

самооценки профессионального выгорания совпадают в 80% случаев у юристов, в 63,33% – у учителей и 56,67% случаев у медиков.

3. Обнаружено, что у учителей степень профессионального выгорания возрастает с увеличением стажа работы. Среди юристов и медицинских работников подобной зависимости не обнаруживается.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Maslach, C. The Measurement of Experienced Burnout/ C. Maslach, Jackson S. E.// Journal of Occupational Behavior. – 1981. – P. 99-113.
2. Freudenberg, H. J. Burn out: the high cost of high achievement/ H. J. Freudenberg, G. Richelson. – 1st ed. – New York: Bantam Books, 1981. – 212 p.
3. Водопьянова, Н. Е. Синдром выгорания: диагностика и профилактика/ Н. Е. Водопьянова, Е. С. Страченкова. – Изд-е 2-е, испр. и доп. – Санкт-Петербург: Питер, 2008. – 258 с.
4. Водопьянова, Н. Е. Синдром выгорания. Диагностика и профилактика: практическое пособие/ Н. Е. Водопьянова, Е. С. Страченкова. – Изд-е 3-е, испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2024. - 299 с.
5. Кузнецова, Е. В. Психология стресса и эмоционального выгорания/ Е. В. Кузнецова, В. Г. Петровская, С. А. Рязанцева. – Новосибирск: Куйбышев, 2012. – 95 с.
6. Шперлинь, А. В. Влияние уровня дохода и отношения к деньгам на выраженность синдрома профессионального выгорания/ А. В. Шперлинь// Мир науки, культуры, образования. – 2013. – с. 255-257.

### Сведения об авторах

А.М. Латыпова\* – студент лечебно-профилактического факультета  
Ж.Б. Якупова – студент лечебно-профилактического факультета  
В.П. Чепурных – студент лечебно-профилактического факультета  
О.Б. Гилева – доктор биологических наук, профессор

### Information about the authors

A.M. Latypova\* – student of the Faculty of Treatment and Prevention  
Z.B. Yakupova – student of the Faculty of Treatment and Prevention  
V.P. Chepurnykh - student of the Faculty of Treatment and Prevention  
O.B. Gileva - Doctor of Sciences (Biology), Professor

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):  
ar.lt150514@gmail.com

УДК 595.773.4

## ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *MONARDA* НА ПОКАЗАТЕЛИ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Ляхова Алина Николаевна<sup>1</sup>, Болотник Елизавета Витальевна<sup>2</sup>, Антосюк Ольга Николаевна<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

<sup>2</sup>Ботанический сад УрО РАН

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Екатеринбург, Россия

### Аннотация

**Введение.** Интродуцированные виды *M. fistulosa* и *M. fistulosa* var. *media* являются малоизученным в отношении биологических эффектов. **Цель исследования** - охарактеризовать фитохимический состав и влияние на жизнеспособность модельного объекта *Drosophila melanogaster* этанольных экстрактов *M. fistulosa* и *M. fistulosa* var. *media* в 0.5% концентрации (0.5 мг/мл). **Материал и методы.** Провели фитохимический анализ экстрактов представителей рода *Monarda*. Для определения влияния на показатели жизнеспособности использовали линию дикого типа Canton-S и EYFP – Mito – *spaghetti squash* (*sqh*). **Результаты.** В ходе фитохимического анализа обнаружили присутствие в ЛРС обоих видов флавононов, флавонолов, тритерпеновых сапонинов и конденсированных дубильных веществ, а также алкалоидов у *M. fistulosa* var. *media*. Снижением плодовитости и увеличением частоты ранней эмбриональной летальности характеризуются особи, выращенные на среде с внесением экстракта *M. fistulosa* var. *media*. **Выводы.** Описан фитохимический состав двух видов *Monarda*. Определили изменение средней индивидуальной плодовитости, частоты ранней эмбриональной летальности у особей, выращенных на среде с внесением *M. fistulosa* var. *media*.

