

УДК 576.32/.36 576.893.17

## НОВЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ, ПРОЯВЛЯЮЩИЕ АНТИПРОТОЗОЙНУЮ АКТИВНОСТЬ

© 2023 г. Е. Г. Черемных<sup>1</sup>, А. В. Осипов<sup>2</sup>, В. Г. Старков<sup>2</sup>, Ч. Т. Т. Нгуен (Nguyen Thi Thuy Trang)<sup>3</sup>,  
Х. К. Нгуен (Nguyen Cuu Khoa)<sup>4</sup>, А. Н. Хоанг (Hoang Ngoc Anh)<sup>4</sup>,  
З. Т. Ле (Le Tien Dung)<sup>4</sup>, член-корреспондент РАН В. И. Цетлин<sup>2</sup>, Ю. Н. Уткин<sup>2,\*</sup>

Поступило 20.09.2022 г.  
После доработки 24.10.2022 г.  
Принято к публикации 24.10.2022 г.

Исследовано влияние экстрактов десяти видов растений, произрастающих на территории России, и пяти видов, произрастающих во Вьетнаме, на рост и выживаемость инфузорий *Tetrahymena pyriformis* из подцарства Protozoa, включающего также возбудителей протозойных инфекций. Экстракцию из высушенных растений проводили кислым и щелочным водными растворами, а также водно-этанольным раствором. К клеткам добавляли различные количества экстрактов и регистрировали число выживших клеток через 1 и 24 ч. Мы обнаружили, что наши образцы некоторых растений, включая полынь, гармалу и солодку, подобно исследованным ранее, обладают антипротозойной активностью, что может свидетельствовать об одинаковости вторичных метаболитов у растений из различных регионов. Используя инфузорию *T. pyriformis* в качестве модельного организма, впервые показано наличие антипротозойной активности у экстрактов сирени, хондриллы, сабельника, хмеля и вяза.

**Ключевые слова:** антипротозойная активность, крапива, хондрилла, сирень, полынь, солодка, вяз, сабельник, хмель, *Tetrahymena pyriformis*

**DOI:** 10.31857/S2686738922600650, **EDN:** МОСГХ

### ВВЕДЕНИЕ

Растения – хорошо известный источник различных лекарственных средств, включая целый ряд антимикробных препаратов, в том числе соединений для лечения протозойных инфекций, вызываемых организмами из подцарства простейших (Protozoa), например, артемизинин и хинин, применяемые для лечения малярии, вызываемой паразитическими простейшими рода *Plasmodium*. Сложность лечения таких инфекций связана с тем, что простейшие – эукариоты и многие биохимические процессы у них близки к

таковым у позвоночных. Для лечения протозойных инфекций существует ряд препаратов, в том числе и из растений, например, упомянутые выше хинин и артемизинин из полыни однолетней (*Artemisia annua*) [1]. Главным недостатком существующих препаратов является возникновение к ним устойчивости паразитов [2]. Это диктует задачу поиска новых соединений, и растения, по-прежнему, остаются их перспективным источником. К настоящему времени, (см., например, недавние публикации [3–5]) в растениях различных видов идентифицированы соединения, обладающие антипротозойной активностью. Ранее были указания на наличие антипротозойной активности у некоторых растений, произрастающих во Вьетнаме (например, [6]). Однако существуют лишь весьма ограниченные данные (например, [7]) об антипротозойной активности растений, произрастающих в России.

Учитывая все вышеизложенное, целью данной работы явилось исследование антипротозойной активности ранее не изученных видов растений, произрастающих на территории Вьетнама и России. Для проведения оценки антипротозойной активности экстрактов растений в данной работе использовали инфузорию *T. pyriformis* в качестве

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение  
Научный центр психического здоровья (НЦПЗ),  
Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУН Институт биоорганической химии  
им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова  
Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>3</sup> Университет им. Нгуен Тат Тхань, Хо Ши Мин,  
Вьетнам

<sup>4</sup> Институт Наук о Прикладных Материалах  
Вьетнамской Академии Наук и Технологий,  
Хо Ши Мин, Вьетнам

\*e-mail: utkin@ibch.ru

модельного организма, а влияние экстрактов на жизнеспособность инфузорий определяли с помощью автоматизированного приборного комплекса БиоЛат-3.2 (Россия).

