.1±1.9	–	57.5	9.1	6.66
Терескен	Те же	Июнь	81	87.7±1.2	99.9±1.6	29.4	–	2.94
		Сентябрь	81	111.2±1.9	124.1±1.8	30.3	23.4	5.37
Терескен	III. 1988 г., посадкой под защитой кияка	Июнь	95	45.2±1.4	39.7±1	4.1	–	0.41
		Сентябрь	95	86.2±1.5	102.5±2.7	22.7	13.4	3.61

Примечания к таблице 3: н/о* – не определено.

Большую зооэкологическую роль на пастбищах аридной зоны играют древесные «зонты», обеспечивающие укрытие животных от солнцепека. Имеющийся опыт свидетельствует (Манаенков 2018) о возможности создания в крупных (100 м² и более) замкнутых понижениях ДК разреженного древесного яруса из засухоустойчивых пород деревьев и крупных кустарников путем посадки саженцев высотой 1.5-2.0 м в шурфы глубиной 0.5-0.7 м. Посадку проводят вскоре после прекращения интенсивного переноса песка в ранневесенний период, обеспечивая беспрепятственный доступ к посадочным местам поверхностного стока влаги.

Особенности сукцессии в мелиорированных очагах дефляции. Эволюция растительного покрова в

закрепленных культурценозами («потухших») очагах дефляции в последующие годы определяется в основном режимом их пастбищного использования.

Так, на охраняемой территории государственного природного биосферного заповедника «Черные земли» через 25-30 лет в ДО терескеновый с участием эбелека (*Ceratocarpus arenarius*) покров оказался полностью замещен ковыльно-мятликовой ассоциацией с небольшой примесью бодяка (*Cirsium arvense*), тысячелистника и других малоценных трав. В конце мая 2017 г. проективное покрытие (ПП) травостоя составляло 80-100%, высота ковыля – 0.8-1.0 м, мятлика – 0.25-0.30 м, урожай в пересчете на сено – более 1.5 т/га. На прилегающей к очагу дефляции территории сплошной эбелековый покров также полностью заместился более разнообразным, но менее производительным злаково-разнотравным травостоем. Однако, несмотря на длительный срок реабилитации, коренная растительность: полынь белая, прутняк, ценные злаки (житняк, пырей, полевичка), – практически отсутствовала.

В ДАО песчаные валы, образованные противодефляционными кулисами кияка, стали ниже (до 1.5 м) и шире. Кияк с валов ушел. Фоновая растительность слаборазвитая – мятлик, костер, бурачек (отмершие), гулявник, редко полынь песчаная, на склонах – бодяк. ПП – 50-70%, высота – 10-50 см. Между валами до сих пор формируются явно более комфортные условия. Почвогрунт промочен до 1 м и более. Травостой выше (0.2-1.0 м), гуще (ПП – 80-90%) и разнообразнее: ковыль (преобладает), кияк, бодяк, тысячелистник, качим, полынок, мятлик, вьюнок и другие с редкими куртинками самосеянного терескена высотой 0.9-1.0 м и диаметром кроны 0.6-1.0 м. Урожайность – 1.2-1.5 т/га сухой массы. Ценные кормовые растения отсутствуют. С места посадки терескен также ушел. Джугун сохранился в виде редких отдельных слаборазвитых кустов.

Таким образом, при отсутствии выпаса скота и очень низком поголовье сайгаков сукцессия растительного покрова на опустыненных землях, как охваченных, так и неохваченных мелиорацией кустарником и кияком, консервируется на длительный период на злаково-сорноразнотравной стадии.

На сопредельной территории, где в напочвенном покрове господствовал эбелек или мятлик с небольшими куртинами ковыля и полыни в понижениях, при умеренном выпасе произошло восстановление белополюнных, белополюнно-ковыльных, а местами и белополюнно-разнотравно-злаковых пастбищных экосистем с участием полевички, свинороя, пырея и других ценных кормовых злаков. Появились разрозненные куртины прутняка.

Спустя десятилетия в «потухших» очагах дефляции, мелиорированных с использованием разных приемов, растительный покров приобрел в большой степени сходные черты. При использовании в период закрепления песков кустарника, полукустарника и кияка сформировались многоярусные экосистемы. По данным Калмыцкой научно-исследовательской лесомелиоративной опытной станции Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации (с 2013 г. – Агролесомелиоративная опытная станция Федерального научного центра агроэкологии РАН), их видовой состав развивается по ковыльно-разнотравному типу, в основном стабилизируется к 10-15 годам и насчитывает около 30 видов. К 20-30 годам он пополняется еще 10-20 видами, и представляет 12-18 семейств. Это в 1.5-2.0 раза больше чем на прилегающих целинных пастбищах (Федорова, 2011; Радочинская, 2017).