**Ключевые слова:** экстракт, плодовитость, экспрессия, *Drosophila*.

## EFFECT OF ETHANOL EXTRACTS OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS *MONARDA* ON THE VIABILITY OF *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Lyahova Alina Nikolaevna<sup>1</sup>, Bolotnik Elizaveta Vitalievna<sup>2</sup>, Antosyuk Olga Nikolaevna<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ural State Medical University

<sup>2</sup>Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

<sup>3</sup>Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin

Yekaterinburg, Russia

## Abstract

**Introduction.** The introduced species *M. fistulosa* and *M. fistulosa* var. *media* are poorly understood in terms of biological effects. **The aim of the study** is to characterize the phytochemical composition and effect on the viability of the *Drosophila melanogaster* model object of ethanol extracts of *M. fistulosa* and *M. fistulosa* var. *media* in 0.5% concentration (0.5 mg/ml). **Material and methods.** A phytochemical analysis of extracts of representatives of the genus *Monarda* was performed. To determine the effect on viability indicators, the Canton-S wild-type line and EYFP - Mito – spaghetti squash (sqh) were used. **Results.** Phytochemical analysis revealed the presence of both types of flavonones, flavonols, triterpene saponins and condensed tannins, as well as alkaloids in *M. fistulosa* var. *media*. A decrease in fertility and an increase in the frequency of early embryonic mortality are characterized by individuals grown on medium with the introduction of *M. fistulosa* var. *media* extract. **Conclusion.** The phytochemical composition of two *Monarda* species is described. The change in the average individual fertility and the frequency of early embryonic mortality in individuals grown on medium with the introduction of *M. fistulosa* var. *media* was determined.

**Keywords:** extract, fertility, expression, *Drosophila*.

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение биологических эффектов, производимых ЛРС (лекарственное растительное сырьё) является важным направлением биомедицинских исследований. Этап доклинических тестов подразумевает использованием модельных объектов, таких как позвоночные (крыса, рыбка Данио) и беспозвоночных (нематода, дрозофила). Модельный организм *Drosophila melanogaster* зарекомендовал себя, как имеющий ряд достоинств: хорошая изученность, как в физиологическом, так и в генетическом отношении, простота содержания, многочисленность потомства. *Drosophila melanogaster* может использоваться как альтернативный организм для оценки влияния на организм человека. В частности, фитохимического сырья [4].

Представители рода *Monarda* являются интродуцированными на территории России видами, основными действующими веществами которых являются флавоноиды и фенольные соединения, что позволяет их рассматривать в качестве перспективного лекарственного источника [1]. Как для *Monarda fistulosa* L., так и для *Monarda fistulosa* var. *media* L. описаны некоторые биологические эффекты, такие как антимикробная активность, например [2]. Для *M. fistulosa* выявлено высокое содержание витамина С по сравнению с другими представителями семейства Lamiaceae [3].

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Фитохимический анализ лекарственного растительного сырья (ЛРС) производили в отношении следующих групп: флавоноиды, алкалоиды, дубильные вещества и сапонины. Для проведения качественного определения приготовили два вида ЛРС *M. fistulosa* var. *media* и *M. fistulosa*, а именно водный отвар и этанольный экстракт.

Первая группа реакций (цветовые) была проведена для определения наличия флавоноидов и выявления их групп в этанольных экстрактах.

1. К 2 мл экстракта добавляли 3-5 капель концентрированной HCl и несколько крупинок металлического магния, спустя 5 минут регистрировали наличие или отсутствие розового окрашивания.

2. К 1 мл экстракта добавляли 1 мл раствора хлорида железа, при этом окрашивание в коричневый цвет свидетельствовало о наличии флавононов, тогда как в красноватый – флавонов, а в зеленый – флавонолов.

3. К 1 мл экстракта добавляли по каплям спиртовой раствор щелочи. Регистрировали желтую окраску – флавоны и флавонолы, красную – халконы и ауроны.

Во второй серии качественного скрининга проводили определение дубильных веществ, были проведены 2 реакции: общесадочная и цветная реакция.