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Растения собирали в вегетационный период, промывали и сушили в естественных условиях в прохладном месте с вентилятором или в проветриваемом месте. После сушки растения измельчали в порошок и хранили в прохладном месте.

Всего было изучено десять видов растений, произрастающих на территории России:

*Artemisia absinthium* (AA, Полынь горькая, Московская область) – трава;

*Chondrilla juncea* (ChJ, Хондрилла ситниковая, Волгоградская область) – трава;

*Comarum palustre* (CP, Сабельник болотный, Московская область) – стебли;

*Humulus lupulus* (HL, Хмель обыкновенный, Саратовская область) – цветы;

*Glycyrrhiza glabra* (GG, Солодка гладкая, Волгоградская область) – корень;

*Péganum harmala* (PH, Гармала обыкновенная, или мотильник обыкновенный, Волгоградская область) – стебли и листья; плоды и семена;

*Syringa vulgaris* (SV, Сирень обыкновенная, Тульская область) – соцветия;

*Ulmus laevis* (UL, Вяз гладкий, Московская область) – кора;

*Urtica dioica* (UD, Крапива двудомная, Московская область) – семена;

*Vitex agnus-castus* (VA, Витекс священный, арамово дерево, Краснодарский край) – семена.

Растения высушивали и хранили при комнатной температуре. Экстракты российских растений готовили с использованием трех способов экстракции: щелочного с использованием 20 мМ гидрокарбоната натрия ( $\text{NaHCO}_3$ ), кислотного – 3% уксусной кислоты ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) и спиртового – 96% этанола ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ). Экстракцию в среднем 1 г высушенного сырья проводили в затемненном месте 24 ч при комнатной температуре при покачивании и соотношении сырья и экстрагента 1:25 w/v. Экстракт фильтровали и центрифугировали при 3000 об/мин в течение 3 мин. Щелочные и кислотные экстракты лиофилизировали, растворяли в 2.5 мл воды и повторно лиофилизировали. Спиртовую вытяжку упаривали на ротационном испарителе, затем растворяли в 2.5 мл смеси спирт/вода 2:1 и лиофилизировали. Для измерения активности щелочные и кислотные экстракты растворяли в 1 мл дистиллированной воды, спиртовые – в 1 мл 70% этанола, центрифугировали и проводили измерения при различных разведениях.

Было проведено исследование пяти растений, произрастающих во Вьетнаме:

*Artemisia vulgaris* (AV, полынь обыкновенная, провинция Киен Занг (Kiên Giang) – трава;

*Hedyotis diffusa* (HD, олденландия диффузная, провинция Бинь Фьюк (Bình Phước) – все растение;

*Scoparia dulcis* (SD, скопария сладкая, провинция Винь Лонг (Vinh Long) – листья;

*Scutellaria barbata* (SB, шлемник борогатый, провинция Тхань Хоа (Thanh Hoa) – все растение;

*Tiliacora triandra* (TT, тилиакора трехтычинковая, провинция Кан Тхо (Cần Thơ) – все растение.

Экстракцию проводили согласно методике [8], используя в качестве экстрагента 30 или 96% этанол ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) при комнатной температуре. Растворитель выпаривали при низком давлении и полученный экстракт использовали для дальнейших исследований.

Для определения антипротозойной активности препараты подготавливали следующим образом. Взвешивали по 0.5 г массы спиртового экстракта и растворяли в 0.5 мл 30% или 96% раствора этанола (соответственно концентрации этанола, ранее взятого для экстракции). Для образцов AV, SB и SD, экстрагированных 96% этанолом, взять навеску не представлялось возможным из-за их высокой вязкости. Эти образцы весом 5 г растворяли полностью в 5 мл 96% этанола и отбирали по 0.5 мл. После охлаждения до 6° С (в холодильнике), центрифугировали 3 мин при 3000 об/мин и проводили измерение биологической активности.

