FOREST PASTURE RECLAMATION IN THE DRY ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION AND THE WAYS TO INCREASE ITS EFFICIENCY

K. N. Kulik¹, A. S. Manayenkov¹, B. Zh. Yesmagulova²

¹*Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Science», Volgograd*

²*Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University, West Kazakhstan Region, Republic of Kazakhstan*

Received 08.06.2021

Submitted 02.08.2021

The work was carried out according to the program of fundamental scientific research of the Russian Academy of Sciences for 2013-2020, section 147- "Theory and principles of creating agroforestry and forestry complexes in order to increase the productivity and environmental expediency of agricultural landscapes, protect soils from degradation and desertification in the conditions of technogenesis and global climate change"

Abstract

Introduction. The arid regions of Russia are characterized by prolonged excessive anthropogenic loads on pasture lands, high instability of weather and climatic conditions and frequent natural hazards, which are catastrophic in terms of the territory coverage and the damage caused to various sectors of the national economy. The fragile ecosystems of arid regions have become extremely unstable due to the degradation of soil and vegetation cover. **Object.** Pastures of arid, subarid and subhumid zones of the Russian Federation. **Materials and methods.** The article is prepared on the basis of a comprehensive analysis of the materials of long-term research of the Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Science», its experimental network, other research institutes and universities, as well as the experience of implementing regional and on-farm projects of degraded pastures phytomelioration. **Results and conclusions.** The analysis of scientific achievements and practical experience of the last decades on the assessment and use of forest-growing potential of lands is carried out, the necessity of improving the forest-reclamation classification of pastures of the arid zone of Russia as a basis for designing measures to restore and increase the natural forage lands productivity and stability is justified. In order to increase the measures effectiveness within the forest reclamation categories (FRC), it is proposed to allocate subcategories of pastures with an annual precipitation rate of less than 250 mm, 250-350 and more than 350 mm, which determines significant differences in the meliorant breeds assortment, the creating plantings technology, their functional durability. Sandy lands (FRC-I and FRC-II) should be divided into provinces composed of monomineral quartz and polymineral deposits, differing in fertility and root-tightness of the aeration zone. The deflation foci should be differentiated into new (up to 30 years old), old (30-50 years old) and ancient (over 50 years old), having different genesis and forest growing conditions. New foci as the primary object of land reclamation according to the sand transfer intensity and the work conditions should be divided into small (up to 1 ha), medium (1-10 ha) and large (10-1000 ha or more), and technological modes should be determined depending on the stock of mobile sand.

Keywords: *productivity, forage lands, forest reclamation, forest reclamation classification, categories and subcategories of pastures, sandy lands, provinces, ground waters, foci of deflation, phytomelioration, technologies.*

Citation. Kulik K. N., Manayenkov A. S., Yesmagulova B. Zh. Forest pasture reclamation in the dry zone of the Russian Federation and the ways to increase its efficiency. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 3(63). 30-40 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-02.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 634.0.232:633.2

ЛЕСНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ПАСТБИЩ ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЫ РФ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

К. Н. Кулик¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН

А. С. Манаенков¹, доктор сельскохозяйственных наук

Б.Ж. Есмагулова², PhD доктор,

¹ФГБНУ Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и
защитного лесоразведения Российской академии наук, г. Волгоград

НАО Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, ЗКО,
Республика Казахстан

Received 08.06.2021

Submitted 02.08.2021

*Работа выполнена по программе фундаментальных научных исследований РАН
на 2013-2020 гг., раздел 147 - «Теория и принципы создания агролесомелиоративных
и лесохозяйственных комплексов в целях повышения продуктивности и экологической
целесообразности агроландшафтов, защиты почв от деградации и опустынивания
в условиях техногенеза и глобальных изменений климата»*