1. К 2 мл экстракта добавляли 1 % раствор желатина с образованием мути, свидетельствующей о наличии дубильных веществ.

2. К 2 мл экстракта добавляли 1 % раствор железоммониевых квасцов. При наличии гидролизуемых дубильных веществ окрашивание сине-черное, а при наличии конденсированных дубильных веществ – зелено-черное.

Третья группа реакций была посвящена обнаружению сапонинов. Для детекции сапонинов и выявления их группы (стероидные или тритерпеновые) провели реакцию пенообразования и реакцию осаждения.

1. В одну пробирку с экстрактом (2 мл) добавляли 5 мл 0,1 М НСl, а в другую – 5 мл 0,1 М NaOH и сильно встряхивали. Образуется устойчивая пена. Если ее больше в пробирке с кислотой, то представлены тритерпеновые сапонины, а если со щелочью – стероидные.

2. К 2 мл экстракта добавляют несколько капель раствора ацетата свинца, в случае присутствия тритерпеновых сапонинов выпадает осадок.

В четвертой серии реакций определяли наличие алкалоидов в ЛРС. Для определения использовали хлористоводородный фильтрат ЛРС. В связи с тем, что большинство алкалоидов образуют соли, то в качественном анализе применяют осадочные реакции:

1. К 2 мл фильтрата добавляли реактив Драгендорфа до выпадения при наличии алкалоидов красно-коричневого осадка.

2. К 2 мл фильтрата добавляли реактив Бушарда до формирования бурого осадка.

3. К 2 мл фильтрата добавляли раствор танина и регистрировали наличие белого аморфного осадка.

4. К 2 мл фильтрата добавляли раствор пикриновой кислоты и определяли наличие желтого осадка.

В работе использовали следующие линии *Drosophila melanogaster*:

- лабораторная линия дикого типа Canton-S

- EYFP – Mito – *spaghetti squash* (*sqh*).

Для оценки жизнеспособности использовали следующие показатели: средняя индивидуальная плодовитость особей (СИП), частота эмбриональной летальности на раннем и позднем этапе развития (РЭЛ, ПЭЛ), а также оценка экспрессии гена *spaghetti squash* (*sqh*) на эмбриональной стадии развития.

Экстракт и экстрагент вносили *per os* в питательную среду, где в течение всего периода развития выращивали дрозофил. После вылета имаго индивидуальные пары на протяжении 10 дней анализировали в отношении плодовитости, ежедневно подсчитывая отложенные яйца. Спустя 72 часа производили определение ранних и поздних летальных особей среди неразвившихся яиц.

Определение изменения экспрессии гена *sqh* на эмбриональной стадии развития осуществляли с использованием линии с флуоресцентным белком. Имаго содержали на экспериментальных средах (контроль, 0,5% экстрагента, 0,5% экстракта *M. fistulosa*/*M. fistulosa* var. *media*) в течение нескольких дней, после чего эмбриона F<sub>1</sub> дехорионизировали, фиксировали, фотографировали и анализировали с помощью программы Image J.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные данные фитохимического скрининга приведены ниже (Таблица 1).

Согласно проведенным реакциям, обнаружили содержание следующих флавоноидов в обоих экстрактах: флавононов и флавонолов. Обнаружили, что оба экстракта характеризуются наличием конденсированных дубильных веществ и тритерпеновых сапонинов. В ходе проведения реакций определили, что экстракт *M. fistulosa* var. *media* содержит алкалоиды, тогда как экстракт *M. fistulosa* не содержит алкалоидов.

Таблица 1.

Фитохимический анализ ЛРС *Monarda fistulosa* и *Monarda fistulosa* var. *media*.