Для определения антипротозойной активности применяли метод, использованный ранее для анализа подобной активности ядов змей [9]. Вкратце, эта методика включает процедуру подсчета инфузорий *T. pyriformis* с применением приборно-вычислительного комплекса для автоматизированного биотестирования с системой визуализации и программным обеспечением для математической обработки данных БиоЛат-3.2 (ООО “Европолитест”, Московская обл., г. Пушкино). Все эксперименты проводили на инфузориях, которые культивировали по закрытой системе в стерильных условиях. В лунки планшета прибора БиоЛат-3.2 вносили 290 мкл проб, представляющих собой соответствующие водные разведения (табл. 1 и 2) экстрактов растений. При исследовании спиртовых экстрактов в качестве контроля использовали 1% спирт, в котором в течение 1 ч выживают 100% инфузорий, а прирост за 24 ч составляет около 200%. После программной оценки лунок с пробами без инфузорий в них вносили суспензию инфузорий, содержащую

500–1000 клеток. Конечный объем пробы 300 мкл. Каждое измерение повторяли в 3 лунках. Далее производили десятикратный программный подсчет клеток и фиксировали результаты. Планшет помещали в термостат и через 24 ч повторно с использованием программы подсчитывали инфузорий во всех заданных лунках. Для количественной оценки активности рассчитывали коэффициенты выживаемости/роста (К)

$$K = T_{24}/T_0,$$

где  $T_{24}$  – количество живых инфузорий в пробе после 24-часовой экспозиции;  $T_0$  – количество живых инфузорий в начале опыта. Коэффициенты роста/выживаемости по каждому разведению вычисляли как среднее по трем коэффициентам для лунок с одинаковыми пробами. В контрольных опытах при 24-часовой экспозиции инфузорий в дистиллированной воде этот коэффициент составил:  $2.5 \geq K \geq 2$ . Кроме того, для определения чувствительности простейших нами использовался раствор  $\text{CuSO}_4$  (0.1 мкМ), который вызывал гибель всех клеток в течение одного часа. Для определения зависимости гибели клеток от времени инкубации проводили регистрацию выживших инфузорий в течение часа. В краткосрочном эксперименте использовали от 2000 до 4000 клеток.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При исследовании активности уксусных, содовых и спиртовых экстрактов растений при экспозиции 24 ч оказалось, что содовый экстракт гармалы (PH) обладал токсичностью по отношению к инфузории *T. pyriformis*. Меньшую активность показал кислотный экстракт, в то время как спиртовой экстракт был не активен при исследованных концентрациях (табл. 1). Токсичность также проявили уксусный экстракт полыни горькой (AA) (табл. 1) и спиртовые экстракты полыни обыкновенной (AV) (табл. 2). Поскольку экстракты российских и вьетнамских растений получены разными способами, данные об их активности приведены в разных таблицах. У солодки (GG) весьма активными оказались уксусный и спиртовой экстракты (табл. 1). Довольно высокая активность обнаружена у спиртовых экстрактов скопарии (SD) (табл. 2) и витекса священного (VA) (табл. 1). Приведенные данные свидетельствуют о том, что полынь (AA, AV), солодка (GG), скопария (SD) и витекс (VA), вне зависимости от того, в каком регионе осуществлялся сбор растений, обладают антипротозойной активностью. Вместе с тем в 24-часовом эксперименте токсичность по отношению к *T. pyriformis* проявили уксусный экстракт сабельника болотного (CP) и спиртовой экстракт сирени обыкновенной (SV) (табл. 1). Слабую активность против инфузорий показали