Из злаковых растений в фитоценозах чаще всего присутствуют ковыль (тырса и Лессинга), полевичка малая, овес песчаный, мятлик луковичный, пырей (средний и ползучий); из астровых – полыни Лерха, сантонинная и Черняева, василек раскидистый, тысячелистник мелкоцветковый, жабник полевой; из капустных – гулявники Лозеля и высокий, качим метельчатый. Эти растения оказывают сильную конкуренцию за влагу коренным видам растений. В основном этим и кормовым предпочтением животных (избирательным стравливанием), можно объяснить медленное заселение «потухших» очагов полынью, прутняком и многолетними злаками. Так, на хорошо закрепленных джугуном песках с неплотным эфемерово-разнотравным покровом устойчивые белополюнные ассоциации формируются спустя 20-30 лет и более, а прутняково-житняковые встречаются крайне редко. Исключение составляет аккумулятивная (шлейфовая) область, где белополюнники и житняки формируются раньше.

По сезонам, годам и, отчасти, территории региона видовой состав покрова ДК, закрепленных 20-30 лет назад, испытывает значительные колебания. Но в целом преобладают кормовые виды – 53-63%, доля лекарственных – 6-10%, рудеральных и ядовитых 8-15% и 3-9%, других видов – от 9 до 22%. Такое соотношение экологических групп свидетельствует об уязвимости молодых экосистем,

сильном воздействии на них пастбищной нагрузки, степных пожаров, нестабильности гидротермических условий.

Наиболее устойчивый растительный покров в «потухших» очагах дефляции на легких зональных почвах формируется при широком использовании терескена в период их фитомелиорации. Благодаря непрерывному расселению и миграции полукустарника на сбитые участки восстановленных пастбищ в процессе их эксплуатации в ДО и между песчаными валами – остановившимися барханами в ДАО – происходит трансформация покрова в полукустарниково-злаково-разнотравный с количеством кустов терескена 5-10 тыс./га (фото 1). Он образует хорошо видимый ярус высотой 30-50 см – в конце весны, 60-70 см и более – в конце лета и осенью, погруженный в травянистую растительность. Учет урожайности показал, что терескеново-злаково-разнотравные пастбища легче восстанавливаются и продуцируют более стабильные по сезонам и годам запасы поедаемой фитомассы, чем прилегающие к очагам уголья. В 2013-2016 гг. продуктивность терескенового яруса составляла 0.8-1.0 т/га, травостоя – 0.6-0.7 т/га. Продуктивность окружающих целинных пастбищах изменялась от 0.4 т/га в 2014 г. до 1.3 т/га в 2016 г. Среди терескена 79% воздушно-сухой фитомассы трав приходится на злаки (ковыль, полевица, мортук, костер, овсяница и др.), остальная часть на разнотравье (сурепка, жабник, липучка, бурачок и др.). В окружающей степи доля злаков в урожае сена в два раза меньше (37%), разнотравья – в три раза больше.



Фото 1. Терескеново-мятликово-разнотравный покров в июне 2016 г. в 30-летнем «потухшем» очаге дефляции, урочище «Молодежный», Черные земли.

На отдельных участках ДО и ДАО, где ослаблена или отсутствует конкуренция самосева терескена, буйное развитие получают разнотравно-злаковые и разнотравно-полыньковые ассоциации (фото 2). Во влажные годы высота травостоя достигает 30-60 см, а его продуктивность – 1.5-2.0 т/га.

В «потухших» 10-30-летних очагах, где кустарниковый (полукустарниковый) ярус отсутствовал или утерян, сформировались ковыльно-эфемеровые пастбища с большой амплитудой запаса подножного корма как в течение года, так и по годам. В результате перевыпаса на них легко возникают новые участки подвижных песков.

Наиболее устойчивый и тенистый древесный ярус в понижениях ДО и ДАО образует вяз приземистый. В лучших условиях в 25-30-летнем возрасте высота деревьев достигает 9 м, диаметр стволов на высоте груди – 30-40 см. Они имеют густую крону, обеспечивают комфортные условия для отдыха животных, охотно заселяются орнитофауной. Большой вред древостою наносят травяные пожары. Однако вяз нередко возобновляется порослевым путем.

