

ВЛИЯНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ *XYLARIA POLYMORPHA* (PERS.) GREV. НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ

М.Ю. Раваева*, М.В. Нагорская, А.И. Сидякин, Н.И. Робу

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»
295007, Российская Федерация, Республика Крым, Симферополь, просп. Академика Вернадского, 4

Грибы *Xylaria polymorpha* продуцируют большое разнообразие вторичных метаболитов с уникальной химической структурой и разнообразной биологической активностью. Имеются сведения об антимикробных, антиоксидантных и противовоспалительных свойствах метаболитов *Xylaria polymorpha*. В настоящем исследовании показано, что экстракт полученной *in vitro* мицелиальной биомассы *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. оказывал гипотензивный эффект, который обусловлен увеличением эластических свойств магистральных артерий (прежде всего корня и восходящего отдела аорты) и улучшением функции эндотелия. Данный процесс сопровождался уменьшением энергетических затрат при сокращении сердца и увеличением функциональных резервов сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: экстракты полученной *in vitro* мицелиальной биомассы и культуральной жидкости *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev., сердечно-сосудистая система, систолическое и диастолическое артериальное давление, частота сердечных сокращений, вегетативный индекс Кердо, пульсовое давление, индекс Робинсона, коэффициент экономичности кровообращения, среднее динамическое давление, крысы

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Раваева М.Ю., Нагорская М.В., Сидякин А.И., Робу Н.И. Влияние биотехнологических продуктов *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. на сердечно-сосудистую систему. *Биомедицина*. 2025;21(3):127–131. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-21-3-127-131>

Поступила 15.04.2025

Принята после доработки 16.06.2025

Опубликована 10.09.2025

INFLUENCE OF *XYLARIA POLYMORPHA* (PERS.) GREV. BIOTECHNOLOGICAL PRODUCTS ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

Marina Yu. Ravaeva*, Mariya V. Nagorskaya, Andrey I. Sidyakin, Natalia I. Robu

V.I. Vernadsky Crimean Federal University
295007, Russian Federation, Republic of Crimea, Simferopol, Academician Vernadsky Ave., 4

Xylaria polymorpha mushrooms produce a wide variety of secondary metabolites with unique chemical structures and diverse biological activities. The antimicrobial, antioxidant, and anti-inflammatory properties of *Xylaria polymorpha* metabolites were previously reported. The present study shows that an *in vitro* obtained extract obtained from the mycelial biomass of *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. exhibits a hypotensive effect, due to an increase in the elastic properties of the main arteries (primarily the root and ascending aorta) and an improvement in endothelial function. This process is accompanied by a decrease in energy costs during cardiac contraction and an increase in the functional reserves of the cardiovascular system.

Keywords: extracts of *in vitro* preparation of mycelial biomass and culture liquid of *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev., cardiovascular system, systolic and diastolic blood pressure, heart rate, Kerdo vegetative index, pulse pressure, Robinson index, circulatory efficiency coefficient, mean dynamic pressure, rats

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Ravaeva M.Yu., Nagorskaya M.V., Sidyakin A.I., Robu N.I. Influence of *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. Biotechnological Products on the Cardiovascular System. *Journal Biomed.* 2025;21(3): 127–131. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-21-3-127-131>

Submitted 15.04.2025

Revised 16.06.2025

Published 10.09.2025

Введение

Грибы *Xylaria polymorpha* продуцируют большое разнообразие вторичных метаболитов с уникальной химической структурой и интересной биологической активностью. Известно, что аскомикотина продуцирует различные классы биологически активных соединений, включая аналоги цитохалазина [5], противогрибковые метаболиты мультиполиды А и В [2], антагонисты рецептора NPY Y5 ксиареналы А и В [7], ингибиторы ацетилхолинэстеразы ксилокеталы А-Е [6], ксилариамид А [6] и ксантоны [4]. Вероятно, что такой перечень биологически активных веществ определяет и разнообразие биологической активности. Антимикробные свойства экстрактов гриба *Xylaria polymorpha* делают их перспективными кандидатами для разработки новых антибиотиков для борьбы с лекарственно-устойчивыми патогенами [3]. Кроме того, антиоксидантные и противовоспалительные свойства этих соединений могут иметь потенциальное применение при лечении хронических заболеваний, таких как сердечно-сосудистые расстройства и нейродегенеративные состояния. Однако в настоящее время работ по изучению действия экстрактов грибов *Xylaria polymorpha* на показатели сердечно-сосудистой системы не обнаружено.

Цель исследования — установить эффекты экстрактов полученной *in vitro* ми-

целиальной биомассы и культуральной жидкости *Xylaria polymorpha* на показатели сердечно-сосудистой системы (ССС) крыс.

Материалы и методы

Исследование проведено в соответствии с ГОСТ Р-53434-2009 от 02.12.2009, Правилами Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных научных целей, «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных», Правилами лабораторной практики при проведении доклинических исследований и одобрено решением Этического комитета ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского».