уксусные экстракты крапивы (UD), хондрилы (ChJ) и сирени (SV) (табл. 1). В той или иной мере антипротозойную активность продемонстрировали практически все спиртовые экстракты Вьетнамских растений (табл. 2). При этом токсический эффект обнаруживался как в долговременном (24 ч, табл. 2), так и в кратковременном эксперименте (в качестве примера на рис. 1 показан эффект, развивающийся под действием разных концентраций спиртового экстракта тилиа-коры (TT) в течение 1 ч). В экспериментах по влиянию на рост клеток (24 ч) мы не обнаружили токсичности для инфузорий экстрактов цветов хмеля (HL) и коры вяза (UL) (табл. 1). Интересно, что в краткосрочных экспериментах выживаемость инфузорий подавляли уксусный и спиртовой экстракты хмеля (HL), а также уксусные экстракты вяза (UL), полыни (AA), сабельника (CP) и солодки (GG) (данные не приведены). Таким образом, впервые показано наличие антипротозойной активности у нескольких видов растений, включая, в частности, сирень (SV) и хондрилу (ChJ).

При выборе растений для исследования мы руководствовались следующими положениями. Для некоторых видов растений, произрастающих в других регионах, ранее было показано наличие антипротозойной активности и проведены ее детальные исследования. Это касается прежде всего полыней (AA и AV) [10–13], гармалы (PH) [14, 15] и солодки (GG) [16]. В рамках данной работы планировалось установить, обладают ли эти растения, произрастающие в других географических регионах, в частности в России и Вьетнаме, антипротозойной активностью.

Для ряда растений имелись лишь предварительные данные о наличии антипротозойной активности без ее детального исследования. Такие данные имелись для скопарии (SD) [8], крапивы (UD) [17] и витекса священного (VA) [18]. Выбор других растений обоснован тем, что либо имеются публикации об их токсичности для других микроорганизмов, а не простейших (например, [19]), либо есть упоминания в рецептах народной медицины об их антимикробной активности [20].

В нашей работе исследованы экстракты 15 видов растений. Полученные нами данные, в общем, согласуются с литературными данными. Для ряда исследованных нами растений ранее было показано наличие антипротозойной активности. Это касается, в частности, полыни (AA, AV), гармалы (PH) и солодки (GG). Однако известно, что растения, произрастающие в разных регионах, могут содержать различные вторичные метаболиты и, соответственно, их экстракты могут обладать различной биологической активностью. Такие различия показаны ранее, в частности, для полыни альпийской *Artemisia umbelliformis* [21].

Таблица 1. Коэффициенты выживаемости/роста<sup>1</sup> количества клеток в растворах экстрактов растений при экспозиции 24 ч