Актуальность. Для засушливых регионов России характерны длительные чрезмерные антропогенные нагрузки на пастбищные земли, высокая нестабильность погодно-климатических условий и частое проявление опасных природных явлений, которые по охвату территории и ущербу, наносимому различным отраслям народного хозяйства, имеют катастрофический характер. Хрупкие экосистемы аридных регионов пришли в крайне неустойчивое состояние вследствие деградации почвенного и растительного покрова. **Объект.** Пастбища аридной, субаридной и субгумидной зон Российской Федерации. **Материалы и методы.** Статья подготовлена на основе всестороннего анализа материалов многолетних исследований ВНИАЛМИ, его опытной сети, других НИУ и вузов, а также опыта реализации региональных и внутрихозяйственных проектов фитомелиорации деградированных пастбищ. **Результаты и выводы.** Проведен анализ достижений науки и практического опыта последних десятилетий по оценке и использованию лесорастительного потенциала земель, обоснована необходимость совершенствования лесомелиоративной классификации пастбищ засушливой зоны России как основы для проектирования мероприятий по восстановлению и повышению продуктивности и устойчивости природных кормовых угодий. С целью повышения эффективности мероприятий в пределах лесомелиоративных категорий (ЛМК) предложено выделять подкатегории пастбищ с годовой нормой осадков менее 250 мм, 250-350 и свыше 350 мм, определяющей существенные различия в ассортименте пород-мелиорантов, технологии создания насаждений, их функциональной долговечности. Песчаные земли (ЛМК-I и ЛМК-II) следует подразделять на провинции, сложенные мономинеральными кварцевыми и полиминеральными отложениями, отличающиеся по плодородию и корнепроницаемости зоны аэрации. Очаги дефляции необходимо дифференцировать на современные (возрастом до 30 лет), старые (30-50 лет) и древние (старше 50 лет), имеющие различный генезис и лесорастительные условия. Современные очаги как первоочередной объект мелиорации по интенсивности переноса песка и условиям выполнения работ следует делить на мелкие (площадью до 1 га), средние (1-10 га) и крупные (10-1000 га и более), а технологические режимы определять в зависимости от запаса подвижной пыле-песчаной массы.

Ключевые слова: лесомелиорация пастбищ, кормовые угодья, категории пастбищ, песчаные земли, очаги дефляции, фитомелиорация.

Цитирование. Кулик К. Н., Манаенков А. С. Есмагулова Б.Ж. Лесная мелиорация пастбищ засушливой зоны РФ и пути повышения ее эффективности. *Известия НВ АУК.* 2021. 3 (63). 30-40. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-02.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. На территории теплообеспеченных регионов России пастбищные угодья традиционно занимают потенциально наиболее низкопродуктивные и сильно нарушенные («хрупкие») земли, непригодные для интенсивного хозяйственного использования. Несмотря на это, на юго-востоке европейской России, Западной и Средней Сибири, в силу значительной представительности, эти земли вносят значительный вклад в экономический баланс территории [6]. Однако неурегулированность земельных отношений, отсутствие эффективного контроля и взаимной заинтересованности органов власти и животноводов в неистощительном использовании кормовых угодий нередко порождает безответственное (хищническое) отношение к природным ресурсам, систематическую перегрузку выпасов и быстрое, порой необратимое разрушение природных пастбищных экосистем. В аридной зоне страны, вследствие этого и непродуманных мер преодоления дефицита подножного корма, периодически возникают вспышки опустынивания земель с колоссальным эколого-экономическим ущербом, затяжной деформацией хозяйственной и демографической структуры регионов [1, 5, 7] (Глобальный климат..., 2019). Последняя вспышка произошла осенью 2020 и весной 2021 гг. Пыльные бури затронули пастбища на территории Калмыкии, Дагестана, Ставропольского края, Астраханской, Ростовской и Волгоградской областей. Протяженность переноса пыле-песчаного материала составила более 700 км в западном направлении. Пастбища на этой территории были практически уничтожены.

Эффективным, широко распространенным во всем мире и у нас средством сдерживания деградационных процессов на пастбищах, восстановления, повышения устойчивости и продуктивности растительного покрова, улучшения зооэкологических и производственных условий является лесная мелиорация кормовых угодий, особенно в комплексе с другими видами фитомелиорации [4, 8] (Концепция..., 1996).

Пастбища засушливых регионов как объект лесной мелиорации оценивают с учетом климата по ландшафтно-экологическим признакам: рельефу, состоянию почвенно-растительного покрова, водно-солевым характеристикам и противодефляционной устойчивости почвогрунтов, наличию и видам источников дополнительного увлажнения ризосферы древесной растительности. При этом принимают в расчет эколого-экономическую целесообразность, очередность, условия и технологии производства работ, виды лесонасаждений, ассортимент растений-мелиорантов и их функциональную долговечность (Петров В. И. и др., 1987).

Более трех последних десятилетий основой для ландшафтно-экологического зонирования территории и проектирования защитных лесных насаждений (ЗЛН) служит лесомелиоративная классификация пастбищ ВНИАЛМИ, в которой дается биоэдафическая характеристика территории, позволяющая определять не только составы и технологии лесомелиоративных мероприятий, но и приемы по улучшению и восстановлению пастбищного травостоя. Подробно классификация и методы картографирования пастбищ изложены в работах (Петров В. И. и др., 1987; Концепция..., 1996; Кулик К. Н., 2004; Манаенков А. С., 2018). Суть классификации заключается в выделении 4 ЛМК пастбищ, различающихся между собой по состоянию почвенного и растительного покрова, в пределах которых по обеспеченности растений физиологически доступной влагой выделяют 4 лесомелиоративных типа (ЛМТ). Комбинации ЛМК и ЛМТ дают 16 лесомелиоративных выделов (ЛМВ), для которых подбираются виды растений-мелиорантов и технологии их посадки. В последнее десятилетие изменение климата потребовало усовершенствования классификации. Об этом будет идти речь ниже.

