ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ В АРИДНОЙ ЗОНЕ ЮГО-ВОСТОКА РОССИИ

ХАЛИЛОВ Шахвар Азимович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ШАРДАКОВ Алибек Какимуллович, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Обоснована технология устойчивого лесоаграрного природопользования экологически безопасными методами, путем создания небольших лесопастбищных систем. Выявлена общая закономерность изменения температуры приземного слоя воздуха и почвы на немелиорируемых пастбищах и лесопастбищных угодьях. Приведены расчеты биоэнергетического эффекта от лесомелиоративных работ. Определено значение суммы валовой энергии в производственной продукции лесопастбищного угодья, установлен коэффициент экономической эффективности и срок окупаемости.

Введение. Значительные масштабы приобретают практически повсеместное опустошение природных пастбищ, эрозия природных территорий, засоление почв в аридных регионах. Неудовлетворительное состояние экосистем, в частности деградация земель, выдвигает задачу разработки методов их ускоренной экологической реставрации. При этом можно конструировать различные типы экосистем, оптимизированных по продуктивности, структурно-функциональной организации и устойчивости [3].

Одним из методов экологической реставрации деградированных земель является фитомелиорация. Основная ее цель – создание устойчивых лесопастбищных угодий на землях, подверженных дефляции, и превращение их в полноценные угодья, устойчивые к ветровой эрозии. Лесомелиорации пастбищ посвящены работы многих ученых, а именно В.И. Петрова, Т.Ф. Якубова, В.А. Николаева, А.А. Вакулина, Ю.М. Маслова, Н.Ф. Кулика, В.Н. Виноградова, А.Н. Кузина и др. Однако в настоящее время нужны новые подходы и программы не только в экологии, но и в сельском хозяйстве, так как произошли значительные изменения агроэкологической обстановки: усилилась региональная засушливость климата, снизилась антропогенная нагрузка на пастбища, резко уменьшилось количество вносимых минеральных удобрений, сократилось применение ядохимикатов, пестицидов, гербицидов. В таких условиях защитно-экологические функции лесных насаждений различных категорий должны возрастать, так как средства лесомелиорации характеризуются не только пространственным, но и временным масштабом воздействия на природную среду.

Биологическая мелиорация деградированных земель с использованием экологически специализированных видов растений (ксерофитов, галофитов, псаммофитов и гигрофитов) является надежным способом сохранения, обогащения и охраны биоразнообразия природных и сельско-

хозяйственных экосистем. Но в аридных регионах (сухой степи и полупустыне) выращивание эффективных защитных насаждений на больших сельскохозяйственных массивах бесперспективно. Создание долговечных лесонасаждений возможно лишь на интразональных лугово-каштановых почвах локальных понижений рельефа с пресными доступными грунтовыми водами (в виде колков)[7].

На протяжении многих десятилетий продолжается попытка внедрения лесных культур в жесткие условия местопроизрастания аридных регионов России. При этом методология защитного лесоразведения ориентирована на короткий период их ротации, вследствие недолговечности созданных насаждений. Существующие методы (подбор засухоустойчивых лесных пород, способы смешения и посадки, агротехнические и лесоводственные приемы) зачастую не могут обеспечить достаточное долголетие насаждений на исконно безлесных территориях [4].

Пустынные территории юго-востока России по природным и климатическим условиям используются главным образом для пастбищного содержания животных. Однако за последние 10–20 лет поголовье овец на каждые 100 га сельскохозяйственных угодий резко сократилось, одна из причин – сильная деградация пастбищ. Решить проблему можно за счет восстановления и коренного улучшения деградированных пастбищных угодий методами фитомелиорации. Ставка на повышение продуктивности природных сенокосов и пастбищ и совершенствование в этом направлении структуры землепользования – наиболее дешевый путь по сравнению с крупными вложениями в энергоемкую химизацию [1, 2]. Наиболее эффективным способом повышения продуктивности природных сенокосов и пастбищ является защитное лесоразведение.

Цель работы – изучение технологии устойчивого лесоаграрного природопользования эко-

гически безопасными методами, путем создания небольших лесопастбищных систем, в которых за счет снегонакоплений и более благоприятного микроклимата увеличивается продуктивность растительности по сравнению с открытыми участками степи; расчет биоэнергетического и экономического эффекта от лесомелиоративных работ.

