

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.16>ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ *TRIGONELLA FOENUM-GRAECUM* НА УРОВЕНЬ ГЛИКЕМИИ, ТРАНСАМИНАЗ, ЛИПИДНЫЙ ПРОФИЛЬ У КРЫС С АЛЛОКСАНОВЫМ ДИАБЕТОМ

Научная статья

Вечканова Н.А.¹, Кильдеева А.Р.², Калабкина Е.С.³*, Бакова Т.И.⁴, Нескина Д.И.⁵, Сысоева Д.И.⁶, Семенов М.Д.⁷, Казаев Д.Д.⁸, Асташкина В.А.⁹, Тюгашкина Ю.С.¹⁰, Сараева М.В.¹¹, Кочемасов Г.А.¹²^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12} Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, Саранск, Российская Федерация^{10, 11} Российский университет медицины Минздрава России, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (saturn_vvv[at]mail.ru)

Аннотация

Цель исследования оценка применения *Tr. foenum-graecum* на уровень гликемии, трансаминаз, липидный профиль у крыс с аллоксановым диабетом. К 30-м суткам в группе 2 уровень гликемии составил $20,7 \pm 0,9$ ммоль/л, в то время в группе 3 уровень гликемии составил $15,2 \pm 1,1$ ммоль/л, что статистически значимо ниже в сравнении с группой 2, на 36,2%, $p < 0,01$. В совокупности наши результаты продемонстрировали, что *Trigonella foenum-graecum* оказывает влияние на снижение гликемии и липидного профиля у крыс с диабетом. Таким образом, результаты исследования показали, что *Trigonella foenum-graecum*, в форме порошка, потенциально может использоваться в качестве пищевой добавки для лечения диабета, а особенно при диабетической дислипидемии.

Ключевые слова: *Trigonella foenum-graecum*, глюкоза крови.EVALUATION OF THE EFFECT OF *TRIGONELLA FOENUM-GRAECUM* ON BLOOD GLUCOSE LEVELS, TRANSAMINASES, AND LIPID PROFILE IN RATS WITH ALLOXAN DIABETES

Research article

Vechkanova N.A.¹, Kildeeva A.R.², Kalabkina Y.S.³*, Bakova T.I.⁴, Neskina D.I.⁵, Sisoeva D.I.⁶, Semenov M.D.⁷, Kazaev D.D.⁸, Astashkina V.A.⁹, Tyugashkina Y.S.¹⁰, Saraeva M.V.¹¹, Kochemasov G.A.¹²^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12} National Research Mordovia State University, Saransk, Russian Federation^{10, 11} Russian University of Medicine of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (saturn_vvv[at]mail.ru)

Abstract

The aim of the study was to evaluate the effect of *Tr. foenum-graecum* on blood glucose levels, transaminases, and lipid profile in rats with alloxan diabetes. By day 30, the glycaemia level in group 2 was 20.7 ± 0.9 mmol/L, while in group 3 it was 15.2 ± 1.1 mmol/L, which is statistically significantly lower than in group 2, by 36.2%, $p < 0.01$. Overall, our results demonstrated that *Trigonella foenum-graecum* has an effect on reducing glycaemia and lipid profile in rats with diabetes. Thus, the results of the research showed that *Trigonella foenum-graecum*, in powder form, can potentially be used as a dietary supplement for the treatment of diabetes, especially in cases of diabetic dyslipidaemia.

Keywords: *Trigonella foenum-graecum*, blood glucose.

Введение

Сахарный диабет, метаболическое заболевание, проявляющееся гипергликемией и дислипидемией, по-прежнему является одной из основных причин смерти и инвалидности. Со временем диабет приводит к серьезным осложнениям, таким как нефропатия, ретинопатия, нейропатия, инсульт и заболевания периферических сосудов [1], [2]. Клиническое применение некоторых современных препаратов нередко сопровождается рядом побочных эффектов, включая тяжелую гипогликемию, лактацидоз, и др. [3], [4]. Поэтому поиск новых противодиабетических средств с большей эффективностью и меньшими побочными эффектами актуален и сегодня. Результаты ряда исследований показали, что применение Пажитника сеного — *Trigonella foenum-graecum* (*Tr. foenum-graecum*) в качестве противодиабетического, антигиперлипидемического средства весьма целесообразно, хотя встречаются и противоречивые результаты [2], [5], [6]. Фармакологическое действие *Trigonella foenum-graecum* обусловлено разнообразным набором фитокомпонентов (фитохимический анализ выявил наличие стероидов, алкалоидов, сапонинов, полифенолов, флавоноидов, липидов, углеводов, аминокислот и др.) [7], [8]. Цель исследования оценка применения *Tr. foenum-graecum* на уровень гликемии, трансаминаз, липидный профиль у крыс с аллоксановым диабетом.