| Вид растения                            | Укусный экстракт        |                |              |            | Содовый экстракт |             |             |             | Спиртовой экстракт  |   |
|---|-------------------------|----------------|--------------|------------|------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|---|
|   | Разведение              |                |              |            |                  |             |             |             |                     |   |
|   | 1.25%                   | 2.50%          | 5.00%        | 10.00%     | 1.25%            | 2.50%       | 5.00%       | 10.00%      |                     |   |
| <i>Vitex agnus-castus</i> (VA), семена  | 5.4 ± 0.08 <sup>2</sup> | 5.3 ± 0.076    | 4.6 ± 0.027  | 3.2 ± 0.05 | 2.6 ± 0.02       | 2.5 ± 0.088 | 4.3 ± 0.11  | 4.8 ± 0.88  | 1.25%               | 0 |
| <i>Urtica dioica</i> (UD), трава        | 3.3 ± 0.06              | 2.6 ± 0.033    | 1.6 ± 0.02   | 0          | 3 ± 0.06         | 2.1 ± 0.05  | 1.6 ± 0.05  | 1.9 ± 0.05  | 11.66 ± 0.72        |   |
| <i>Chondrilla juncea</i> (ChJ), трава   | 4 ± 0.047               | 4.3 ± 0.05     | 0.18 ± 0.013 | 0          | 6.4 ± 0.3        | 5.4 ± 0.07  | 3.9 ± 0.048 | 3.2 ± 0.048 | 2.04 ± 0.056        |   |
| <i>Syringa vulgaris</i> (SV), соцветия  | 3.2 ± 0.076             | 2.6 ± 0.05     | 1.6 ± 0.02   | 0          | 2.9 ± 0.12       | 4.5 ± 0.09  | 4.1 ± 0.056 | 8.3 ± 0.056 | 0                   |   |
| 1.0%                                    |                         |                |              |            | 1.0%             |             |             |             | 0.05%               |   |
| <i>Artemisia absinthium</i> (AA), трава | 0                       | — <sup>3</sup> | —            | —          | 2.03 ± 0.02      | —           | —           | —           | 1.67 ± 0.04         |   |
| <i>Péganum harmala</i> (PH), цветы      | —                       | 1.01 ± 0.041   | —            | —          | —                | 0 (2%)      | —           | —           | 4.88 ± 0.098 (1.6%) |   |
| <i>Comarum palustre</i> (CP), стебли    | 0                       | —              | —            | —          | 2.21 ± 0.062     | —           | —           | —           | 1.88 ± 0.08         |   |
| <i>Glycerhiza glabra</i> (GG), корень   | 0                       | —              | —            | —          | 1.16 ± 0.028     | —           | —           | —           | 0                   |   |
| <i>Humulus lupulus</i> (HL), цветы      | 2.01 ± 0.028            | x <sup>4</sup> | x            | x          | 2.11 ± 0.061     | x           | x           | x           | 1.79 ± 0.027        |   |
| <i>Ulmus laevis</i> (UL), кора          | 1.72 ± 0.018            | x              | x            | x          | 2.2 ± 0.088      | x           | x           | x           | 1.76 ± 0.034        |   |

<sup>1</sup> Коэффициент выживаемости – отношение числа живых инфузорий в растворах экстрактов к числу живых инфузорий в контроле.

<sup>2</sup> Среднее по трем измерениям ± коэффициент вариации.

<sup>3</sup> Дефис означает, что при данной концентрации анализ не проводился.

<sup>4</sup> x означает, что вследствие высокой интенсивности окрашивания проб невозможно зафиксировать результат эксперимента с помощью используемого метода.

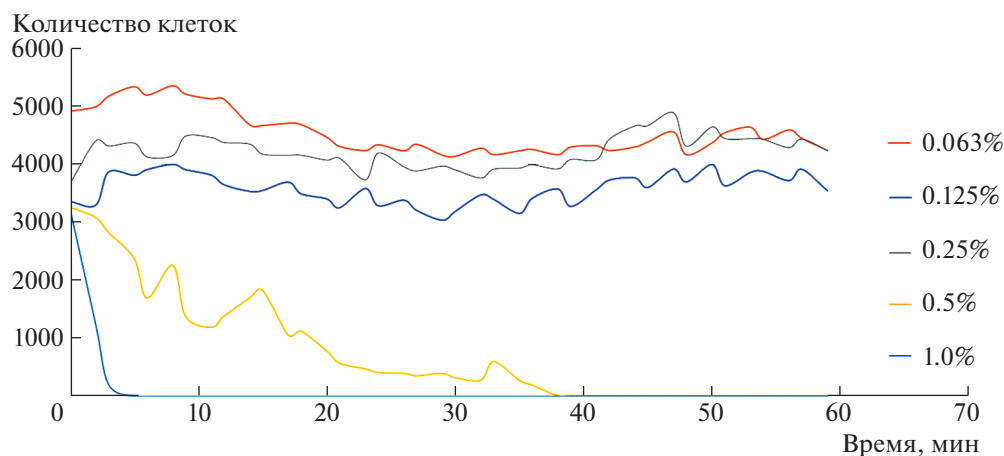
**Таблица 2.** Коэффициенты выживаемости/роста количества клеток в растворах экстрактов растений при экспозиции 24 ч