Методика исследований. Исследования проводили в 2006–2010 гг. на территории Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН. Установлено, что лесопастбищные угодья оказывают положительное влияние на микроклимат территории расположения, которое выражается в изменении радиационного баланса солнечной энергии, теплового баланса и ветрового режима. Под защитой лесных полос улучшается микроклимат, снижается скорость ветра и происходит равномерное распределение снега [8].

В отличие от немелиорированных пастбищ на территории лесопастбищных угодий происходит как бы нормализация микроклиматической обстановки: суточный ход баланса солнечной энергии постепенно нарастает от ранних утренних часов к дневным, достигая своего пика к 13 ч, и снижается к вечерним. Лесопастбища сглаживают этот процесс, а в дальнейшем выравнивают и тепловой баланс территории [5].

Наряду с интенсивностью прямой солнечной радиации существенное значение для развития биомассы кормовой растительности имеет температурный режим. В жарких засушливых условиях Прикаспийской низменности максимальная температура воздуха в летний период может достигать 45...50 °С, при этом температура почвы нередко достигает 60...70 °С. На территории лесопастбищных угодий наблюдается значительное изменение теплового режима почвы и приземного слоя воздуха. Температуру приземного слоя воздуха и температуру почвы определяли в летний период (июнь – июль) в течение суток в 3-кратной повторности, с интервалом между измерениями 2 ч.

Измерение скорости ветра проводили анемометром на территории лесопастбищных угодий и немелиорированных пастбищ. Наблюдения осуществляли (январь, апрель, июль, октябрь) на высоте 1,3 м от поверхности почвы на различных участках кормовых угодий не менее чем в 5-кратной повторности.

Результаты исследований. Выявлена общая закономерность в изменении температуры приземного слоя воздуха на немелиорированных пастбищах и лесопастбищных угодьях. На немелиорированных пастбищах в открытой степи максимальные температуры отмечаются с 11 до 14 ч, затем начинается снижение. На территории лесопастбищных угодий в утренние часы происходит плавное увеличение температуры. Максимальная температура воздуха отмечается с 13 до 15 ч. Она ниже, чем на неме-

лиорированных пастбищах, на 8...10 °С. Затем начинается ее плавное снижение, причем ночная температура приземного слоя воздуха на территории лесопастбищ выше, чем в открытой степи, на 1,5...2 °С (табл. 1).

Таблица 1

**Температура приземного слоя воздуха
в зависимости от времени суток на высоте 1,3 м**

Время суток, ч	Место наблюдения							
	немелиорированное пастбище				лесопастбищное угодье			
	повтор			среднее значение	повтор			среднее значение
	1	2	3		1	2	3	
9	11,8	11,7	11,9	11,80	13,3	13,2	13,3	13,27
11	26,3	26,5	26,1	26,3	16,7	16,8	16,3	16,60
13	23,9	22,7	25,4	23,93	18,7	18,3	18,4	18,47
15	21,4	21,3	21,3	21,33	18	18	18,4	18,13
17	18,3	18,4	18,3	18,33	17,7	17,4	17,5	17,53
19	16,2	16	18	16,73	16,3	16,1	16	16,13
21	15,1	14,1	16,1	15,10	15	15,4	15	15,13

Аналогичные изменения происходят с температурой почвы на территории лесопастбищных угодий. Максимальная температура почвы здесь намного ниже, чем на немелиорированных пастбищах в открытой степи, и плавно уменьшается в ночные часы (табл. 2).

Таблица 2

**Температура почвы в зависимости от времени суток
на глубине 5 см**

Время суток, ч	Место наблюдения							
	немелиорированное пастбище				лесопастбищное угодье			
	повтор			среднее значение	повтор			среднее значение
	1	2	3		1	2	3	
9	18,6	18,7	18,6	18,63	16,7	16,8	16,7	16,73
11	37,4	37,5	37,4	37,43	22,4	22,1	22,1	22,20
13	48,1	48	48,1	48,07	25,2	25,3	25,1	25,20
15	39,2	39,1	39,1	39,13	25	24,9	24,8	24,90
17	25,4	25,6	25,3	25,43	22,2	22,1	22,3	22,20
19	18,7	18,4	18,2	18,43	20,7	20,5	20,7	20,63
21	14,4	14,3	14,1	14,27	18,3	18,7	18,4	18,47

Изменение теплового баланса лесопастбищных угодий связано с изменением радиационного баланса солнечной энергии и обусловлено задерживанием прямой солнечной радиации древесным пологом лесопастбищ.

Увеличение интенсивности прямой солнечной радиации влечет за собой увеличение температуры почвы и приземного слоя воздуха. Максимальные значения этих величин приходятся на 13–15 ч. Ветровой режим кормовых территорий определяется способностью древесных насаждений снижать скорость движения воздуха.

