

Биологическая и токсикологическая активность водно-спиртовых экстрактов из ряда хвойных растений Якутии

М.У. Кан*, М.М. Шашурин, А.Н. Журавская

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия

*kanmiun@yandex.ru

Аннотация. Исследована биологическая активность и токсичность водно-спиртовых экстрактов хвои четырех видов хвойных растений Якутии. Биологическим тест-объектом являлись *Paramecium caudatum* в стационарной фазе роста. Воздействие на тест-объект проводили в течение 30 минут и 48 часов. Из всех исследованных образцов экстракты лиственницы и можжевельника обладают высокой биологической активностью и токсичностью. Экстракты лиственницы и можжевельника с увеличением длительности экспозиции расширяли диапазон токсического действия, экстракты пихты и кедрового стланика, напротив, с увеличением длительности экспозиции сужали широту токсического действия на парамеции. Проведенные исследования по влиянию хвойных экстрактов на клеточном уровне позволили охарактеризовать степень их безопасности и токсичности и сделали возможным дальнейшее их применение для получения биопрепаратов.

Ключевые слова: водно-спиртовые экстракты растений *Larix sibirica* Ledeb., *Abies sibirica* Ledeb., *Juniperus communis* L., *Pinus pumila* (Pall.) Regel., биологическая активность, токсичность, *Paramecium caudatum*.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта VI.62.1.8. «Разработка биопрепаратов из тканей растений и животных Якутии на основе изучения особенностей их биохимического состава и механизмов адаптации к условиям Севера» (№ 0376-2019-0005 регистрационный номер АААА-А17-117020110055-3).

Введение

В тканях растений содержание, структурное разнообразие и биологическая активность биоактивных веществ зависят от степени экстремальности экологических условий произрастания [1, 2]. Известно, что породный состав лесного покрова определяется географическим положением, климатическими и почвенно-грунтовыми условиями; в Якутии он не богат и представлен исключительно хвойными породами растений [3]. Установлено, что хвоя обладает уникальными особенностями, она экологически безопасна, имеет ряд полезных свойств, востребованных в животноводстве, ветеринарии, пищевой, фармацевтической промышленности и в косметологии [4–6]. В настоящее время хвойные растения широко используют для получения разнообразных лечебных экстрактов [7–9]. Высокая биологическая активность хвои обусловлена комплексом биоактивных веществ: макро- и микроэлементов, витаминов, фитонцидов, фитогормонов, бактериостатических веществ и др. [10–14]. Многокомпонентный химический

состав хвойных растений обуславливает важность оценки определения уровня безопасности, токсичности сырья и готового продукта. Известно, что для исключения нежелательных побочных эффектов биопрепаратов необходима токсикологическая оценка, где большое значение имеют изучение зависимости эффекта от дозы, широта терапевтического диапазона, т. е. диапазон доз от минимальной терапевтической до минимальной токсической. Исследования на токсичность – это первая обязательная стадия испытания любого биопрепарата, прежде чем переходить к его доклинической стадии испытаний, а тем более к клинической. Только исследования продуктов *in vivo* и *in vitro* на биологических объектах дают интегральные биологические показатели, которые зависят от характера комбинированного взаимодействия экзогенных и эндогенных веществ друг с другом и с живыми организмами, что позволяет определить предельные дозы полезного и безопасного использования биоактивных веществ [15]. В связи с вышеперечисленным нами были проведены

исследования действия водно-спиртовых экстрактов четырех видов хвойных растений: можжевельника, лиственницы, пихты, стланика, произрастающих в Якутии, и дана оценка их биологической активности и токсичности. В качестве биотеста использовался одноклеточный организм *Paramecium caudatum*.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследований использовали хвою лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) и кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pall.) Regel.), широко распространенных на территории Южной Якутии (Lat: 58.8488, Lon: 124.7018).

Водно-спиртовую смесь для получения экстрактов готовили из этилового спирта ректификата (95 об.%) путем его разведения дистиллированной водой до концентрации 47,5 об.%. Экстракцию проводили в стеклянных емкостях, в которые добавляли высушенное измельченное растительное сырье (хвоя и тонкие побеги) и 47,5%-й этанол в соотношении 1:10. Экстрагировали в течение 20 суток при 25 °С, в темном месте.

Исследование проводили на одноклеточном организме парамеции вида *Paramecium caudatum*. Периодическое культивирование парамеций проводили при температуре 25 °С. В качестве корма использовали зерна риса без дополнительного введения растворенных органических питательных веществ в виде сенного настоя, дрожжей, пептона и т. д. для исключения эффекта комбинированного воздействия токсичных/биоактивных веществ в исследованных пробах на чувствительность всей тест-системы. Использование риса обусловлено тем, что данный вид корма также не дает мелкодисперсной пищевой взвеси, поэтому труднодоступен для парамеций. В результате замедляется рост биомассы в различные фазы роста культуры парамеций. Благодаря этому тест-объект имеет одинаковую токсикорезистентность, значительно растянутую во времени [16]. В эксперименте использовали клон парамеций в стационарной фазе роста. Время экспозиции в остром опыте составило 30 минут; при хроническом – 48 часов. Определение биологической и токсикологической активности водно-спиртовых экстрактов проводилось по стандартной методике [15]. Наблюдение вели с помощью

микроскопа Axiostarplus (CarlZeiss) при увеличении 10x/0.25.