| Вид растения                          | Разведение, % | Концентрация этанола      |              |
|---------------------------------------|---------------|---------------------------|--------------|
|                                       |               | 30%                       | 96%          |
| <i>Artemisia vulgaris</i> (AV), трава | 0.125         | 2.16 ± 0.049 <sup>1</sup> | 2.45 ± 0.031 |
|                                       | 0.25          | 1.42 ± 0.031              | 1.04 ± 0.054 |
|                                       | 0.5           | 0.98 ± 0.022              | <b>0.00</b>  |
|                                       | 1             | <b>0.00</b>               | <b>0.00</b>  |
| <i>Hedyotis diffusa</i> (HD)          | 0.125         | 2.80 ± 0.927              | 1.65 ± 0.052 |
|                                       | 0.25          | 1.71 ± 0.02               | <b>0.00</b>  |
|                                       | 0.5           | 1.37 ± 0.025              | <b>0.00</b>  |
|                                       | 1             | <b>0.00</b>               | <b>0.00</b>  |
| <i>Scutellaria barbata</i> (SB)       | 0.0625        | 1.46 ± 0.014              | 2.75 ± 0.045 |
|                                       | 0.125         | 1.57 ± 0.055              | 3.03 ± 0.027 |
|                                       | 0.25          | 1.30 ± 0.08               | 1.96 ± 0.039 |
|                                       | 0.5           | <b>0.00</b>               | <b>0.00</b>  |
| <i>Scoparia dulcis</i> (SD), листья   | 0.0625        | 2.92 ± 0.01               | 3.74 ± 0.033 |
|                                       | 0.125         | 2.74 ± 0.078              | 3.04 ± 0.039 |
|                                       | 0.25          | <b>0.00</b>               | <b>0.00</b>  |
|                                       | 0.5           | <b>0.00</b>               | <b>0.00</b>  |
| <i>Tiliacora triandra</i> (TT)        | 0.0625        | 2.61 ± 0.015              | 1.71 ± 0.039 |
|                                       | 0.125         | 1.90 ± 0.047              | 1.57 ± 0.033 |
|                                       | 0.25          | 1.90 ± 0.11               | 1.33 ± 0.034 |
|                                       | 0.5           | 2.17 ± 0.066              | <b>0.00</b>  |
|                                       | 1             | 1.70 ± 0.037              | <b>0.00</b>  |

<sup>1</sup> Среднее по трем измерениям ± коэффициент вариации.

Тем не менее исследованные нами образцы полыни, гармалы и солодки проявили антипротозойную активность, как это было показано для этих видов растений, собранных в других регио-

нах [10–16]. Интересно, что у гармалы (РН) антипротозойная активность обусловлена такими алкалоидами, как гармин и пеганин. Алкалоиды, основные по своей природе, обычно экстрагиру-



**Рис. 1.** Изменение количества живых клеток *T. pyriformis* в зависимости от времени действия различных концентраций спиртового экстракта *Tiliacora triandra*. 0.063–1.0% – разведения исходного спиртового раствора.

ются кислыми растворителями, и в нашем случае именно уксусный экстракт проявил токсичность по отношению к инфузориям (табл. 1), как и в работе [14] – против лейшманий. Однако наряду с этим такую же активность проявил щелочной экстракт гармалы (табл. 1), что может свидетельствовать о наличии в гармале антипротозойных соединений иной природы. В нашем исследовании токсичность проявили кислотные экстракты крапивы (UD), сирени (SV) и хондрилы (ChJ) (табл. 1). Поэтому можно предположить наличие в этих растениях алкалоидов основной природы, также обладающих антипротозойной активностью.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследовав влияние экстрактов десяти видов растений, произрастающих на территории России, и пяти видов, произрастающих во Вьетнаме, на рост и выживаемость инфузорий *T. pyriformis*, было обнаружено, что наши образцы некоторых растений, включая полынь, гармалу и солодку, подобно исследованным ранее, обладают антипротозойной активностью, что может свидетельствовать об общности вторичных метаболитов у растений из различных регионов. Впервые на примере инфузории *T. pyriformis* показано наличие антипротозойной активности у экстрактов сирени, сабельника, хмеля и вяза. Полученная информация позволяет сделать выбор перспективных растений для дальнейшей работы, в частности, это хондрила и сирень. В настоящее время в этих растениях проводится идентификация соединений, обладающих антипротозойной активностью.

### ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 21-54-54005) и Вьетнамской академии наук и технологий (проект QTRU01.15/21-22).

### СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yang J., He Y., Li Y., et al. Advances in the research on the targets of anti-malaria actions of artemisinin. // *Pharmacol. Ther.* 2020. V. 216. P. 107697.
2. Ricotta E., Kwan J. Artemisinin-Resistant Malaria as a Global Catastrophic Biological Threat. // *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* 2019. V. 424. P. 33–57.
3. Anibogwu R., Jesus K., Pradhan S., et al. Extraction, Isolation and Characterization of Bioactive Compounds from Artemisia and Their Biological Significance: A Review. // *Molecules.* 2021. V. 26. № 22. P. 6995.
4. Anmol, Kumari S., Kumar R., et al. Antiplasmodial diterpenoid alkaloid from *Aconitum heterophyllum* Wall. ex Royle: Isolation, characterization, and UHPLC-DAD based quantification. // *J. Ethnopharmacol.* 2022. V. 287. P. 114931.
5. Chemed G., Bisrat D., Yeshak M.Y., et al. In Vitro Antileishmanial and Antitrypanosomal Activities of Plitacalioside Isolated from the Leaf Latex of *Aloe rugosifolia* Gilbert & Sebsebe (Asphodelaceae). // *Molecules.* 2022. V. 27. № 4. P. 1400.
6. Nguyen-Pouplin J., Tran H., Tran H., et al. Antimalarial and cytotoxic activities of ethnopharmacologically selected medicinal plants from South Vietnam. // *J. Ethnopharmacol.* 2007. V. 109 № 3. P. 417–427.
7. Kikhanova Z.S., Iskakova Z.B., Dzhalmakhanbetova R.I., et al. Constituents of *Artemisia austriaca* and their Biological Activity. // *Chem. Nat. Compd.* 2013. V. 49. P. 967–968.
8. Tin N.N.T., Truc N.D.T., Hang H.T.T., et al. Chemical Constituents of the Aerial Parts of *Scoparia dulcis* and Anti-Cancer, Anti-Inflammatory Activities. // *Key Engineering Materials.* 2019. V. 814. P. 360–364.
9. Черемных Е.Г., Осунгов А.В., Старков В.Г., и др. Сравнительное исследование влияния ядов змей на рост инфузорий *Tetrahymena pyriformis*: идентификация ядов с высокой антипротозойной активностью. // Доклады Российской академии наук. Науки о жизни. 2022. Т. 503. С. 197–202.
10. Najm M., Hadighi R., Heidari-Kharaji M., et al. Anti-Leishmanial Activity of *Artemisia persica*, *A. spicigera*, and *A. fragrans* against *Leishmania major*. // *Iran. J. Parasitol.* 2021. V. 16. № 3. P. 464–473.
11. Loo C.S., Lam N.S., Yu D., et al. Artemisinin and its derivatives in treating protozoan infections beyond malaria. // *Pharmacol. Res.* 2017. V. 117. P. 192–217.
12. Azizi K., Shahidi-Hakak F., Asgari Q., et al. In vitro efficacy of ethanolic extract of *Artemisia absinthium* (Asteraceae) against *Leishmania major* L. using cell sensitivity and flow cytometry assays. // *J. Parasit. Dis.* 2016. V. 40. № 3. P. 735–740.
13. Bamunuarachchi G.S., Ratnasooriya W.D., Premakumara S., et al. Antimalarial properties of *Artemisia vulgaris* L. ethanolic leaf extract in a *Plasmodium berghei* murine malaria model. // *J. Vector Borne. Dis.* 2013. V. 50. № 4. P. 278–284.
14. Rokni N., Faridnia R., Esboei B.R., et al. *Peganum harmala* and *Nigella sativa*: anti-leishmanial activity against *Leishmania major* promastigotes and amastigotes: in vitro and ex vivo experiment. // *Ann. Parasitol.* 2021. V. 67. № 2. P. 313–319.
15. Boonhok R., Sangkanu S., Chuprom J., et al. *Peganum harmala* Extract Has Antiamoebic Activity to *Acanthamoeba triangularis* Trophozoites and Changes Expression of Autophagy-Related Genes. // *Pathogens.* 2021. V. 10. № 7. P. 842.
16. Sheikhi S., Khamesipour A., Radjabian T., et al. Immunotherapeutic effects of *Glycyrrhiza glabra* and Glycyrrhizic Acid on *Leishmania major*-infection BALB/C mice. // *Parasite Immunol.* 2022. V. 44. № 1–2. P. e12879.