На территории лесопастбищных угодий по сравнению с открытым участком степи в течение всего года отмечали снижение скорости ветра по сравнению с немелиорированными пастбищами (табл. 3).

Таблица 3

**Средняя скорость ветра на высоте 1,3 м
от поверхности почвы, м/с**

Наблюдения по месяцам	Немелиорированное пастбище	Лесопастбищное угодье
Январь	2,5	0,3
Апрель	3,0	0,8
Июль	1,6	0,4
Октябрь	1,6	0,3

Исследования, проведенные нами, подтверждают имеющиеся сведения о том, что древесный полог лесопастбищных угодий создает значительную механическую преграду на пути движения воздушных масс, в результате чего не только снижается скорость ветра, но и ослабевает интенсивность вертикального (турбулентного) перемешивания воздушных масс вблизи поверхности земли. Снижение скорости ветра и вертикального движения воздуха на территории лесопастбища уменьшает теплообмен в приземном слое воздуха, из-за чего днем затрудняется нагревание, а ночью – охлаждение поверхностных слоев почвы и приземного слоя воздуха. Таким образом, за счет снижения интенсивности прямой солнечной радиации и регулирования ветрового режима на территории лесопастбищных угодий происходит уменьшение суточной амплитуды температурных колебаний. Это имеет большое значение для растительности лесопастбища, особенно в начале вегетационного периода, когда тепла мало, а также в период заморозков, когда изменение температуры даже на доли градуса может сыграть значительную роль [9]. Кроме того, вследствие снижения скорости ветра на территории лесопастбищного угодья уменьшается испарение с поверхности почвы и самих растений, повышается влажность воздуха.

Установлено, что в сухой субгумидной зоне продуктивность 30-летних лесопастбищных угодий составляет около 17,1 ц/га, что на 20 % больше, чем на мелиорированных пастбищах, и на 109 % больше, чем на немелиорированных. В семиаридной зоне продуктивность в среднем 12,9 ц/га, что соответственно на 32 и на 158 % больше, а в аридной – 8,5 ц/га, что на 44 и на 204 % больше.

Таким образом, при формировании лесопастбищных угодий наблюдается 2–3-кратное повышение продуктивности кормовых трав, обусловленное лучшими по сравнению с немелиорированными пастбищами условиями роста растений, изменением их видового состава. Это связано с благоприятным влиянием древесного полога на микроклимат территории лесопастбища.

На основании проведенных исследований нами разработана и предложена следующая схема смещения пород деревьев (ясени и дуба): Я-Д-Д-Я. Расстояние между рядами составляет 3 м, в ряду – 1,5 м, а в междурядном пространстве – 150 м. Общее чис-

ло рядов – 12, из них 6 рядов дуба и 6 рядов ясени. Таким образом, культуры представляют собой модель лесопастбищного угодья в виде небольшого разреженного лесного массива. Ширина лесопастбища 768 м. Направление рядов в насаждении с юго-запада на северо-восток, перпендикулярно направлению господствующих суховейных ветров. Посадку сеянцев осуществляли на глубину 15 см. После посадки в обоих вариантах опыта не проводились агротехнические уходы (см. рисунок).

Схема участка лесопастбищного угодья

Затраты, произведенные при создании 1 га лесопастбищных угодий, лучше всего представить в соответствии с методикой оценки совокупных затрат энергии. Методика расчета совокупных затрат базируется на основе типовых и модифицированных технологических карт, позволяющих учесть расходы всех ресурсов в различных показателях и привести их к единому показателю на основе агроэнергетических эквивалентов. При этом для оценки качества кормов используют показатели валовой или обменной энергии, МДж, и продуктивности с1 га, МДж.

Для оценки разнообразных агроэкосистем в кормопроизводстве нельзя ограничиваться только эффектом, полученным по сбору обменной энергии (ОЭ) в корме, с учетом системного подхода и комплексной оценки необходимо всесторонне учитывать изменения плодородия почв как неизбежное следствие различных уровней интенсификации (табл. 4). Поэтому оценку затрат необходимо проводить с учетом средневзвешенных показателей за период пользования (1–2 ротации) и с учетом затрат, связанных с изменением плодородия почвы.

