

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ БИОЭНЕРГЕТИКИ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

*М. Р. Оразбердиева<sup>1</sup>, Г. Я. Джумадурдыева<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Научный сотрудник научно-производственного центра «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана, город Мары, Туркменистан, mahribanorazberdyyeva@gmail.com

<sup>2</sup> Студентка 2-го курса Государственного энергетического института Туркменистана, город Мары, Туркменистан, guljahanyagshy@gmail.com

### **Аннотация**

Туркменистан, будучи экономически развивающейся страной, придает большое значение использованию возобновляемых источников энергии, в том числе и биоэнергетике. Для развития биоэнергетики целесообразно использовать биоэнергетическое сырье на основе местных ресурсов. Возможности применения местных ресурсов в целях биоэнергетики во многом зависят от объема ресурсной базы. В статье приводится сравнительный анализ, основывающийся на данных научных исследований, проводимых в НПЦ «Возобновляемые источники энергии» ГЭИТ.

**Ключевое слово.** Биоэнергетика, масличные культуры, биомасса, утилизация отходов, дренажные воды, биотехнология.

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE RAW MATERIAL BASE OF BIOENERGY IN TURKMENISTAN

*<sup>1</sup>M. R. Orazberdiyeva, <sup>2</sup>G. Ya. Jumadurdyeva*

### **Abstract**

Turkmenistan, being an economically developing country, attaches great importance to the use of renewable energy sources, including bioenergy. For the development of bioenergy, it is advisable to use bioenergy raw materials based on local resources. The possibility of using local resources for bioenergy purposes largely depends on the size of the resource base. The article provides a comparative analysis based on scientific research data conducted at the Scientific and Production Center "Renewable Energy Sources" of SEIT.

**Keywords:** Bioenergy, oilseeds, biomass, waste management, drainage water, biotechnology.

### **Введение**

Туркменистан, обладая богатейшими запасами энергоносителей, уделяет огромное внимание поиску новых экологически чистых источников энергии. В стране принята Национальная стратегия развития возобновляемой энергетики до 2030 года, а в целях усиления правовой базы для ее реализации – Закон Туркме-

нистана о возобновляемых источниках энергии (2021 г.) [1]. Целью национальной стратегии является обеспечение экономической, продовольственной, водной и экологической безопасности страны путем подготовки мер по внедрению возобновляемых источников энергии в производство. Реализация Национальной стратегии будет способствовать устойчивому экономическому развитию страны.

Одной из форм возобновляемой энергии является биоэнергетика. Биоэнергия – один из видов возобновляемых источников энергии. Для производства биоэнергии в настоящее время в некоторых странах в качестве сырья используются различные масличные культуры. Наиболее широко применяемыми в мире является рапс, кукуруза, пальма и соевые бобы [2].

Территория Туркменистана характеризуется резкой континентальностью климата. В условиях аридной зоны страны наблюдается низкая продуктивность орошаемых земель. Орошаемые массивы земель характеризуются продолжительностью вегетационного периода, высокой суммой эффективных температур, которые создают благоприятные условия для возделывания любой сельскохозяйственных культуры, кроме чая и кофе (только при орошении). Здесь получают высокие урожаи масличных культур [3]. В таблице 1 приводится сравнительная таблица масличных культур как энергоисточников.

**Таблица 1** – Сравнительная таблица масличных культур как энергоисточников.

Культура	Средняя урожайность, ц/га	Масличность, %	Водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Энергосодержание по маслу, ГДж/га
Соя	25	22	4500	42
Кунжут	15	60	4200	62
Подсолнечник	20	60	3000	54
Микроводоросли	11204	55	—	104

Как показано в таблице 1, выращивание масличных культур в условиях Туркменистана для энергетических целей требует большое количество воды. В условиях климатических изменений и ограниченности водных ресурсов выращивание энергетических культур, требующих большого количества воды, экономически нецелесообразно. Биоэнергию также можно получить из микроводорослей [4].

С середины прошлого века в Туркменистане проводятся научные исследования по изучению микроводорослей. В результате этих исследований было установлено, что в водоемах страны встречается 827 видов водорослей. Среди них одно из главных мест занимают зеленые водоросли [5]. Зеленые водоросли отличаются от обычных растений разнообразием, химической стабильностью и высокой приспособляемостью. При изменении питательной среды микроводоросли в значительной степени меняют морфологическую структуру, скорость роста, деление, плодовитость и химический состав клеток. Микроводоросли отличаются от наземных растений устойчивостью к кислотности и засоленности питательной среды. Они переносят также кратковременные изменения водородного показателя пищевой среды в пределах 1–12. Количество витаминов, белков, жи-

ров, углеводов и других веществ в биомассе микроводорослей зависит от питательной среды, температуры и освещенности. Например, когда питательная среда богата азотом, микроводоросли синтезируют большое количество белка. Если в питательной среде мало азота, то микроводоросли начинают синтезировать больше жиров и углеводов.