	Флавоноиды				Дубильные вещества		А л к б а у л о и н д ы	А р б о и н	Сапонины		Сердечные гликозиды
	Флавоны	Флавонолы	Халконы	Ауроны	Гидролизуемые	Конденсированные			Тритерпеновые	Стероидные	
<i>Monarda fistulosa</i>	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-
<i>Monarda media</i>	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-

В ходе анализа средней индивидуальной плодовитости обнаружили, что особи, выращенные на среде с внесением экстракта *Monarda fistulosa* var. *media* характеризуются пониженной плодовитостью относительно контрольной группы, тогда как выращивание особей на среде с внесением *Monarda fistulosa* не приводит к подобным изменениям (рис. 1).

Анализ, направленный на определение ранней эмбриональной летальности, показывает, что особи, выращенные на среде с внесением *Monarda fistulosa* var. *media* имеют более высокий максимальный показатель летальности по сравнению с контрольной группой и группой, выращенной на среде с добавлением экстракта *Monarda fistulosa*. Также было выявлено, что среднее значение летальности также значительно выше по сравнению с контрольной группой (рис. 2). Экспрессия гена *spaghetti squash* на эмбриональной стадии развития не отличается от контрольной группы в обоих случаях применения экстракта.

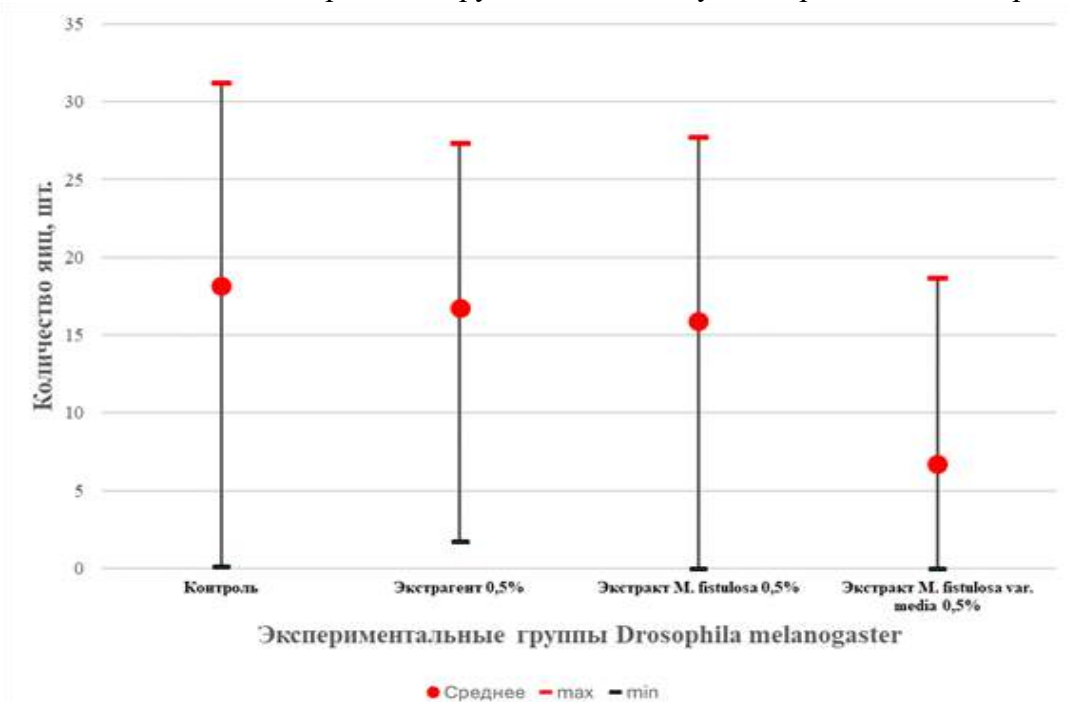


Рис. 1. Средняя индивидуальная плодовитость особей линии Canton-S *Drosophila melanogaster* в различных экспериментальных группах (\* - при  $p \leq 0,05$ ).