Методы и принципы исследования

Листья *Tr. foenum-graecum* высушены на воздухе, затем измельчались до порошка и смешивались со стандартным гранулированным рационом (Производитель: ООО «БИОСФЕРА», г. Уфа) в соотношении 20:80 (20% порошка из листьев *Tr. foenum-graecum* и 80% гранулированного рациона). Суточный рацион рассчитывался для каждого животного по стандартным методикам [1]. Животные: Самцы беспородных крыс (вес: 280–330 г) были получены из вивария ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева» и содержались в помещении с контролируемым освещением (12 ч света/12 ч темноты) и температурой (22 ± 2 °C). Животным давали стандартный гранулированный корм и воду ad libitum. Все манипуляции, которые проводились с животными были одобрены локальным этическим комитетом

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева». Для индукции диабета животные получили однократную дозу подкожного (п\к) введения раствора аллоксана-тетрагидрата (АЛТТ) из расчета 30 мг/ на 100 г массы тела. Индукция диабета подтверждалась измерением уровня глюкозы в крови натошак (ГНК) через два дня после инъекции АЛТТ [1].

Группы исследования. Животные были рандомизированы в три группы: (1) нормальные (интактные) крысы, получавшие стандартный рацион (n = 6), (2) контрольные животные с диабетом, получавшие стандартный рацион (n = 6), и (3) крысы с диабетом, получавшие рацион, содержащий 20% *Tr. foenum-graecum* (n = 8). Животные в данной группе получали *Tr. foenum-graecum* со 2-х суток от начала эксперимента, в течение 4 недель. В конце 30-го дня крысы голодали 16 часов, и из хвостовой вены проводился забор венозной крови для биохимических измерений по стандартной методике [1]. У грызунов с диабетом производился сбор образцов мочи с помощью пальпации по стандартной методике (одной рукой фиксировали грызунов, другой — мягко проводили пальпацию брюшной стенки в области мочевого пузыря, тем самым побуждая животное к мочеиспусканию).

Биохимические анализы. Анализ уровня гликемии, уровня триглицеридов, общего холестерина, трансаминаз (АЛТ и АСТ) проводился на анализаторе HUMASTAR 600 по стандартной методике. Статистический анализ: Анализ изменений относительно исходного уровня проводился с помощью парного t-критерия внутри групп. Межгрупповое сравнение проводилось с помощью однофакторного дисперсионного анализа — ANOVA с использованием критерия Тьюки. Результаты, показывающие значения $p \leq 0,05$, считались значимыми.

Основные результаты и их обсуждение

Уровень гликемии до начала эксперимента в группах животных — $4,7 \pm 0,87$ ммоль/л, статистически значимых различий между группами не было. У крыс во 2-й группе с диабетом уровень гликемии ко 2-м суткам составил $15,56 \pm 1,12$ ммоль/л, в то время как в группе 3 — $17,2 \pm 0,38$ ммоль/л, $p < 0,01$. К 30-м суткам в группе 2 уровень гликемии составил $20,7 \pm 0,9$ ммоль/л, в то время в группе 3 уровень гликемии составил $15,2 \pm 1,1$ ммоль/л, что статистически значимо ниже в сравнении с группой 2, на 36,2%, $p < 0,01$. Влияние *Tr. foenum-graecum* на массу тела, потребление воды и диурез. В ходе эксперимента как у животных в группе 2, так и у диабетических крыс, получавших *Tr. foenum-graecum*, наблюдалось значительное снижение массы тела, на 30-й день снижение веса достигло 27% ($p < 0,001$ по сравнению с 0-м днем) и 25% ($p < 0,001$ по сравнению с 0-м днем) соответственно (таб. 1).