Известны и применяются в практике пастбищезащитные лесные полосы, древесные зонты, мелиоративно-кормовые, защитно-хозяйственные, затишковые и фермские насаждения. Система таких ЗЛН, размещенных в определенном порядке, в

сочетании с природным и сеяным кормовым травостоем позволяет наиболее полно использовать фитоэкологический потенциал территории, превращать хрупкие ландшафты в продуктивные экологически сбалансированные многоярусные лесопастбища.

Цель работы – обосновать целесообразность и определить направления модернизации основы проектирования мероприятий, обеспечивающих повышение эффективности лесомелиоративного освоения и экологической безопасности использования природных кормовых угодий засушливого пояса России.

Материалы и методы. Конвергентный принцип научного исследования. Материалы полевых исследований. Сравнительно-исторический и сравнительно-типологический анализ, опросные данные, методики экспертных оценок, логический метод. Статья подготовлена на основе всестороннего анализа материалов многолетних исследований ВНИАЛМИ, его опытной сети, других НИУ и вузов (Шамсутдинов, 2009), действующих нормативно-технических документов (Рекомендации..., 1978, Инструктивные указания..., 1987), а также опыта реализации региональных и внутрихозяйственных проектов фитомелиорации деградированных пастбищ Северо-Западного Прикаспия в 80-90-е годы минувшего столетия (Генеральная схема..., 1986).

Результаты и обсуждение. Научно-производственный опыт, накопленный за прошедшие десятилетия, свидетельствует о том, что при проектировании лесомелиоративных мероприятий необходимо дифференцировать ЛМК по биоклиматическим условиям (подкатегориям). В пределах континентальных областей в качестве наиболее простого критерия деления пастбищ на подкатегории следует использовать многолетнюю норму атмосферных осадков, в основном определяющую среднюю величину запаса доступной влаги в корнеобитаемом слое древостоя на автоморфных почвогрунтах и амплитуду изменений этой величины по годам (Манаенков, 2001) и, как следствие, его биометрию и долговечность (Справочник агролесомелиоратора, 1984).

С целью достижения наибольшей долговечности и мелиоративной эффективности древостоя на юге Русской равнины следует выделять три подкатегории пастбищ: пастбища, расположенные в районах с нормой осадков свыше 350 мм/год, 350-250 и менее 250 мм/год. В южных регионах Сибири сокращение продолжительности вегетационного периода (удлинение периода с устойчивым снежным покровом) существенно улучшает водный режим древостоев и примерно адекватно увеличению годовой нормы осадков на 50 мм.

На первой подкатегории (ЛМК₁) лесная мелиорация может базироваться на использовании преимущественно засухоустойчивых и солестойких пород деревьев (сосна обыкновенная и крымская, вяз приземистый, берест, груша лесная и др.). На второй – высоких и средних кустарников (клен татарский, ирга круглолистная, скумпия кожевенная, жимолость татарская и др.). При мелиорации пастбищ третьей подкатегории (ЛМК₃) основной упор делается на использование псаммо- и галофитных кустарников и полукустарников (саксаул черный, джужгун безлистный, тамарикс ветвистый, чингиль, терескен серый, прутняк распростертый и др.).

К ЛМК-I принятая классификация относит молодые действующие очаги дефляционного опустынивания, возникшие в результате неблагоприятного воздействия природных и антропогенных факторов. В них выделяют три эколого-морфологические области: 1 – деструктивную, в наветренной части очага (протяженностью до 1000 м), где почвогрунт вынут до базиса дефляции; 2 – деструктивно-аккумулятивную (до 3-5 км и более) и 3 – аккумулятивную (100-300 м). Первые две области расположены в дефляционной котловине (котловине выдувания), аккумулятивная – на ее преимущественно подветренной периферии. В деструктивно-аккумулятивной области песок отложен на

останцах почвы или на материнской породе в виде барханных цепей. В аккумулятивной – в виде шлейфа различной мощности на поверхности полнопрофильной или слабодиффундированной почвы. В деструктивной области естественному поселению растений, приживанию и развитию саженцев в основном препятствует интенсивный перенос песка в виде поземки, вызывающий их засекание. В деструктивно-аккумулятивной (барханной) при редком размещении барханных цепей – засекание, выдувание и засыпание песком активно движущихся барханов. В аккумулятивной области (в районах, отнесенных ко 2-й и 3-й подкатегории пастбищ) возможности лесной мелиорации ограничены неблагоприятными свойствами почвенно-грунтового раствора.

Чем крупнее очаг, тем выше в нем интенсивность дефляционных процессов, отрицательно влияющих на результативность лесомелиоративных работ и естественное зарастание песков. На этом основании очаги опустынивания ранжировали по площади: мелкие (менее 100 га), средние (100-500 га) и крупные (более 500 га) (Кулик К. Н., 2004).