Выводы

Современные крупные очаги дефляции легких почв на пастбищах Северо-Западного Прикаспия являются специфическими молодыми образованиями. Для них характерны быстрое расширение

площади и повышенная пестрота фитоэкологических условий. Освоению растительностью их территории препятствует интенсивный перенос песка и небольшой многолетний запас доступной почвенной влаги в подстилающих отложениях. В условиях масштабного семенного опустынивания кормовых угодий и низкой шероховатости эродируемой поверхности динамические процессы в очагах практически исключают возможность их самозарастания в обозримой перспективе.

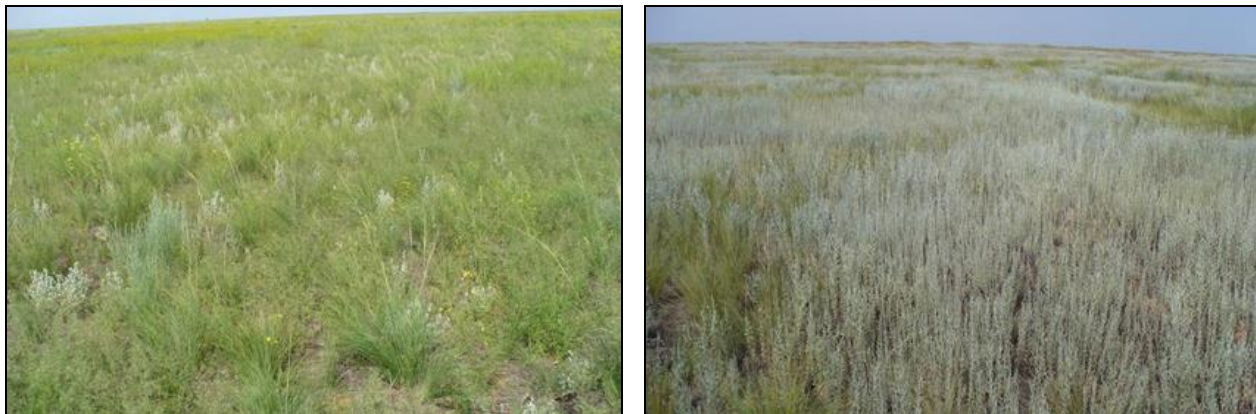


Фото 2. Разнотравно-злаковая с участием терескена (слева) и разнотравно-полынковая ассоциации в деструктивной области очага дефляции через 28 лет после фитомелиорации, урочище «Аэросев», июнь 2016 г.

Фитоэкологические ресурсы дефляционных котловин крупных очагов в наибольшей степени соответствуют требованиям мезо-ксерофитной травянистой и полукустарниковой растительности. При мелиоративном освоении водно-солевой режим почвогрунта позволяет создавать насаждения ксеро-галофитных кустарников (тамарикса, саксаула). Насаждения мезо-псаммофита джужгуна безлистного успешно формируются только при большом массе подвижного песка или глубоком увлажнении легких подстилающих отложений. Песчаные шлейфы аккумулятивной области после зарастания дефляционной котловины становятся благоприятными для поселения степных растений.

Обязательным условием успеха фитомелиоративных мероприятий является защита культурценозов в период их формирования от засекания и засыпания песком. Эффективным средством защиты молодых культур в деструктивной эколого-морфологической области является нарезка в междурядьях плужных борозд-валов в весенний период. В деструктивно-аккумулятивной (барханной) – расчленение ее территории на дефляционноиндифферентные фрагменты путем предварительного создания ветроломных кулис из высокостебельного злака (кияка). Исключение составляет посадка крупномерных сеянцев джужгуна на мощных песках, где кустарниковые ветроломы (ряды, кулисы) могут формироваться без дополнительной защиты.

В первые годы жизни культурценозы в дефляционных котловинах (на комплексах мелкобарханных песков) отличаются бурным развитием, продуцируют 2-5 т/га и более сухой надземной фитомассы. Активно обсеменяют прилегающую территорию, но быстро уплотняются, расходуют запасы почвенной влаги и вступают в фазу деградации. Лучшие результаты дает комплексная фитомелиорация – с использованием терескена, кияка и ценных пастбищных растений. При этом формируются сложные регенеративно-кормовые фитоценозы, обеспечивающие повышенное биоразнообразие и качество восстановленного растительного покрова.