Таблица 1 - Влияние *Tr. foenum-graecum* на массу тела и потребление воды

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.16.1>

Группы животных	Масса тела (г)		Потребление воды (мл/24 ч)			Моча (мл/24 ч)
	День 0	День 30-й	День 0	День 16-й	День 30-й	День 30-й
Группа 1. Нормальные (интактные) крысы, получавшие стандартный рацион (n = 6)	$311,43 \pm 5,1$	$360,43 \pm 7,2^*$	$37,6 \pm 3,1$	$50,43 \pm 4,6@$	$42,43 \pm 2,1@$	—
Группа 2. Контрольные животные с диабетом, получавшие стандартный рацион (n = 6)	$314,6 \pm 6,4$	$230,45 \pm 6,1^{**}$	$42,42 \pm 2,2$	$137,56 \pm 7,1\#$	$143,4 \pm 11,1\#$	$72,5 \pm 9,6$
Группа 3. Крысы с диабетом, получавшие стандартный рацион, содержащий 20% <i>Tr. foenum-graecum</i> (n = 8)	$300,43 \pm 6,3$	$223,3 \pm 6,4^{**}$	$40,43 \pm 3,1$	$84,6 \pm 2,4\#x$	$100,6 \pm 9,1\#x$	$30,3 \pm 3,2x$

Примечание: * – различия статистически значимы по отношению ко дню 0 в соответствующей группе ($p < 0,05$); ** – различия статистически значимы по отношению ко дню 0 в соответствующей группе ($p < 0,001$); # – различия статистически значимы по отношению ко дню 0 в соответствующей группе ($p < 0,001$); @ – различия статистически значимы по отношению к группе 2 и к группе 3 в соответствующий день ($p < 0,001$); x – различия статистически значимы по отношению к группе 2 в соответствующий день ($p < 0,01$); данные представлены как среднее значение \pm стандартная ошибка среднего значения

До индукции диабета уровень потребления воды между тремя группами достоверно не различался. Однако после введения АЛТТ наблюдалось значительное увеличение уровня потребления воды в обеих группах диабетических крыс. Уровень потребления воды в группе 3 был статистически значимо ниже, чем в диабетической группе 2, $p < 0,001$. Кроме того, в конце эксперимента у диабетических крыс, получавших *Tr. foenum-graecum*, отмечено снижение экскреции мочи, в сравнении с группой 2 на 58,6%, что составило $30,3 \pm 3,2$ мл/24 ч и $72,5 \pm 9,6$ мл/24 ч, $p < 0,01$ соответственно. У крыс в группе 2 наблюдалось значительное повышение уровня триглицеридов — $1,45 \pm 0,3$ ммоль/л, что статистически значимо выше в сравнении с группой 1, на 54,4%, $p < 0,01$. Титры общего холестерина в группе 2 также были статистически значимо выше на 47,6% в сравнении с группой 1, и составили $2,71 \pm 0,24$ ммоль/л, $p < 0,01$.

В ходе эксперимента было установлено, что *Tr. foenum-graecum* эффективно снижает уровень сывороточных липидов. Уровни триглицеридов и общего холестерина в группе 3, составили $0,74 \pm 0,22$ ммоль/л (что статистически значимо ниже на 52,4% в сравнении с группой 2, $p < 0,05$) и $2,15 \pm 0,11$ ммоль/л (что статистически значимо ниже на 21,7% в сравнении с группой 2, $p < 0,05$) соответственно. На 30-й день у крыс в группе 2 наблюдалась более высокая активность АСТ ($110,43 \pm 18,34$ и $71,65 \pm 8,4$ Ед/л в группе 1) и АЛТ ($77,74 \pm 4,4$ и $28,3 \pm 5,8$ Ед/л в группе 1, $p < 0,05$), что свидетельствует о нарушении функции печени у этих животных. Уровень активности АСТ и АЛТ в группе 3, составил $107,11 \pm 15,6$ Ед/л и $58,54 \pm 10,9$ Ед/л соответственно, что статистически значимых различий по отношению к группе 2 не выявлено.