Однако специальными исследованиями динамики ветропесчаного потока было установлено (Манаенков, 1993, 2018), что его критическая для растений скорость и энергонасыщенность после разгрузки достигаются в деструктивной области уже через 50-100 м, в деструктивно-аккумулятивной – 10-20 м от препятствия (линии перелома рельефа базиса дефляции, гребня бархана). Эти выводы подтверждены широкой практикой реализации лесомелиоративных мероприятий в конце прошедшего столетия и позволяют пересмотреть деление очагов по условиям выполнения лесомелиоративных работ (Генеральная схема..., 1986).

Так, мелкие очаги с относительно невысокой интенсивностью переноса песка и повышенной предрасположенностью к самозарастанию имеют площадь менее 1 га, средние очаги дефляции – 1-10 га, крупные – более 10 га. Также их следует подразделять по объему подвижного песка в барханной области: менее 1000 м³/га, 1000-3000 и более 3000 м³/га. При объеме эолового материала до 1 тыс. м³/га фитоэкологические условия в этой области мало отличаются от них в деструктивной области. Основным фактором, негативно влияющим на развитие молодых культур древесных пород, является здесь засекание растений ветропесчаным потоком, поэтому они и нуждаются в защите. При наличии на площади песка от 1 до 3 тыс. м³/га опасность засекания саженцев, размещенных в понижениях между барханами, несколько снижается, но повышается угроза их засыпания. При большем объеме песка площадь межбарханных понижений становится незначительной. Посадку растений производят в песок. Интенсивность его переноса и опасность засекания саженцев становятся не критичными. На таких площадях наибольшую угрозу пескозакрепительным насаждениям после посадки несет выдувание с обнажением корневой системы и засыпание песком «с головой» мелких растений, что влечет за собой их гибель и необходимость использования крупномера и специальных машин для его глубокой посадки.

Исследованиями ВНИАЛМИ (Кулик, 2004) также обоснована необходимость деления очагов дефляции на пастбищах Прикаспия на современные (возрастом до 30 лет), старые (30-50 лет) и древние (возраст более 50 лет), имеющие существенные различия в фитоэкологических условиях.

Современные очаги возникли вследствие перегрузки скотом и распашки угодий на легких зональных почвах преимущественно на территории 2-й и 3-й подкатегории пастбищ. Они стремительно развиваются и имеют большую внутреннюю неоднородность условий (Манаенков, 1993). С востока на запад (и, отчасти, от продольной оси к северу и югу) возраст и глубина дефляционных котловин, 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 40-15 до 1 года, 0,5 до 0,1 м, 3-4 до 1,0-0,5 тыс. м³/га и с 1,5-3 до 1,0-0,5 м). Относительным базисом дефляции является почвенный иллювий (0,3-0,6 м). Он содержит карбонаты (7-14 %) и гипс (0,03-0,07 %). При высыхании твердеет (до 15 -40 кг/см²) и сдерживает развитие эрозии вглубь. Из-за развитого микрорельефа глубина промоченного слоя непереважных отложений колеблется от 0,6-1,5 м на приподнятых и ровных участках, до 5 м и более – в понижениях 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 [2].

Песок барханов освобожден от солей, содержит до 7-9 % глины. В июне, вследствие интенсивного переувлажнения и перемещения барханов, он полностью иссушается. Положительное влияние эоловых отложений на водный режим подстилающих отложений в основном заключается в мульчировании их поверхности, улучшении условий инфильтрации атмосферной влаги и усиливается с увеличением массы подвижного песка.

ГВ из-за их высокой (30-40 г/л) минерализации и наличия экранирующих слоев грунта (сухих, засоленных) недоступны.

При слиянии соседних очагов в дефляционной котловине возникает еще более сложная мозаика фитоэкологических условий, и в целом они наиболее благоприятны для произрастания многолетних трав и полукустарников, в меньшей мере – ксеромезофитных 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.

Старые очаги возникли в условиях регионального перевыпаса, древние – умеренного выпаса и локального перевыпаса возле старых колодцев и ферм. Они имеют овальную форму, типичное для дефляционных образований морфологическое строение и продольной осью ориентированы вдоль преобладающих эрозионно-опасных ветров. Очаги этих типов состоят из участков заросших (мелкобугристых) и открытых песков. Вследствие небольшой площади развешаемых участков скорость ветропесчаного потока здесь меньше, чем в крупных очагах опустынивания.

