

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭВГЕНОЛА В УСЛОВИЯХ ТУРКМЕНИСТАНА

А. Бабаева, преподаватель

Ю. Худайбериев, студент

Туркменский государственный университет имени Махтымкули
(Туркменистан, г. Ашхабад)

DOI:10.24412/2500-1000-2025-2-3-112-114

Аннотация. Эвгенол ($C_{10}H_{12}O_2$) – органическое соединение, относящееся к классу фенолов, которое широко применяется в медицине, фармацевтике, парфюмерии, пищевой и химической промышленности. В данной статье рассматриваются методы получения эвгенола, включая экстракцию из природного сырья, химический синтез и биотехнологические подходы, с учетом природных, сырьевых и технологических особенностей Туркменистана. Анализируются перспективы промышленного производства эвгенола в стране, а также возможные способы оптимизации его синтеза и переработки.

Ключевые слова: эвгенол, экстракция, химический синтез, биотехнология, Туркменистан, эфирные масла, переработка лигнина, промышленное производство.

Эвгенол является ценным химическим соединением, известным благодаря своим антисептическим, антиоксидантным и ароматическим свойствам. Он входит в состав эфирных масел многих растений, в частности гвоздики (*Syzygium aromaticum*), базилика (*Ocimum basilicum*), корицы (*Cinnamomum verum*) и лавра (*Laurus nobilis*).

В Туркменистане имеются благоприятные условия для выращивания растений, содержащих эвгенол, а также развитая нефтехимическая промышленность, что делает возможным производство эвгенола как биологическим, так и синтетическим путем. В статье рассматриваются основные методы получения эвгенола и их адаптация к условиям Туркменистана.

Туркменистан обладает благоприятными климатическими условиями для выращивания эфиромасличных растений, которые могут служить источниками эвгенола. К числу наиболее перспективных культур относятся:

Базилик (*Ocimum basilicum*) – содержит до 5% эфирного масла, из которого 60-70% может составлять эвгенол. Выращивается в Туркменистане, требует минимального ухода и дает несколько урожаев за сезон.

Лавр благородный (*Laurus nobilis*) – содержит до 45% эвгенола в составе эфирного масла. Может успешно культивироваться в южных районах страны.

Корица (*Cinnamomum verum*) – содержит эвгенол в коре и листьях. Выращивание воз-

можно в тепличных условиях, но экономическая целесообразность требует дальнейшего изучения.

Гвоздичное дерево (*Syzygium aromaticum*) – основной природный источник эвгенола (до 85% в гвоздичном масле), но не произрастает в Туркменистане. Может быть использовано в виде импортируемого сырья.

Для промышленного получения эвгенола в стране можно развивать экстракцию эфирных масел из базилика и лавра, а также организовать переработку импортного гвоздичного масла.

Существуют различные методы выделения эвгенола из эфирных масел, включая традиционные и современные технологии.

Этот метод является наиболее распространенным для извлечения эфирных масел из растений. Он основан на пропускании водяного пара через измельченное растительное сырье. При этом эфирное масло отделяется от водной фазы, а затем очищается перегонкой.

Преимущества:

- Высокая чистота получаемого эвгенола.
- Возможность масштабирования.
- Недостатки:
- Высокие энергозатраты.
- Требуется большое количество сырья.

Используются такие растворители, как этанол, гексан, метанол. Метод позволяет извлечь большее количество эвгенола, но требует дополнительной очистки конечного продукта.

Преимущества:

- Высокий выход эвгенола.
- Экстракция возможна даже из плохо поддающихся перегонке растений.

Недостатки:

- Остатки растворителей могут оставаться в продукте, требуя дополнительной очистки.
- Возможные потери эфира при испарении
- Необходимость утилизации использованных растворителей.

Современный метод, основанный на использовании углекислого газа в сверхкритическом состоянии. При высоких давлениях CO₂ ведет себя как растворитель и эффективно извлекает эвгенол из сырья.

Преимущества:

- Высокая селективность – позволяет извлекать только нужные компоненты
- Отсутствие токсичных растворителей, экологичность.
- Возможность получения высокочистого эвгенола.

Недостатки:

- Дорогостоящее оборудование.
- Высокие требования к технологии.

Современные методы, ускоряющие процесс извлечения эфирных масел за счет воздействия микроволн или ультразвуковых волн.

Преимущества:

- Значительное сокращение времени экстракции.
- Повышение выхода эвгенола.

Недостатки:

- Требуется специализированного оборудования.
- Ограниченные исследования в отношении некоторых видов сырья.