При умеренном выпасе в последующие 10-20 лет культурценозы замещаются самосевными экосистемами: терескеново-мятликовыми, терескеново-злаково-разнотравными, а при его отсутствие – ковыльно-мятликовыми, ковыльно-злаково-разнотравными, разнотравно-полынковыми и другими ассоциациями. В 20-30-летних «потухших» очагах дефляции растительный покров более разнообразен, чем на прилегающих пастбищах, а его продуктивность при наличии полукустарников в меньшей мере подвержена влиянию флуктуациям погодных условий. Однако при сильном уплотнении разнотравья терескеновые ассоциации уходят с занимаемой территории.

Недостатком поздних вторичных сукцессий в крупных очагах дефляции является медленное или отсроченное на неопределенное время поселение коренной пастбищной растительности: белой

полыни, многолетнего прутняка и ценных кормовых злаков (житняка, пырея, овсяницы и других). При наличии этих растений в прилегающей степи их экспансия отмечается только на песчаных шлейфах аккумулятивной области.

Наиболее замедлена вторичная сукцессия растительного покрова на остановившихся барханах, песчаных валах и отложениях между рядами джужгуна. После прекращения переноса песка на них формируется и десятилетиями сохраняется разреженный и слаборазвитый эфемерово-сорно-разнотравный покров.

Большой ущерб прогрессивным сукцессиям в «потухших» очагах дефляции наносят степные пожары. В процессе интенсивного горения подсохшего травостоя в сложных фитоценозах сильно изреживается или полностью погибает древесный, кустарниковый и полукустарниковый ярус. На восстановление биологического разнообразия травостоя уходит несколько лет.

Таким образом, изучение фитоэкологических условий и многолетний мониторинг вторичных сукцессий свидетельствует о наличии возможности совершенствования технологии первичной фитомелиорации современных очагов дефляции на пастбищах Северо-Западного Прикаспия, а также необходимости разработки приемов реконструкции малоценного растительного покрова на закрепленных 10-30 лет назад комплексах мелкобарханных песков.

Так, с целью сокращения объема и повышения оперативности работ по первичной фитомелиорации их следует проводить только на 30-50% площади дефляционных котловин.

Противоэрозионные и репродуктивно-кормовые фитоценозы должны создаваться поэтапно в деструктивной эколого-морфологической области и на относительно крупных по площади обнажениях эродируемой почвы барханной – из набора многолетних пастбищных растений мезоксерофитов, способных к быстрому росту и размножению при засыпании песком, а также в условиях ограниченного запаса слабоминерализованного почвенно-грунтового раствора.

Важнейший принцип этих работ – рациональное использование буферных запасов почвенной влаги как основного ресурса, лимитирующего продуктивность и долговечность создаваемого растительного покрова. Использование этой влаги растительностью должно одновременно обеспечивать подавление дефляции, продуцирование семян и пастбищного корма хорошего качества.

С целью повышения долговечности регенеративно-кормовой функции рядовые посадки и ленточные посевы терескена следует создавать по возможности с широкими междурядьями, обеспечивающими вынос основной массы семян за пределы закультивированного участка, и своевременно организуют умеренный выпас скота. В барханной эколого-морфологической области между кулисами кияка ряды полукустарника следует закладывать короткими (длиной до 20-30 м) прерывистыми участками (очагами обсеменения) на расстоянии 100-150 м друг от друга по ходу движения тракторного агрегата.

Для повышения качества вторичного растительного покрова очаги обсеменения из терескена в барханной области и ряды его посадки в деструктивной области следует чередовать с посадками семян прутняка распростертого, а также локальными посевами белой полыни и кормовых злаков. После прекращения выноса мелкозема из котловины выдувания посева ценных кормовых растений, особенно злаков, следует практиковать и на песчаных шлейфах аккумулятивной области.

Кустарники ксеро-галофиты следует использовать для создания ветротеневых насаждений (рубежей) только при формировании зимних пастбищ после частичного закрепления подвижного песка кияком и значительного снижения интенсивности его переноса.

Работы по закреплению песка и восстановлению пастбищ в крупных очагах дефляции следует сочетать с созданием древесных (зеленых) зонтов в наиболее обширных замкнутых понижениях дефляционных котловин (0.5-1.0 га насаждений на 1000 га пастбищ). Наиболее пригодными для них являются ксеро-галофитные высокие плотнокронные кустарники, а также вяз приземистый.