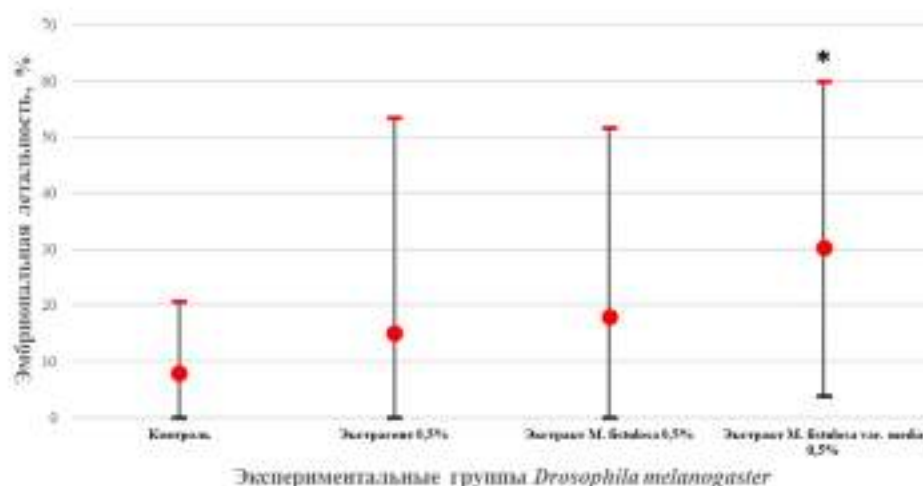


Рис. 2. Частота ранней эмбриональной летальности F<sub>1</sub> *Drosophila melanogaster* в различных экспериментальных группах (\* - при p≤0,05).

## ОБСУЖДЕНИЕ

В зарубежной литературе используются эфирные масла для анализа биоактивных компонентов, содержащихся в *M. fistulosa*. В соответствии с исследованием, в составе эфирного масла были выявлены такие биологические соединения, как карвакрол, п-цимен, тимол и тимохинол. В то же время в эфирном масле *M. fistulosa* var. *media* также были обнаружены тимол и п-цимен [1, 2]. Рассматривается использование эфирных масел *M. fistulosa* как источник антибактериальных, противовоспалительный и противомикробных биологических соединений [5].

В качестве модельного организма рассматривается *Drosophila melanogaster*, так как за счет высокой плодовитости и быстрой смены поколений имеется возможность отследить влияние этанольных экстрактов. Также низкая стоимость содержания позволяет вести исследование в течение продолжительного периода времени. Тем не менее, различия в физиологическом и генетическом плане между человеком и *Drosophila* не позволяют в будущем с точностью описать влияние на человеческий организм [4].

## ВЫВОДЫ

Фитохимический состав ЛРС *M. fistulosa* и *M. fistulosa* var. *media* характеризуется наличием флавононов, флавонолов, тритерпеновых сапонинов, конденсированных дубильных веществ, а также выявили присутствие алкалоидов у *M. fistulosa* var. *media*. Показатели жизнеспособности *Drosophila melanogaster*, выращенных на среде с внесением *M. fistulosa* var. *media* в 0,5% концентрации изменяются относительно контрольной группы: СИП уменьшается, а РЭЛ повышается, при этом экспрессия гена *sqh* в период эмбриогенеза остаётся неизменной.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Insecticidal activity of three plant extracts against adult *Ips typographus* L. under laboratory conditions / Takov D., Barta M., Nikolova M. [et al.] // Baltic Journal of Coleopterology. - 2023.- 23(2) - P. 139-158.
2. Gontar L. Monarda essential oils as natural cosmetic preservative systems / Gontar L., Herman A., Osinska E. // Nat. Volatiles and Essent. Oils. - 2021. - 8(1)- с. 29-38.
3. Монарда - ценный источник биологически активных соединений /Харченко В.А., Беспалько Л.В., Гинс В.К. [и др.] // Овощи России. - 2015. - №1(26) - с. 31-35.
4. *Drosophila melanogaster* as a Translational Model System to Explore the Impact of Phytochemicals on Human Health / Lopez-Ortiz C, Gracia-Rodriguez C, Belcher S, [et al.] // Int J Mol Sci. - 2023.
5. A Review on Pharmacological Activity of *Monarda fistulosa* L. Indonesian Journal of Life Sciences / Wahyudi, B., Chung, C., Chelovna, [et al.] // Indonesian Journal of Life Sciences. - 2022. - P. 87-107.

