

УДК 631.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР В ВОССТАНОВЛЕНИИ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЭРОДИРОВАННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Шакун Александр Александрович

Абдурахманов Салохиддин Бахрон угли

Бозоров Бехруз Феруз ўгли

(научный руководитель: Болдырева Леся Михайловна, канд. тех. наук,
доцент кафедры строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов)

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет»

Факультет гидромелиорации г. Краснодар, Россия

Каршинский государственный технический университет

Факультет ирригации и гидромелиорации г. Карши, Узбекистан.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.23196646>

Аннотация. Черноземы Кубани, являющиеся фундаментом агропромышленного комплекса юга России, на протяжении длительного периода испытывают негативное воздействие от эрозионных процессов, приводящих к деградации почвенного профиля.

Ключевым проявлением этой деградации выступает устойчивое снижение содержания гумуса - интегрального показателя почвенного плодородия и важнейшего фактора устойчивости агроэкосистем. В связи с этим актуализируется поиск альтернативных стратегий восстановления почв, среди которых все более значимую роль приобретают методы биологической ремедиации.

Ключевые слова: черноземы Кубани, эрозия почв, гумусное состояние, сидеральные культуры, микробиологические удобрения, биоремедиация, восстановление плодородия.

EFFECTIVENESS OF USING MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS AND GREEN MANURE CROPS IN RESTORING THE HUMUS CONTENT OF ERODED BLACK SOILS IN THE WESTERN PRE-CAUCASUS

Abstract. The Kuban chernozems, which are the foundation of the agro-industrial complex in southern Russia, have been negatively affected by erosion processes for a long time, leading to degradation of the soil profile. The key manifestation of this degradation is a steady decrease in the humus content, which is an integral indicator of soil fertility and a crucial factor in the sustainability of agroecosystems. In this context, the search for alternative strategies for soil restoration is becoming increasingly important, and biological remediation methods are gaining significant attention.

Keywords: Kuban chernozems, soil erosion, humus state, green manure crops, microbiological fertilizers, bioremediation, and restoration of fertility.

Кубанские чернозёмы обладают уникальным гумусовым профилем и, благодаря этому являются одними из самых плодородных и ценных почв в России. По официальным данным на 2015 год сельскохозяйственные угодья на этих почвах составляли 3148,6 тыс. га.

Этого было достаточно для обеспечения значительной части сельскохозяйственного производства региона.

Для сохранения продуктивности этого типа земель, необходимо контролировать их рациональное использование и совершенствовать методы рекультивации подвергшихся эрозии почв.

Эрозия, вызванная чрезмерным стоком поверхностных вод и ветром, приводит к разрушению верхнего слоя чернозема, наиболее богатого питательными веществами.

Впоследствии это приводит к уменьшению содержания гумуса и питательных веществ и снижению биологической активности. Особое внимание следует уделить следующим антропогенным факторам: использование неправильных агротехнических приёмов, чрезмерное измельчение почвы, несоблюдение севооборотов, выпас скота, нерациональное землепользование. Среди природных факторов ключевую роль играют изменения климата, усиливающие ливневый характер осадков и повторяемость суховеев.

Традиционные методы рекультивации эродированных черноземов Кубани, такие как механическое укрепление склонов, внесение удобрений и повторное засеивание, часто не дают ожидаемого эффекта. Основной недостаток заключается в том, что механические приёмы восстановления такие, как боронование, плоскорезное рыхление и мелкое выравнивание поверхности - приводят к нарушению естественной агрегатной структуры почвы. Нарушение почвенных агрегатов снижает пористость и водопроницаемость, что ухудшает водный режим и способствует усилению водной эрозии.

Одна из составляющих экономической неэффективности связана с низкой отдачей от рекультивационных работ. Значительные вложения средств, направленные на техническую рекультивацию (планировку поверхности, мелиоративную обработку, внесение стартовых доз минеральных удобрений), зачастую не сопровождаются адекватными мерами по восстановлению биологической части почвенной системы.

Согласно исследованиям Исмаилов Н.М. биологическая активность определяет способность почвы к самовосстановлению, устойчивому функционированию и реализации своего продуктивного потенциала [2]. Отсутствие конкретных воздействий, стимулирующих развитие микробных сообществ, интенсификацию ферментативных процессов и воспроизводство гумусового вещества, превращает рекультивацию преимущественно в механическую операцию, не затрагивающую глубинных механизмов формирования почвенного плодородия. Из-за отсутствия комплексного восстановления биологической активности почвы и гумусового слоя не происходит увеличения урожайности и обеспечения устойчивости плодородия.