После экстракции эвгенол очищается методом ректификации или жидкостной экстракции. В Туркменистане можно использовать уже существующие мощности нефтехимической промышленности для очистки эвгенола, что снизит себестоимость конечного продукта.

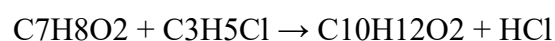
Помимо экстракции из природного сырья, эвгенол может быть получен путем химического синтеза, что особенно актуально в странах с развитой нефтехимией.

Гваякол (2-метоксифенол) является химическим предшественником эвгенола и может

быть получен из лигнина (древесных отходов) или нефтехимического сырья.

Основные этапы синтеза:

Алкилирование гваякола аллилхлоридом



Используются кислотные или основные катализаторы.

Преимущества метода:

- Высокий выход продукта.
- Возможность производства в больших объемах.

Недостатки:

- Требуется специального оборудования.
- Образование побочных продуктов.

Лигнин – это один из наиболее распространенных природных полимеров, содержащий фенольные группы. При каталитическом разложении лигнина можно получить гваякол и его производные, включая эвгенол.

Основные этапы процесса:

1. Гидротермальная обработка лигнина.
2. Каталитическое гидрирование гваякола.
3. Очистка и выделение эвгенола.

Перспективность для Туркменистана:

- Возможность переработки отходов древесины и сельского хозяйства.
- Экономически выгодное производство.

Современные биотехнологии позволяют получать эвгенол с использованием микробиологических процессов.

Некоторые штаммы бактерий и грибов могут трансформировать гваякол в эвгенол при ферментации.

Ключевые организмы:

Pseudomonas putida – используется для биотрансформации фенолов.

Saccharomyces cerevisiae (дрожжи) – могут синтезировать эвгенол при модификации метаболических путей.

Преимущества:

- Экологически чистый процесс.
- Возможность использования отходов биомассы.

Недостатки:

- Медленный процесс.
- Высокая стоимость биореакторов.

Перспективным направлением является использование генетически модифицированных микроорганизмов, способных синтезировать эвгенол из простых сахаров.

Технология включает:

1. Введение генов, кодирующих ферменты синтеза эвгенола.

2. Оптимизацию условий культивирования бактерий.

3. Очистку и выделение эвгенола.

4. Промышленное производство эвгенола в Туркменистане

Для организации производства эвгенола в Туркменистане можно использовать:

1. Выращивание базилика и лавра – позволит получить сырье для экстракции.

2. Импорт гвоздичного масла – может использоваться в переработке.

3. Переработку лигнина и нефтехимического сырья – перспективный вариант.

Для эффективного производства требуется:

- Внедрение современных методов экстракции (CO₂, ультразвук).

- Использование каталитических методов синтеза.

- Развитие биотехнологий.

- Туркменистан имеет доступ к дешевому сырью.

- Возможно экспортное производство для стран СНГ и Ближнего Востока.

- Вложения в биотехнологии позволят снизить себестоимость.

Эвгенол – ценное химическое соединение, широко используемое в медицине, фармацевтике и косметике. Туркменистан обладает потенциалом для его промышленного производства благодаря наличию природных ресурсов и развитой нефтехимической отрасли.

Наиболее перспективными методами получения эвгенола в условиях страны являются:

- Экстракция из базилика и лавра.

- Переработка импортного гвоздичного масла.

- Синтетическое производство из гваякола и лигнина.

- Использование биотехнологий.

Развитие этих направлений позволит создать конкурентоспособное производство эвгенола, обеспечивая внутренний рынок и экспорт.

Библиографический список

1. Бердимухамедов Г. Лекарственные растения Туркменистана I-XV тома. – Ашхабад: ТГПС, 2008-2024.

2. Петрова И.В. Современные методы экстракции эфирных масел из растительного сырья // Химия растительного сырья. – 2020. – №3. – С. 45-56.

METHODS OF EUGENOL PRODUCTION IN THE CONDITIONS OF TURKMENISTAN

A. Babayeva, *Lecturer*

Yu. Huadayberdiyev, *Student*

Makhtumkuli Turkmen State University

(Turkmenistan, Ashgabat)

Abstract. *Eugenol (C₁₀H₁₂O₂) is an organic compound belonging to the phenol class, widely used in medicine, pharmaceuticals, perfumery, food, and chemical industries. This article examines methods for obtaining eugenol, including extraction from natural raw materials, chemical synthesis, and biotechnological approaches, considering the natural, raw material, and technological conditions of Turkmenistan. The prospects for industrial production of eugenol in the country are analyzed, along with possible ways to optimize its synthesis and processing.*

Keywords: *eugenol, extraction, chemical synthesis, biotechnology, Turkmenistan, essential oils, lignin processing, industrial production.*