17. *Badirzadeh A., Heidari-Kharaji M., Fallah-Omrani V., et al.* Antileishmanial activity of *Urtica dioica* extract against zoonotic cutaneous leishmaniasis. // PLoS Negl. Trop. Dis. 2020. V. 14. № 1. P. e0007843.
18. *Borges A.R., Aires J.R., Higino T.M., et al.* Trypanocidal and cytotoxic activities of essential oils from medicinal plants of Northeast of Brazil. // Exp. Parasitol. 2012. V. 132. № 2. P. 123–128.
19. *Стругар Й., Повыдыш М.Н.* Химические компоненты *Comarum palustre* L. и их биологическая активность. Медико-фармацевтический журнал “Пульс”. 2020. Т. 22. № 12. С. 126–140.
20. *Пастушенков Л.В., Пастушенков А.Л., Пастушенков В.Л.* Лекарственные растения. Использование в народной медицине и в быту. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург; 2012.
21. *Rubiolo P., Matteodo M., Bicchi C., et al.* Chemical and biomolecular characterization of *Artemisia umbelliformis* Lam., an important ingredient of the alpine liqueur “Genepi”. // J. Agric. Food Chem. 2009. V. 57. № 9. P. 3436–3443.

## NEW PLANT SPECIES SHOWING ANTIPROTOZOIAN ACTIVITY

**E. G. Cheremnykh<sup>a</sup>, A. V. Osipov<sup>b</sup>, V. G. Starkov<sup>b</sup>, Nguyen Thi Thuy Trang<sup>c</sup>, Nguyen Cuu Khoa<sup>d</sup>, Hoang Ngoc Anh<sup>d</sup>, Le Tien Dung<sup>d</sup>, Corresponding Member of the RAS V. I. Tsetlin<sup>b</sup>, and Yu. N. Utkin<sup>b,#</sup>**

<sup>a</sup> *Mental Health Research Centre, Moscow, Russian Federation*

<sup>b</sup> *Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

<sup>c</sup> *Nguyen Tat Thanh University, Ho Chi Minh City, Vietnam*

<sup>d</sup> *Institute of Applied Materials Science, Vietnam Academy of Science and Technology, Ho Chi Minh City, Vietnam*

<sup>#</sup>*e-mail: utkin@ibch.ru*

The effects of extracts of ten plant species growing in Russia and five species growing in Vietnam on the growth and survival of ciliates *Tetrahymena pyriformis* were studied. *T. pyriformis* is from the Protozoa subkingdom, which also includes pathogens of protozoan infections. Extraction of dried plants was carried out with acidic and alkaline aqueous solutions, as well as with an aqueous ethanol solution. Various amounts of extracts were added to the infusoria cells and the number of survived cells was recorded after 1 and 24 hours. We found that our samples of several plants, including wormwood, harmala, and licorice, similarly to those studied earlier, have antiprotozoal activity, which may indicate a sameness of secondary metabolites in plants from different regions. Using the ciliate *T. pyriformis* as a model organism, the presence of antiprotozoal activity in extracts of lilac, chondrilla, cinquefoil, hop and elm was shown for the first time.

*Keywords:* antiprotozoal activity, nettle, chondrilla, lilac, wormwood, licorice, elm, cinquefoil, hop, *Tetrahymena pyriformis*