Экспериментальные животные

Эксперимент проводился на 30 половозрелых крысах-самцах популяции линий Wistar массой 220–250 г (ФГУП «Питомник лабораторных животных «Рапполово», Ленинградская обл.), прошедших карантин не менее 14 дней. Животные содержались в условиях вивария с естественным светотемновым циклом при температуре 18–22°C на подстиле на основе початков кукурузы (ООО «Зилубаг», Россия), со свободным доступом к воде и полноценному гранулированному корму ЛБК-120 (ЗАО «Тосненский комбикормовый завод», Россия).

Дизайн исследований

После предварительного отбора животных разделили на 3 группы по 10 особей

в каждой. Животные в первой группе являлись биологическим контролем, находились в обычных условиях вивария, перед исследованием им внутривенно вводили физ. р-р в объеме 0,5 мл. Животные второй группы подвергались однократному внутривенному введению экстракта экстрацеллюлярной культуральной жидкости *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. в объеме 0,5 мл. Животным третьей группы вводили экстракт полученной *in vitro* мицелиальной биомассы *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. В объеме 0,5 мл. Тестируемые экстракты были приготовлены на кафедре ботаники, физиологии растений и биотехнологий КФУ к.б.н., доц. А.И. Сидякиным.

Регистрация систолического артериального давления (САД, мм рт. ст.), диастолического артериального давления

(ДАД, мм рт. ст.) и частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин) осуществлялась через 30 мин после внутривенного введения экстрактов культуральной жидкости (ЭКЖ) и экстрактов биомассы (ЭБМ) *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. с помощью системы неинвазивного измерения давления у мелких лабораторных животных NIBP200A (“Biopac Systems, Inc.”, США). Датчик для измерения АД (мм рт. ст.) и ЧСС (уд./мин) надевался на хвост крысы. Запись и обработка данных производилась на компьютере с помощью программы «Acq Knowledge 4.2 for MP150».

Полученные результаты использовались для расчётов следующих индексов: вегетативный индекс Кердо (ВИК = $(1 - \text{ДАД} / \text{ЧСС}) \times 100\%$), индекс Робинсона (ИР = $\text{ЧСС} \times \text{САД} / 100$), коэффициент экономич-

Таблица. Показатели сердечно-сосудистой системы у крыс при введении водного экстракта гриба *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev.

Table. Cardiovascular parameters of rats after administration of an aqueous extract of mushroom *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev.

Показатель	Контроль (1)	ЭКЖ (2)	ЭБМ (3)
САД, мм рт. ст.	121,9 (117,6; 128,0)	117,8 (115,7; 120,5)	113,4 (111,3; 115,6) $p_1=0,0026$
ДАД, мм рт. ст.	86,24 (81,56; 89,76)	85,06 (79,84; 87,44)	85,00 (82,96; 85,64)
ЧСС, уд./мин	337,7 (329,3; 342,9)	341,0 (329,2; 355,8)	337,8 (330,8; 342,7)
ПД, мм рт. ст.	37,27 (31,33; 38,62)	32,77 (31,02; 37,31)	29,45 (26,06; 31,50) $p_1=0,0144$
СДД, мм рт. ст.	70,63 (66,53; 73,95)	67,42 (62,96; 72,18)	70,82 (67,03; 72,19)
ВИК, усл. ед.	74,71 (72,62; 76,22)	75,18 (74,42; 75,96)	74,91 (74,78; 75,18)
ИР, усл. ед.	408,6 (379,0; 422,3)	401,9 (384,5; 420,5)	380,3 (375,7; 390,9)
КЭК, усл. ед.	12 586 (10 291; 13 070)	11169 (10467; 13177)	9921 (8864; 10693) $p_1=0,0333$

Примечания: САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ЧСС — частота сердечных сокращений; ПД — пульсовое давление; СДД — среднее динамическое давление; ВИК — вегетативный индекс Кердо; ИР — индекс Робинсона; КЭК — коэффициент экономичности кровообращения. Указана медиана (25, 75 квартили). P_{1-3} — достоверные различия показателей по сравнению с соответствующей группой животных.

Notes: САД — systolic blood pressure; ДАД — diastolic blood pressure; ЧСС — heart rate; ПД — pulse pressure; СДД — mean dynamic pressure; ВИК — Kerdo autonomic index; ИР — Robinson index; КЭК — circulatory efficiency coefficient. Median values (25th, 75th quartiles) are indicated. P_{1-3} — significant differences in indicators compared to the corresponding group of animals.

ности кровообращения ($KЭЖ = (САД - ДАД) \times ЧСС$), пульсовое давление ($ПД = САД - ДАД$), среднее динамическое давление ($СДД = ДАД - ПД / 3$).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета Graph Pad Prizm 9.0. Оценку достоверности межгрупповых различий проводили непараметрическим критерием множественных сравнений Краскела — Уоллиса. Различия считались достоверными при $p \leq 0,05$. Данные представлены в виде медианы и межквартильного диапазона (25 и 75%).