Для лесомелиоративного освоения особый интерес представляют древние очаги дефляции. Грунты, слагающие эти очаги, состоят из толщи песчаных отложений, переслоенной супесями и суглинками. Повышенное солесодержание в ней отмечено только под заросшими участками и в глинистых прослойках. Водоносный горизонт пресных, слабо- и среднеминерализованных вод питается за счет инфильтрации стока перераспределенных атмосферных осадков и гравитационного стока влаги из-под участков открытых песков. Это весьма лесопригодные территории, но имеющие ограниченное распространение в регионе. На них можно создавать рекреационно-хозяйственные лесные насаждения. При этом для пополнения линзы пресных вод под ними необходимо сохранять часть участков открытых песков – аккумуляторов атмосферных осадков. На прилегающих мелкобугристых песках также возможно создание высокопродуктивных лесопастбищ по существующим технологиям (Предложения по лесомелиорации..., 1990).

Относительно благоприятные водно-солевые характеристики и потенциально высокое плодородие почвенного субстрата позволяют выращивать в древних очагах дефляции деревья и кустарники довольно широкого ассортимента. Однако их значительная эдафическая мозаичность обязывает отдавать предпочтение породам, обладающим повышенной солеустойчивостью: вязу приземистому, робинии, дубу, тополию

белому, можжевельникам виргинскому и Облонга, скумпии, сирени, айве, облепихе, жимолости татарской, смородине золотой, тамариксу. При этом наиболее ценные и особенно чувствительные к качеству почвенно-грунтового раствора породы следует размещать на участках с неглубоким (до 5 м) залеганием пресных и слабоминерализованных ГВ, а мезо-ксерофитные виды – на площадях со слабо- и среднеминерализованными ГВ, залегающими на глубине менее 6-8 м, оставляя при этом 50-70-метровые необлесенные зоны вокруг действующих колодцев.

Многолетнее изучение роста и состояния защитных лесонасаждений на песках (Иванов, Дрюченко, 1969; Воронков, 1973, Миронов, 1977; Виноградов, 1980; Зюзь, 1968 и др.) привело к выводу о том, что на юге ЕТР вектор лесопригодности земель, результативность лесной мелиорации сельскохозяйственных угодий определяют не только климатом (зоной), но и эдафическим фактором. На его территории по генезису отложений выделяют четыре геохимические провинции, которые объединяют в лесорастительные районы кварцевых и полиминеральных (полимиктовых) песков, существенно отличающиеся по условиям укоренения, питания и породному составу древостоев. Эти условия в большой степени изменяются и под влиянием эоловой переработки почвенного покрова (Гаель, Трушковский, 1962).

Арены Волго-Донского междуречья и правобережья Дона сложены древними аллювиальными и морскими кварцевыми (полевых шпатов до 5 %) бескарбонатными очень бедными (растворимых соединений менее 1 %) средне-мелкозернистыми песками. Небольшое содержание пыли (0,6-1,9 %) и физической глины (ФГ) (0,6-2,3 %) определяет их низкую водоудерживающую способность (полевая или наименьшая влагоемкость (НВ) равна 3,5 %, влажность завядания (ВЗ) – 0,2-0,5 %), повышенную объемную массу (1,55-1,70 г/см³), твердость сложения (1,8-4,0 МПа) и плохую корнепроницаемость (Вакулин, 1967, Воронков, 1973, Гаель, Воронков, 1965, Зюзь, 1968 и др.). На материнских аллювиальных отложениях сформировались супесчаные, преимущественно черноземовидные почвы, а на древнеперевесных – более поздние связнопесчаные дерновые почвы (Гаель, 1988). За историческое время на большой площади они разрушены и обращены в массивы бугристых песков с комплексом погребенных и молодых разновозрастных почв.

В верхнем 2-метровом слое гривистых равнин с супесчаными почвами средневзвешенное содержание ФГ составляет 8-12 %, гумуса – 0,7-1,0 %, диапазон активной влаги (ДАВ) 5-7 %, на увалисто-холмистых равнинах со связнопесчаными почвами – соответственно до 4,0-4,5 %, 0,4 и 4,0-4,5 %, а на бугристых песках – менее 3,0 %, 0,1 и 3,0 %. Почвенно-грунтовой раствор и ГВ повсеместно пресные. На высоких террасах ГВ залегает на глубине 8-20 м, в понижениях бугристых песков низких террас 0,5-3,0 м (Гаель, 1988).

Древнеморские пески возвышенностей покрыты отложениями более тяжелого гранулометрического состава, на которых сформировались зональные почвы. Местами они разрушены, погребены эоловым наносом с образованием бугристых песков (Вакулин, Зайченко, 1972), ГВ под которыми залегает на недоступной для растений глубине.

В степной зоне супесчаные и связнопесчаные почвы покрыты разнотравно-дерново-злаковой, обедненной песчано-степной растительностью, дубово-осиновыми колками по понижениям и культурами сосны IV-III бонитетов. Бугристые пески – псаммофильными травами с участием пионеров: кияка, полыни песчаной, осоки колхидской и др. и культурами сосны V-IV бонитетов (Гаель, Смирнова, 1999).