Макроэлементы, такие как N, P, K, Mg, S, и микроэлементы, такие как F, Mn, Cu, Zn, Mo, B и Co необходимы для нормального роста микроводорослей [6]. Также в пищевой среде микроводорослей встречаются такие элементы, как Cd, Cr, Ni, V, W, Al, Pb, Sn, F, As, Se, Hg, относящиеся к макро- и микроэлементам. Микроводоросли сохраняют свою жизнеспособность даже при резком изменении концентрации и температуры питательной среды. Высокий уровень роста сохраняется после нормализации концентрации питательной среды.

В настоящее время в Туркменистане на орошаемых площадях образуется около 6 миллиардов кубометров дренажных вод. Были проведены многолетние исследования и разработаны рекомендации по использованию этой воды для орошения солеустойчивых кормовых культур [7]. Однако возможности использования дренажных вод для энергетических целей до сих пор не уделяется должного внимания.

С развитием орошаемых земель увеличивается объем коллекторно-дренажных вод. Они образуются в результате периодических поливов, когда отмечается избыточный полив, а также при рассолении почв промывкой. Во время избыточного полива определенная часть минеральных удобрений смывается и затем попадает в дренаж. Дренажные воды региона характеризуется как среднеминерализованные воды. Основными загрязнителями воды в открытой дренажной сети являются: ионы кальция, магния, натрия, гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды формирующие ионно-солевой состав дренажных вод. Дренажные воды так же содержат основные биогенные элементы (N, P, S, Mg, K, Ca). Количественный и качественный анализ ионного состава дренажных вод показал, что они могут быть применены в разработке технологий питательной среды для выращивания микроводорослей. Была установлена жизнеспособность микроводоросли *Chlorella vulgaris* в дренажной воде [8-9].

### **Заключение**

В связи с наличием достаточного количества ресурсов наиболее перспективным направлением развития сырьевой базы биоэнергетики Туркменистана является выращивание микроводорослей в дренажных водах.

Преимущества выращивания микроводорослей в сточных водах объясняются тем, что они не наносят вреда продовольственной безопасности, размножаются в 15–20 раз быстрее, чем другие растения, дешевле в переработке, так как не имеют твердой оболочки, не оказывают вредное воздействие на окружающую среду. Практическая значимость производства биомассы микроводорослей представляет собой утилизацию дренажных вод, сформированных на орошаемых полях и трансформацию возобновляемой энергии с целью получения энергетического сырья.

### Список цитированных источников

1. О возобновляемых источниках энергии: Закон Туркменистана. Ашхабад : 2021.
2. Анализ развития производства биоэнергетического топлива / Н. Ю. Курнакова [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 9 (2). – С. 268–272.
3. Соя – полезная культура / Оразбердиева // Новое село. Научно-производственный журнал Министерства сельского хозяйства Туркменистана – 2008. № 9, 32 с.
4. Ильвицкая, С. В. Применение микроводорослей в биоэнергетике с использованием технологии улавливания и хранения углерода / С. В. Ильвицкая, А. Г. Чистякова // Международный научно-исследовательский журнал – № 11 (113) – 2021. – Ч. 1.
5. Состояние биологического разнообразия. Обзор. // Министерство охраны природы Туркменистана – Ашхабад : 2002.
6. Упитис, В. В. Макро- и микроэлементы в оптимизации минерального питания микроводорослей / В. В. Упитис. – Рига : Зинаьге – С. 296.
7. Эсенов, П. Проблемы деградации земель и некоторые пути их решения / П. Эсенов // Проблемы освоения пустынь. – 2006. – № 4.
8. Джумадурдыев, О. Изучение возможностей культивирования микроводорослей в дренажных водах / О. Джумадурдыев, М. Р. Оразбердиева, М. Ш. Шыхыева // Вестник Сыктывкарского университета. – Серия 2, Биология, геология, химия, экология. – 2023. – № 1 (25). С. 26–30. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-26>.
9. Хамидов, М. Х. Снижение минерализации коллекторно-дренажных вод / М. Х. Хамидов, У. А. Жураев // Аграрная наука. – 2018. – (10). С. – 52–54. <https://doi.org/10.3263/0869-8155-2018-319-10-52-54>.