Таблица 4

**Энергетическая оценка продуктивности
лесопастбищных угодий**

Растения	Выход валовой продукции, т/га	Энергетический эквивалент, МДж/кг	Энергия получаемого корма, МДж/га	Энергетическая эффективность повышения плодородия почв (по Кретьнину В.М.), МДж/га
Житняк	4,30	3,7	1591,0	4900
Прутьняк	4,70	6,4	3008,0	
Терескен	11,90	2,1	2499,0

Совокупные затраты в сельскохозяйственном производстве принято делить на прямые (непосредственно связанные с проведением сельскохозяйственных работ по определенной технологии) и косвенные (стройматериалы, пленки, средства защиты, удобрения). Овеществленные затраты энергии при установленном физическом объеме далее переводятся в энергетические показатели на основе соответствующих эквивалентов. Мы провели расчеты возможных затрат энергии на создание 1 га лесопастбищных угодий при подготовке почвы по системе черного пара (табл. 5).

Таблица 5

**Овеществленные затраты энергии на создание
1 га лесопастбищных угодий, МДж**

Вид работ	Марка машин	Затраты машин и механизмов	Полные затраты машин и механизмов	Затраты на посадочный материал	Полные затраты
Подготовка почвы	ДТ-75М	22006	43905	–	43905
	МТЗ-82	12658			
	ПЛН-4-35	2700			
	ППН-40	3200			
	БДН-1,3	1829			
	БЗСС-1,0	1512			
Создание древесного полога	МТЗ-82	4863	6371	28000	34371
	СЛЧ-1	1508			
Итого на 1 га лесопастбища	–	50276	50276	28000	78276

Подготовка почвы по системе черного пара является наиболее оптимальной для засушливых условий аридных зон. Она включает в себя глубокую зяблевую пахоту, весеннее покровное боронование, уход за паром в течение весенне-летнего периода, осеннюю перепашку пара, весеннее покровное боронование. В процессе обработки создается рыхлое строение почвы с прочной мелкокомковатой структурой, накапливается и сохраняется в ней достаточное количество влаги и улучшается режим питания растений. От этого зависит не только приживаемость высаженных растений, но и их успешный рост в дальнейшем [6].

Определение затрат совокупной энергоёмкости технологий проводили на основе технологических карт применительно к конкретным агроклиматическим и экономическим условиям с учетом материально-технологического обеспечения или прогнозируемого применения вновь разработанных технологий на основе экспериментальных данных. Метод агроэнергетической оценки эффективности позволяет выбрать наиболее перспективные технологии и системы кормопроизводства.

Для определения агроэнергетического коэффициента K_1 полезного действия технологий и систем находят частное от деления суммы валовой энергии P_1 , МДж/га, в производственной продукции и повышения (или снижения) плодородия почвы P_2 , МДж/га, на среднегодовые затраты технологий выращивания культуры в

севообороте E_1 и затраты на заготовку кормов E_2 , МДж/га, по формуле:

$$K_1 = \frac{P_1 + P_2}{E_1 + E_2}.$$

В результате проведенного анализа было выявлено, что коэффициент экономической эффективности равен

$$K = \frac{7098,0 + 4900}{48256,4} \approx 0,25.$$

$$\text{Срок окупаемости: } T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Pi} = 4,02.$$

Исходя из этих данных, полный срок окупаемости с учетом времени, затраченного на лесомелиорацию, составит 4 года, при этом коэффициент эффективности – 0,25, что приблизительно находится в рамках нормативов, установленных для сельского хозяйства.

Заключение. Установлено, что на территории Прикаспийской низменности предлагаемая древесно-кустарниковая конструкция лесного колка пригодна для создания лесопастбищных систем. При этом территория, охваченная лесомелиорацией, будет представлять собой устойчивый своеобразный западинно-колочный ландшафт, в котором домашние животные могут не только использовать веточный корм в период бескормицы, но и укрываться от летнего зноя и осенне-зимних ветров.

Проведение подобных мероприятий положительно отражается на содержании выпасаемых животных и на окружающей среде. Именно при такой организации территории соблюдаются принципы устойчивого землепользования. Процесс мелиорации (мезофитизации) части территории (агролесной) и перевод ее на более высокий биопродукционный уровень ограничивается конкретным местом и не влечет за собой отрицательных экологических последствий из-за обособленности и относительно небольшой площади воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронин И.В., Сенкевич А.А., Бугаев В.А. Экономическая эффективность в лесохозяйственном и агролесомелиоративном производствах. – М.: Лесн. пром-сть, 1975. – 116 с.
2. Динамика видового состава и продуктивности трав пастбищ под влиянием лесных полос / П.Н. Прозоров [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 8. – С. 24–28.
3. Концепция адаптивного лесоаграрного природопользования в аридной зоне (на примере Российского Прикаспия). – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1996. – 32 с.
4. Крючков С.Н., Маттис Г.Я. Лесоразведение в засушливых условиях. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2014. – 300 с.
5. Кузин А.Н. Агролесомелиоративные основы освоения современных очагов опустынивания Прикаспия. – Саратов, 2001. – 184 с.