Древнеаллювиальные пески Заволжья и Терско-Кумского междуречья полиминеральные (полевых шпатов от 15-20 до 50 %), карбонатные, от тонко-мелкозернистых (Кумской массив) до мелко-среднезернистых (Бузулукский бор, Терский массив). Со-

держание глинистых частиц составляет 1,9-2,5 % (Бузулукский бор), 3,8-3,9 (Кустаревские пески), 2,5-3,5 % (Терско-Кумские пески), НВ от 4-5 до 6-8 %. Черноземовидные и дерновые почвы, сформировавшиеся на этих песках, имеют более мощный профиль и повышенное содержание гумуса. Они относительно влагоемки и легко проницаемы для корней, покрыты богатым травостоем (Гаель, Хабаров, 1969 и 1971). В поясе «сухая степь – пустыня» распространение и производительность лесных ценозов на них ограничиваются в основном недостатком атмосферных осадков, глубоким залеганием или повышенной минерализацией ГВ.

Аллювиально-морские пески Прикаспия полевошпатово-кварцевые (полевых шпатов – 5-20 %), алевритово-мелкозернистые (Вакулин, 1971), а в древнедельтовых областях средне-мелкозернистые (Гаель, 1952, Якубов, 1955). После эоловой переработки они содержат 2-5 % физической глины (Иванов, Васильев, 1995).

Специальными исследованиями установлено, что подстилающие материнские кварцевые пески степной зоны имеют критическую для сосны твердость сложения (более 1,8-2,0 МПа) (Зюзь, 1968). На полого-увалистой равнине Арчедино-Донского массива с дерново-степной связнопесчаной почвой на мелкозернистом древнеаллювиальном песке кривая нисходящего роста корневых систем деревьев (Y , м) имеет вид гиперболы, асимптотически приближающейся к своему пределу на глубине 2,8-2,9 м, и подчиняется уравнению:

$$y = 2,811 - \exp(-0,289 - 0,186x), \quad r = 0,99,$$

где x – возраст дерева, лет (Манаенков, 2018).

В связи с этим при высоте капиллярной каймы 0,5-0,7 м и механизированной посадке сеянцев в борозды несомкнувшиеся культуры сосны могут использовать ГВ с глубины примерно до 1,5 м. В возрасте образования сомкнутого полога (на бедных песках – в 10-15 лет) и позднее – с 1,5-3,0, максимум – 3,5 м. Более глубокое залегание ГВ делает ее малодоступной и для средневозрастных насаждений [3].

На Урдинских песках твердость сложения перевеянного олигоминерального полевошпатово-кварцевого песка нарынов уже с глубины 0,5-0,6 м превышает 2 МПа, так, что кроме глубины залегания, на корневую доступность ГВ влияет и рельеф участка.

Раскопка корневой системы 16-летней самосевной сосны, растущей на крутом склоне высокого бугра северной экспозиции с развитым покровом из типчака, вскрыла неожиданные закономерности ее строения. Стержневой корень у нее оказался коротким, сбежистым. На глубине около 1,0 м он разветвлялся на многочисленные вертикальные отростки и заканчивался плоскими мочками («метлами») всасывающих корней на глубине 140 см с признаками прекращения дальнейшего роста вниз. Основное развитие получили горизонтальные корни. Они были сосредоточены в слое 10-40 см и заметно тяготели к распространению вверх и поперек склона. Вниз по склону на расстоянии более 7 м веерообразно простирались четыре хорошо развитых тяжа. По мере удаления от ствола дерева и приближения к влажной котловине от тяжей все более часто отходили вертикальные отростки якорных корней диаметром 3,5-2,0 мм, явно «нацеленные» достичь зоны капиллярного увлажнения ГВ.

При уровне ГВ ниже горизонта основания дерева примерно на 5,5 м до 12 лет оно росло очень медленно и достигло всего 1,5-метровой высоты. После этого текущий прирост сосны резко усилился и стабилизировался на уровне 35-40 см в год. К 16-ти годам высота густо охвоенного дерева достигла 3 м, что свидетельствует о существенном улучшении его водного питания, которое могло произойти только за счет использования ГВ. Якорные корни сосны на 13-й год ее жизни на склоне бугра достигли

КК (высотой 50-70 см) при залегании зеркала ГВ глубже 3,0-3,5 м. Это может свидетельствовать как о повышенной проникающей способности якорных корней, так и о неоднородной плотности эоловых отложений, наличии в них рыхлых зон – «карманов», что позволяет опушечным деревьям колковых насаждений использовать близкорасположенную к поверхности ГВ на значительном горизонтальном удалении от стволов – до 10-15 м. Таким образом, в небольших по площади близко водных котловинах выдувания бугристых песков диапазон доступной для сосны глубины залегания ГВ расширяется до 3-4 м. Приведенные данные свидетельствуют о том, что при выделении лесомелиоративных выделов Ia и IIa на территории распространения мономинеральных кварцевых отложений независимо от гранулометрического состава однофазного песка (мелкий, средний, крупный) доступной грунтовой влагу для сосны на пологих равнинах следует считать при залегании водоносного горизонта на глубине не более 2,5-3,0 м, на склонах бугристо-котловинных песков - 3,5-4,0 м.