Результаты и их обсуждение

Результаты настоящего исследования показали, что введение тестируемых водных экстрактов *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. приводило к достоверным изменениям показателей ССС (табл.). Так, через 30 мин после внутрибрюшинного введения самцам крыс ЭБМ наблюдалось снижение САД на 6,8% ($p=0,0026$) по отношению к контролю, а при введении ЭКЖ достоверных изменений не наблюдалось.

Расчет индексов функционирования ССС показал, что при введении ЭБМ *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. происходило снижение ПД на 18,8% ($p=0,0144$), КЭК — на 19% ($p=0,0333$) по сравнению с контрольной группой. При введении ЭКЖ достоверных различий по отношению к контрольной группе не наблюдалось.

Сравнительный анализ показателей функционирования ССС двух биотехноло-

гических продуктов ЭКЖ и ЭБМ *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. показал незначительное разнонаправленное действие данных экстрактов, хотя достоверных различий не выявлено (см. табл.).

Заключение

Таким образом, при введении самцам крыс экстракта, полученного *in vitro* ЭБМ *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev., наблюдалось снижение САД, ПД, КЭК, а при введении ЭКЖ *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. достоверных различий по отношению к контролю не выявлено. Можно заключить, что ЭБМ *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. оказывает гипотензивное действие, снижая САД. Вероятно, гипотензивный эффект обусловлен увеличением эластических свойств магистральных артерий (прежде всего корня и восходящего отдела аорты) и улучшением функции эндотелия (снижение ПД) [1]. Данный процесс сопровождался уменьшением энергетических затрат при сокращении сердца и увеличением функциональных резервов сердечно-сосудистой системы (снижение КЭК).

Таким образом, ЭБМ *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. является эффективным биотехнологическим продуктом, снижая тонус сосудов и увеличивая энергетические резервы ССС. Результаты настоящего исследования указывают на перспективность дальнейших исследований биологической активности экстрактов гриба *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Остроумова О.Д., Кочетков А.И., Остроумова Т.М. Пульсовое артериальное давление и когнитивные нарушения. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(1):4317. [Ostroumova O.D., Kochetkov A.I., Ostroumova T.M. Pulsovoye arterialnoye davleniye i kognitivnyye narusheniya [Pulse arterial pressure and cognitive impairment]. *Rossiyskiy kardiologicheskij zhurnal* [Russian Journal of Cardiology]. 2021;26(1):4317. (In Russian)]. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4317.
2. Boonphong S., Kittakoop P., Isaka M. Multiplolides A and B, New Antifungal 10-Membered Lactones from *Xylaria* m ultiplex. *Journal of Natural Products*. 2001;64(7):965–967.
3. Hacıoglu N., Akata I., Dulger B. Antimicrobial potential of *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev. *African Journal of Microbiology Research*. 2011;5(6):728–730.
4. Healy P.C., Hocking A., Tran-Dinh N., Pitt J.I., Shivas R.G., Mitchell J.K., Kotiw M., Davis R.A. Xanthones from a microfungus of the genus *Xylaria*. *Phytochemistry*. 2004;65(16):2373–2378.
5. Jayasuriya H., Herath K.B., Ondeyka J.G., Polishook J.D., Bills G.F., Dombrowski A.W.,

- Springer M.S., Siciliano S., Malkowitz L., Sanchez M., Guan Z., Tiwari S., Stevenson D.W., Borris R.P., Singh S.B. Isolation and structure of antagonists of chemokine receptor (CCR5). *Journal of Natural Products*. 2004;67(6):1036–1038.
6. Lin Y., Wu X., Feng S., Jiang G., Luo J., Zhou S., Vrijmoed L.L., Jones E.B., Krohn K., Steingröver K., Zsila F. Five unique compounds: xyloketals from mangrove fungus *Xylaria* sp. from the South China Sea coast. *The Journal of Organic Chemistry*. 2001;66(19):6252–6256.
7. Smith C.J., Morin N.R., Bills G.F., Dombrowski A.W., Salituro G.M., Smith S.K., Zhao A., MacNeil D.J. Novel sesquiterpenoids from the fermentation of *Xylaria persicaria* are selective ligands for the NPY Y5 receptor. *The Journal of Organic Chemistry*. 2002;67(14):5001–5004.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Раваева Марина Юрьевна*, к.б.н., доц., ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»;
e-mail: ravaevam@yandex.ru

Marina Yu. Ravaeva*, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., V.I. Vernadsky Crimean Federal University;
e-mail: ravaevam@yandex.ru

Нагорская Мария Викторовна, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»;
e-mail: zavgolnikova@mail.ru

Mariya V. Nagorskaya, V.I. Vernadsky Crimean Federal University;
e-mail: zavgolnikova@mail.ru

Сидякин Андрей Иванович, к.б.н., ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»;
e-mail: acid2302@mail.ru

Andrey I. Sidyakin, Cand. Sci. (Biol.), V.I. Vernadsky Crimean Federal University;
e-mail: acid2302@mail.ru

Робу Наталья Ивановна, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»;
e-mail: robunatala@gmail.com

Natalia I. Robu, V.I. Vernadsky Crimean Federal University;
e-mail: robunatala@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author