6. Кузин А.Н., Петров В.И. Мелиорация деградированных пастбищ Северо-Западного Прикаспия саванными насаждениями // Охрана почв Калмыкии: сб. науч. тр. – Элиста, 1996. – С. 5.

7. Манаенков А.С. Лесомелиорация арен засушливой зоны. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2014. – 420 с.

8. Павловский Е.С., Петров В.И. Агролесомелиорация и адаптивное природопользование в аридной зоне // Лесомелиорация и ландшафт: сб. науч. тр. – Волгоград, 1993. – Вып. 1(105). – С. 5–11.

9. Шардаков А.К., Эрдниева Е.П. Лесомелиоративное освоение полупустынных территорий Прикаспия // Вестник Алтайского госагроуниверситета. – 2011. – № 3. – С. 86–91.

Халилов Шахвар Азимович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия. 410056, г. Саратов, ул. Советская, 60. Тел.: (8452) 74-96-35.

Шардаков Алибек Какимуллович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Геоэкология и инженерная геология», Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. Россия. 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77. Тел.: (8452) 74-96-65.

Ключевые слова: лесопастбищные угодья; энергия; агроэнергетический коэффициент; продуктивность.

ECOLOGICAL OPTIMIZATION OF AGROLANDSCAPES IN THE DRY ZONE OF THE SOUTH-EAST IN RUSSIA

Khalilov Shakhvar Azimovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Technospheric Security and Transport-Technological Machines", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia

Shardakov Alibek Kakimullovich, Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Geoecology and Engineering Geology", Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A. Russia.

Keywords: sylvopastoral lands; energy; agroenergetic coefficient; productivity.

The presented article substantiates the technology of sustainable forest management of nature using ecologically safe methods, by creating small sylvopastoral systems. The general regularity of changes in the temperature of the surface layer of air and soil on non-reclaimed sylvopastoral lands is revealed. Calculations of the bioenergetic effect from forest reclamation works are given. The value of the sum of gross energy in the production of sylvopastoral land is determined, the coefficient of economic efficiency and the payback period are established.

DOI

УДК 638.082; 577.2

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АЛЛЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ КАППА-КАЗЕИНА И ДИАЦИЛГЛИЦЕРОЛ О-АЦИЛТРАНСФЕРАЗЫ

ШАЙДУЛЛИН Радик Рафаилович, Казанский государственный аграрный университет

ШАРАФУТДИНОВ Газимзян Салимович, Казанский государственный аграрный университет

МОСКВИЧЕВА Анастасия Борисовна, Казанский государственный аграрный университет

Рассмотрена воспроизводительная способность высокопродуктивных коров с различными аллельными вариантами генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы. Выявлено, что коровы с генотипом CSN3^{AA}, CSN3^{AB} и DGAT1^{KK} имеют продолжительные сервис- и межжельный периоды и меньшие показатели коэффициента воспроизводительной способности и индекса плодовитости, что свидетельствует о некотором снижении их воспроизводительных качеств.

Введение. В животноводстве получение молока зависит не только от уровня молочной продуктивности, но и от воспроизводительной способности коров. К тому же воспроизводство является основным биологическим условием, регулирующим рост поголовья. При невысоких показателях воспроизводительной способности сдерживается темп роста стада. Также от состояния и уровня воспроизводства зависит эффективность селекционно-племенной работы, продолжительность продуктивного долголетия высокопродуктивных животных и качество получаемой животноводческой продукции [3, 6, 8, 10]. Следовательно, кроме повышения молочной продуктивности

необходимо улучшать воспроизводительные качества молочного скота.

Изучению воспроизводительной способности коров в зависимости от разных генотипов маркерных генов посвящены работы некоторых отечественных ученых [1, 2, 4, 7, 9]. Полученные ими результаты несколько противоречивы и позволяют сделать вывод, что для каждого отдельного стада они могут быть различными, на что влияет множество генетических и паратипических факторов – порода, уровень удоя, условия кормления и содержания. При этом исследователи констатируют, что нет четкого отрицательного влияния генотипа животных по аллельным