Выводы. Анализ достижений науки и практического опыта последних десятилетий по оценке и использованию лесорастительного потенциала земель свидетельствует о необходимости совершенствования лесомелиоративной классификации пастбищ засушливой зоны России, которая является основой для проектирования мероприятий по восстановлению, повышению продуктивности и устойчивости природных кормовых угодий.

С целью повышения эффективности мероприятий в пределах лесомелиоративных категорий (ЛМК) предложено выделять подкатегории пастбищ с годовой нормой осадков менее 250 мм, 250-350 и свыше 350 мм, определяющей существенные различия в ассортименте пород-мелиорантов, технологии создания насаждений, их функциональной долговечности.

Песчаные земли (ЛМК-I и ЛМК-II) следует подразделять на провинции, сложенные мономинеральными кварцевыми и полиминеральными отложениями, отличающиеся по плодородию и корнепроницаемости их зоны аэрации – отзывчивости на лесную мелиорацию.

Очаги дефляции необходимо дифференцировать на современные (возрастом до 30 лет), старые (30-50 лет) и древние (старше 50 лет), имеющие различный генезис и лесорастительные условия.

Современные очаги как первоочередной объект мелиорации по интенсивности переноса песка и условиям выполнения лесомелиоративных работ следует группировать: мелкие (площадью до 1 га), средние (1-10 га) и крупные (10-1000 га и более), а технологические режимы определять в зависимости от запаса подвижного песка.

На пастбищах III и IV категорий с незасоленными и слабозасоленными почвами питательность почвенного раствора удовлетворяет требования традиционного ассортимента древесных пород-мелиорантов. Доступность ГВ ограничивают ее повышенная минерализация, наличие в зоне аэрации почвогрунта солонцового, солевого или импермацидного (постоянно сухого) горизонта. Залегание последнего на небольшой глубине представляет широко распространенное явление на территории засушливой зоны. Импермацидный горизонт отсутствует или периодически разрушается в понижениях с промывным типом водного режима, а также при многолетней влагонакопительной обработке почвы под лесные культуры. Однако на ровных участках местности под сомкнувшимися древостоями он вновь формируется уже через небольшое количество лет. Поэтому при проектировании ЗЛН (определении лесомелиоративных типов и выделов) на таких участках доступную глубину залегания ГВ следует существенно уменьшать в сравнении с нормами, рекомендованными ранее.

Для повышения эффективности лесомелиоративного освоения пастбищ большое значение имеет также строгое соблюдение очередности и совершенствование технологий выполнения работ, а также регулируемый выпас и нагрузка скота на мелиорированные угодья.

Библиографический список

1. Геоинформационный анализ опустынивания Северо-Западного Прикаспия / К. Н. Кулик [и др.] // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2 (83). С. 16-24.
2. Манаенков А. С., Рыбашлыкова Л. П. Повышение эффективности восстановления растительного покрова в современных очагах дефляции на пастбищах Северо-Западного Прикаспия // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 4 (85). С. 116-126.
3. Манаенков А. С. Закономерности водного режима, роста и долговечности искусственных древостоев в засушливых условиях // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2017. № 221. С. 91-106.
4. Мелиоративная эффективность кустарниковых кулис на аридных пастбищах юга России / Н. В. Тютюма [и др.] // Аридные экосистемы. 2020. Том 26. № 1 (82). С. 62-68.
5. Шинкаренко С. С. Пространственно-временная динамика опустынивания на Чёрных землях // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 6. С. 155-168.
6. Kulik K. N., Barabanov A. T., Manaenkov A. S. Forecasting the Development of protective afforestation in Russia until 2020 // Studies on Russian Economic Development. 2015. V. 26. № 4. P. 351-358.
7. Nkonya E., Mirzabaev A., Von Braun J. Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development // Springer International Publishing AG Switzerland. 2016. 686 p.
8. Radochinskaya L. P., Kladiev A. K., Rybashlykova L. P. Production Potential of Restored Pastures of the Northwestern Caspian // Arid Ecosystems. 2019. № 9 (1). P. 51-58.