Реконструкцию вторичного покрова в очагах дефляции следует осуществлять при отсутствии кустарниково-полукустарникового яруса и при малом участии ценных кормовых растений путем посадки семян и посева семян по лентам (узким полосам) обработки почвы безотвальным плугом или фрезой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР. 1974. Л.: Гидрометеиздат. 172 с.
Агролесомелиорация. 2006. Волгоград: ВНИАЛМИ. 746 с
Вдовенко А.В. 2016. Восстановление нарушенных экосистем Черноземельских и Кизлярских пастбищ // Научно-

- агрономический журнал. № 1. С. 25-29.
- Зволинский В.П., Смирнов И.И.* 2000. Адаптивное земледелие как основа борьбы с опустыниванием и рационального использования сельскохозяйственных угодий Прикаспийского региона // *Материалы научно-практической конференции по общему земледелию*. Барнаул. С. 46-49.
- Исследования структуры и строения растительного покрова. 1973 / Ред. Н.И. Рорышина. Ленинград: Ленинградский университет. 286 с.
- Кулик К.Н., Петров В.И.* 1999. Древние очаги дефляции на Черных землях и возможности их фитомелиорации // *Аридные экосистемы*. Т. 5. № 10. С. 57-64.
- Кулик К.Н.* 2004. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов. Волгоград: ВНИАЛМИ. 247 с.
- Кулик К.Н., Габунцина Э.Б., Кружилин И.П., Куст Г.С., Манаенков А.С., Павловский Е.С., Савостьянов В.К., Тулухонов А.К., Петров В.И.* 2007. Опустынивание и комплексная мелиорация агроландшафтов засушливой зоны. Волгоград: ВНИАЛМИ. 86 с.
- Кулик К.Н., Петров В.И., Рулев А.С., Кошелева О.Ю., Шинкаренко С.С.* 2018. 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.]
- Манаенков А.С.* 1984. Особенности фитомелиорации крупных очагов опустынивания песчаных земель в Северо-Западном Прикаспии // *Проблемы комплексного освоения песков и мелиорации пастбищ*. Волгоград. Вып. 2 (82). С. 79-89.
- Манаенков А.С.* 1993. Реставрация опустыненных пастбищ на Черных землях // *Лесное хозяйство*. № 6. С. 33-36.
- Манаенков А.С.* 2018. Лесомелиорация арен засушливой зоны. 2-е изд. перераб. и доп. Волгоград: ВНИАЛМИ. 428 с.
- Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов. 1985 / Ред. Е.С Павловский, М.О. Долгилевич. М.: ВАСХНИЛ. 112 с.
- Общесоюзная инструкция по проведению геоботанического исследования природных кормовых угодий и составлению крупномасштабных геоботанических карт. 1984. М.: Колос. 77 с.
- Петров В.И.* 2003. Лесоаграрное освоение Черных земель и прилегающих территорий // *Материалы научно-практической конференции «Биоресурсы. Биотехнологии. Инновации Юга России»*. Ставрополь-Пятигорск. С. 41-46.
- Петров В.И., Кузин А.Н., Филимонов И.А.* 1979. Эколого-морфологические особенности и лесомелиоративное освоение современных очагов дефляции в Северо-Западном Прикаспии // *Бюллетень ВНИАЛМИ*. Вып. 2 (30). С. 4-8.
- Радочинская Л.П.* 2017. Сохранение видового и популяционного биоразнообразия на лесопастбищах Черных земель как фактор экологической стабильности в регионе // *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия*. № 3 (67). С. 161-167.
- Радочинская Л.П., Кладиев А.К., Рыбашлыкова Л.П.* 2019. Продукционный потенциал восстановленных пастбищ Северо-Западного Прикаспия // *Аридные экосистемы*. Т. 25. № 1 (78). С. 61-68. [*Radochinskaya L.P., Kladiyev A.K., Rybashlykova L.P.* 2019. Production Potential of Restored Pastures of the Northwestern Caspian // *Arid Ecosystems*. Vol. 9. No. 1. P. 51-58.]
- Федорова Н.Л.* 2011. Ботаническое разнообразие Прикаспийских пустынь в пределах региона Черных земель // *Вестник института комплексных исследований аридных территорий*. № 1. С. 108-116.
- Braun-Blanquet J.* 1964. *Pflanzensoziologie*. Wien-New York: Springer-Verlag. 865 p.
- Cherepanov S.K.* 2007. *Vascular Plants of Russia and Adjacent States (the Former USSR)*. Cambridge University Press, Cambridge. 517 p.
- Djanibekov U., Khamzina A., Djanibekov N., Lamers J.P.A.* 2012. How Attractive are Short-Term CDM Forestations in Arid Regions? The Case of Irrigated Croplands in Uzbekistan // *Forest Policy and Economics*. No. 21. P. 108-117.
- Nkonya E., Mirzabaev A., Von Braun J.* 2016. *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development* // Springer International Publishing AG Switzerland. 686 p.