## Сведения об авторах

А.Н. Ляхова – студент лечебно-профилактического факультета  
 Е.В. Болотник – кандидат биологических наук  
 О.Н. Антосюк \* – кандидат биологических наук

## Information about the authors

A.N. Lyahova – student of the Faculty of Treatment and Prevention  
 E.V. Bolotnik – Candidate of Sciences (Biology)

O.N. Antosyuk\* – Candidate of Sciences (Biology)

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

antosuk-olga@mail.ru

УДК: 577.112.386.5

## **НАРУШЕНИЕ МЕТАБОЛИЗМА ГОМОЦИСТЕИНА КАК ФАКТОР РИСКА ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Магон Мария Романовна, Кутлуярова Алина Ринатовна, Кривцова Инна Павловна

Кафедра биохимии

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

Екатеринбург, Россия

### **Аннотация**

**Введение.** Исследованиями в течение последних лет установлено, что гомоцистеин является ранжированным независимым фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний. **Цель исследования** – проанализировать основные причины и проявления нарушения метаболизма гомоцистеина. **Материал и методы.** Проведен анализ публикаций по влиянию гипергомоцистеинемии на биохимические процессы в организме, механизмы развития метаболических и патоморфологических нарушений. **Результаты.** Обобщены сведения о клеточном метаболизме гомоцистеина, а также известные данные о механизмах развития гипергомоцистеинемии и увеличении риска возникновения сердечно-сосудистых и нейродегенеративных заболеваний, осложнений во время беременности, дефектов развития плода, псориаза, канцерогенеза. **Выводы.** Нарушение метаболизма гомоцистеина является фактором риска развития метаболических и патоморфологических нарушений при различных заболеваниях.

**Ключевые слова:** метаболизм гомоцистеина, гипергомоцистеинемия, фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний.

## **IMPAIRED METABOLISM OF HOMOCYSTEINE AS A RISK FACTOR FOR DISEASES**

Magon Maria Romanovna, Kutluyarova Alina Rinatovna, Krivtsova Inna Pavlovna

Department of Biochemistry

Ural State Medical University

Yekaterinburg, Russia

### **Abstract**

**Introduction.** Research in recent years has established that homocysteine is a ranked independent risk factor for cardiovascular diseases. **The aim of the study** is to analyze the main causes and manifestations of homocysteine metabolism disorders. **Material and methods.** An analysis of publications on the effect of hyperhomocysteinemia on biochemical processes in the body, mechanisms of development of metabolic and pathomorphological disorders was carried out. **Results.** Information on the cellular metabolism of homocysteine is summarized, as well as known data on the mechanisms of development of hyperhomocysteinemia and the increased risk of cardiovascular and neurodegenerative diseases, complications during pregnancy, fetal development defects, psoriasis, and carcinogenesis. **Conclusion.** Impaired homocysteine metabolism is a risk factor for the development of metabolic and pathomorphological disorders in various diseases.

**Keywords:** homocysteine metabolism, hyperhomocysteinemia, risk factor for cardiovascular diseases.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Исследованиями в течение последних лет установлено, что гомоцистеин является ранжированным независимым фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний.

**Цель исследования** – проанализировать основные причины и проявления нарушения метаболизма гомоцистеина.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Проведен анализ публикаций по влиянию гипергомоцистеинемии на биохимические процессы в организме, механизмы развития метаболических и патоморфологических нарушений.

Гомоцистеин – непротеиногенная аминокислота, которая образуется в реакциях промежуточного обмена метионина [1]. Метаболизм гомоцистеина осуществляется в печени двумя путями: транссульфирования и метилирования. Ключевое значение в метаболизме гомоцистеина имеют три фермента: метионинсинтаза, бетаин-гомоцистеин-