Conclusions. The analysis of scientific achievements and practical experience of the last decades on the assessment and use of forest-growing potential of lands is carried out, the necessity of improving the forest-reclamation classification of the arid zone pastures of Russia as a basis for designing measures to restore and increase the productivity and sustainability of natural forage lands is justified. With the aim of increasing the interventions effectiveness within agroforestry categories (AFC) is proposed to select subcategory pastures with annual rainfall less than 250 mm, 250-350 mm and more than 350 mm, which determines significant differences in the varieties-ameliorants assortment and technology for creating plantings, their functional longevity. Sandy lands (AFC-I and AFC-II) should be divided into provinces composed of monomineral quartz and polymineral deposits, differing in fertility and root-penetrability of the aeration zone. The deflation foci should be differentiated into modern (under 30 years old), old (30-50 years old) and ancient (over 50 years old), with different genesis and forest growing conditions. Modern foci as the primary object of reclamation according to the intensity of sand transfer and the conditions of works execution should be divided into small (up to 1 ha), medium (1-10 ha) and large (10-1000 ha or more), and technological modes should be determined depending on the stock of mobile dust and sand mass.

References

1. Geoinformation analysis of the North-Western Near-Caspian desertification / K. N. Kulik [et al.] // Arid Ecosystems. 2020. V. 26. No 2 (83). P. 16-24.
2. Manayenkov A. S., Rybashlykova L. P. Improving the vegetation cover restoration efficiency in contemporary deflation foci on the North-Western Near-Caspian pastures // *Arid Ecosystems*. 2020. V. 26. No 4 (85). P. 116-126.
3. Manayenkov A. S. Regularities of the water regime, growth and durability of artificial stands in arid conditions // Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy. 2017. No 221. P. 91-106.
4. Meliorative Efficiency of Shrub Coultures in Arid Pastures of Southern Russia / N. V. Tyutyuma [et al.] // Arid Ecosystems. 2020. No 9 (1). P. 51-58.
5. Shinkarenko S. S. Spatial and temporal dynamics of desertification in the Black Lands // Contemporary problems of remote sensing of the Earth from space. 2019. V. 16. No 6. P. 155-168.

6. Kulik K. N., Barabanov A. T., Manaenkov A. S. Forecasting the Development of protective afforestation in Russia until 2020 // Studies on Russian Economic Development. 2015. V. 26. № 4. P. 351-358.

7. Nkonya E., Mirzabaev A., Von Braun J. Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development // Springer International Publishing AG Switzerland. 2016. 686 p.

8. Radochinskaya L. P., Kladiev A. K., Rybashlykova L. P. Production Potential of Restored Pastures of the Northwestern Caspian // Arid Ecosystems. 2019. № 9 (1). P. 51-58.

Author's Information

Kulik Konstantin N., Dr. of agricultural Sciences, Professor, academician of RAS, chief researcher of Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences", Russia, 400062, Volgograd city, Universitetskij pr-t 97., E-mail: kulikkn@yandex.ru, ResearcherID: SPIN-код: 3494-3540, Author ID: 105947. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7124-8116>

Manayenkov Alexander S., Dr. of agricultural Sciences, chief researcher, head of laboratory of protective afforestation and phytomelioration of low-productive lands of Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences", Russia, 400062, Volgograd city, Universitetskij pr-t 97., E-mail: manaenkov1@yandex.ru, ResearcherID: Y-8283-2018, SPIN-код: 6216-5511, Author ID: 81378. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2084-2147>

Esmagulova Bayan Zhumabayevna, Head of the Higher School "Management of Forest, Land and Water resources" of the West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan, WKO (RK, 090000, Uralsk, Zhangir Khan str., 51), PhD doctor. Tel. 8 775 219 00 80, E-mail: bayana_021284@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3493-216X>

Информация об авторах

Кулик Константин Николаевич, главный научный сотрудник ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97), академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Тел. 8 (8442) 46-25-67, e-mail: kulikn@yandex.ru ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7124-8116>.

Манаенков Александр Сергеевич, главный научный сотрудник-заведующий лабораторией ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97), доктор сельскохозяйственных наук, доцент. Тел. 8 (8442) 46-32-97, e-mail: manaenkov1@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2084-2147>

Есмагулова Баян Жумабаевна, руководитель высшей школы "Управление лесными, земельными и водными ресурсами" Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана, ЗКО (РК, 090000, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51), PhD доктор. Тел. 8 775 219 00 80, e-mail: bayana_021284@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3493-216X>.

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-03

INFLUENCE OF IRRIGATION AND FERTILIZERS ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF WHITE CABBAGE

A. D. Akhmedov, R. Yu. Abduova

Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Received 08.07.2021

Submitted 29.08.2021

Summary

The article presents the processes of studying the growth and development of cabbage plants on light chestnut soils of the Volga-Don interfluvium. Based on the data obtained, it was found that irrigation and fertilization have a positive effect on the productivity indicators of white cabbage with drip irrigation. As a starting material, the obtained data can be recommended for use for growing cabbage on light chestnut soils of the Volga-Don interfluvium.