В данной работе мы оценили, как влияет включение в рацион *Tr. foenum-graecum* в форме порошка на гликемический и липидный профиль диабетических крыс. Предположительно, гипогликемический эффект достигается различными механизмами, включая снижение всасывания глюкозы из кишечника, усиление секреции инсулина из β -клеток, увеличение усвоения глюкозы тканями, ингибирование выработки глюкозы в печени и усиление регенерации ткани поджелудочной железы и/или наличие инсулиноподобных агентов в *Tr. foenum-graecum* [2], [9], [10], но требуется проведение дальнейших исследований.

Заключение

Результаты данного исследования показали, что *Tr. foenum-graecum* способен снизить титр триглицеридов и уменьшить гиперхолестеринемию. Повышение активности ферментов АЛТ и АСТ — маркер повреждения печени. Повышение активности этих ферментов также связано с неалкогольной жировой болезнью печени и снижением чувствительности печени к инсулину при диабете 2 типа. В совокупности наши результаты продемонстрировали, что *Tr. foenum-graecum* оказывает положительное влияние на снижение гликемии и липидного профиля у крыс с диабетом. Таким образом, результаты исследования показали, что *Tr. foenum-graecum*, в форме порошка, потенциально может использоваться в качестве пищевой добавки для лечения диабета, а особенно при диабетической дислипидемии.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Vechkanova N. A. Evaluation of acacia nilotica aqueous extract application on morphological and functional changes in kidneys from rats with alloxan diabetes / N. A. Vechkanova, S.V. Sidorenko, A.A. Marshakova [et al.] // International Research Journal. — 2024. — 12(150). — DOI: 10.60797/IRJ.2024.150.35.
2. Inchina V. I. Pharmacological effects of Trigonella foenum-graecum, Cyperus rotundus, Ammi visnaga, Acacia nilotica in experimental psoriasis / V. I. Inchina, M. Hussein, D. M. Korobkov // Modern Problems of Science and Education. — 2019. — 1. — P. 14.
3. Ouzir M. Toxicological properties of fenugreek (Trigonella foenum graecum) / M.Ouzir, K.El Bairi, S.Amzazi // Food Chem Toxicol. — 2016. — 96. — P.145–154. — DOI: 10.1016/j.fct.2016.08.003.
4. Yadav U.C. Pharmacological effects of Trigonella foenum-graecum L. in health and disease / U.C. Yadav, N.Z. Baquer // Pharm Biol. — 2014. — 52(2). — P. 243–254. — DOI: 10.3109/13880209.2013.826247.
5. Faeste C.K. Allergenicity and antigenicity of fenugreek (Trigonella foenum-graecum) proteins in foods / C.K. Faeste, E. Namork, H.Lindvik // J Allergy Clin Immunol. — 2009. — 123(1). — P.187–194. — DOI: 10.1016/j.jaci.2008.09.012.
6. Wu Z. Bioactive pterocarpanes from Trigonella foenum-graecum L. / Z. Wu, Y.S. Cai, R. Yuan // Food Chem. — 2020. — 30. — P. 313.
7. Khatoon F. Comprehensive Review on Trigonella foenum-graecum L. with Special Reference to Unani Medicine / F.Khatoon, M. Azahar, Q. Uddin // Comb Chem High Throughput Screen. — 2024. — 27(2). — P.187–202.

8. Kannan N. Protective Effect of *Trigonella foenum-graecum* (L.) against Acetaminophen-Induced Hepatocellular Damage in Wistar Rats / N. Kannan, K.M. Sakthivel, C. Guruvayoorappan // *Adv Pharmacol Sci.* — 2013. — P. 987692.
9. Al-Mustafa Z.H. A study on the toxicology of *Trigonella foenum-graecum* / Z.H. Al-Mustafa, A. A. Dafallah // *Am J Chin Med.* — 2000. — 28(1). — P. 123–129.
10. Roozbeh N. Hypoglycemic effects of *Trigonella foenum-graecum* in type II diabetes: a research proposal / N. Roozbeh, L. Darvish, F. Abdi // *BMC Res Notes.* — 2017. — 10(1). — P. 331.