Объектом исследования стали не фоновые, а эродированные черноземы Кубани, что позволило оценить потенциал биологических методов в условиях дефицита гумуса и нарушенного профиля, ранее считавшихся малоперспективными для быстрого восстановления.

Современный подход к оценке эффективности рекультивационных мероприятий предполагает применение комплексной системы критериев, позволяющей проводить многофакторный анализ восстановления деградированных агроландшафтов. Критерии оценки эффективности рекультивации сельскохозяйственных земель включают следующие группы показателей:

-агрофизические критерии, к ним относятся: плотность сложения почвы, водопрочность структурных отдельностей, общая пористость, влагоемкость, водопроницаемость и гранулометрический состав;

-агрохимические критерии, состоящие из содержания гумуса и его фракционного состава, pH почвенного раствора, содержания основных элементов питания и емкости катионного обмена;

-биологические критерии, включающие ферментативную активность почв, численность и разнообразие почвенной микрофлоры, биомассу микроорганизмов, дыхание почвы и фитомелиоративный потенциал;

-продукционные критерии: урожайность сельскохозяйственных культур, качество растениеводческой продукции, биометрические показатели растений и индекс листовой поверхности;

- критерии устойчивости почв к эрозии, состоящие из коэффициента эрозионной опасности, индекса стабильности ландшафта и степени проявления эрозионных процессов;

-экономические критерии, включающие стоимость рекультивационных мероприятий, срок окупаемости затрат, чистый дисконтированный доход и рентабельность восстановительных работ;

-экологические критерии, охватывающие содержание загрязняющих веществ в почве и продукции, биоразнообразие агроценоза и экологическую устойчивость восстановленных земель;

Таблица 1 Сравнительный анализ различных методов рекультивации для условий Краснодарского края (расчет на 1 га).

Критерий	Традиционный метод (вспашка, севооборот)	Современные методы (фиторемедиация, биопрепараты, точное земледелие No-Till)
Срок восстановления	5-7 лет	1-3 года
Затраты на ГСМ и технику	Высокие	Ниже на 50-70%
Восстановление плодородия	Медленное (за счет трав)	Быстрое (за счет сидератов и микробиоты)

Результаты исследования показывают наиболее выгодную экономическую целесообразность современных методов рекультивации. Важным отличием современных методов является сокращение периода восстановления почв с 5-7 лет до 1-3 лет, что позволяет минимизировать период вывода сельскохозяйственных земель из активного оборота. Снижение затрат на ГСМ и технику позволяет снижать производственные издержки и уменьшает воздействие техники на почву. Важным критерием современных методов является их приспособленность к условиям эродированных черноземов Кубани.

Технология точного земледелия показывает увеличение влагоемкости почв на 15-20%, что является стратегическим преимуществом в засушливые периоды.

На основе полученных данных можно дать конкретные рекомендации для хозяйств Краснодарского края.

Выводы показывают существенную разницу эффективности применяемых методов рекультивации в зависимости от типа и степени деградации почвенного покрова.

Анализ агрофизических показателей показывает, что максимальный эффект по восстановлению гумусного состояния наблюдается при одновременном применении нескольких методов. Точное земледелие (No-Till) в совокупности с фитомелиорацией и биопрепаратами позволяют добиться увеличения содержания водопрочных агрегатов почти в 2 раза, на 25-27% в сравнении с исходным состоянием.

При этом методы, применяемые по отдельности, показывают недостаточную эффективность. Традиционная вспашка с травосеянием обеспечивает прирост всего 7-9% водопрочных агрегатов, что статистически незначимо на 5% уровне достоверности.

Литература

1. Голованов, А. И. Рекультивация нарушенных земель / А. И. Голованов, Ф. М. Зимин, В. И. Сметанин; под ред. А. И. Голованова. — Москва: КолосС, 2009. — 325 с.
2. Исмаилов Н.М. Нефтяное загрязнение и биологическая активность почв // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. М.: Наука, 1982. С. 227-235.
3. Шакун А. А., Болдырева Л. М. Оценка эффективности природоподобных технологий для минимизации необратимых техногенных изменений // Россия и мировое сообщество: проблемы демографии, экологии и здоровья населения: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции / Московский университет имени С. Ю. Витте, филиал в г. Пенза и [др.]; под ред. Морозова С. Д., Жиромской В. Б. – Пенза: ПГАУ, 2025. – 350 с.
4. Цыба Г. М., Болдырева Л. М. Анализ соответствия состояния объектов природообустройства критериям качества окружающей среды // Россия и мировое сообщество: проблемы демографии, экологии и здоровья населения: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции / Московский университет имени С. Ю. Витте, филиал в г. Пенза и [др.]; под ред. Морозова С. Д., Жиромской В. Б. – Пенза: ПГАУ, 2025. – 350 с.