Оценку биологической активности и токсичности исследуемых экстрактов проводили, определяя пороговую, остановочную и лизирующую концентрации. Концентрации, вызывающие ускорение движения парамеций, принимали за пороговые. Концентрации, при которых клетки останавливали движение, рассматривали как переходные от максимально эффективных к минимально токсичным и определяли как остановочные. Концентрации, приводящие к лизису клеток, считались минимально смертельными, или лизирующими. Степень биологической активности определялась по величине пороговой концентрации: чем меньше эта величина, тем выше активность [17]. О клеточной токсичности экстрактов судили по величине лизирующей концентрации – чем она меньше, тем токсичнее вещество. Контролем для опытных образцов служила водно-спиртовая смесь.

В остром и хроническом опытах уровень безопасности водно-спиртовых экстрактов растений определяли как широту интервала активности (физиологический диапазон), уровень токсичности определяли как широту интервала токсичности (токсический диапазон) исследуемых экстрактов. Данные показатели сравнивали по величине разности интервала между верхней и нижней границами. Для оценки уровня безопасности экстрактов за нижнюю границу интервала принимали пороговую концентрацию этанола, за верхнюю границу – концентрацию, которая вызывала остановку клетки. Для определения уровня токсичности исследуемых экстрактов за нижнюю границу интервала принимали концентрацию, которая вызывала остановку клетки, за верхнюю границу – концентрацию, которая вызывала лизис клетки [18, 19].

Культура *Paramecium caudatum* была любезно предоставлена Государственным бюджетным учреждением Республики Саха (Якутия) «Якутская республиканская ветеринарно-испытательная лаборатория».

Эксперименты проводили в четырех повторностях. Результаты представлены в виде средней арифметической величины. Абсолютную ошибку рассчитывали из среднеквадратической ошибки с помощью коэффициента Стьюдента при $p = 0,95$ [20]. Сравнение средних значений выборок проводили методом однократного дисперси-

онного анализа (ANOVA). Значимость различий между средними значениями определяли, используя критерий Ньюмена–Кейлса для множественных сравнений при уровне $p \leq 0,05$. Расчет проводили с помощью пакета AnalystSoft, StatPlus – программа статистического анализа, v.2007.

Результаты и обсуждение

В табл. 1 показаны биологическая активность и токсичность водно-спиртовых экстрактов из четырех видов хвойных растений Якутии при действии на одноклеточный организм *Paramecium caudatum* в остром эксперименте. Известно, что этиловый спирт является клеточным ядом для биологических объектов. Его действие приводит к денатурации ферментативных и мембранных белков клетки [18, 21]. В начале эксперимента была определена зависимость доза–эффект водно-спиртовых растворов для одноклеточных организмов *Paramecium caudatum*: острый токсический эффект (лизис клетки) наступал при концентрации этанола 5,5 %, концентрация 5,0 % вызвала необратимую остановку организма. Пороговая концентрация этанола 3,5 % вызвала стимуляцию подвижности парameций (см. табл. 1).

Полученные данные были использованы в качестве контроля.

В остром опыте все изученные опытные образцы в сравнении с контролем показали высокую биологическую активность, степень которой оценивали по величине пороговой концентрации – чем она меньше, тем выше активность. Анализ результатов, приведенных в табл. 1, указывает на наиболее высокую биологическую активность водно-спиртовых экстрактов лиственницы и можжевельника, пороговые концентрации этанола в которых были в 17,5 и 11,7 раза ниже контрольных соответственно. Биологическая активность водно-спиртовых экстрактов пихты и стланика была ниже контроля в 7,0 и 4,4 раза соответственно. Остановку подвижности тест-объекта вызывали концентрации экстрактов: лиственницы – 0,5 %, можжевельника – 1,8 %, пихты и стланика – 2,5 %, что было в 10, 3 и 2,2 раза ниже контрольного значения соответственно.

О клеточной токсичности судили по величине лизирующей концентрации, чем она меньше, тем токсичнее вещество. Наибольшие токсические эффекты наблюдались при воздействии на *Paramecium caudatum* экстрактов лиственницы

Таблица 1

Биологическая активность (порог действия) и показатели токсичности водно-спиртовых растворов, определенные на *Paramecium caudatum* (острый опыт)

Table 1

Biological activity (threshold of action) and toxicity indicators of water-alcohol solutions determined on *Paramecium caudatum* (acute experience)

Объект исследования (экстракты) Research object (extracts)	Концентрации этанола экстрактов, вызывающие морфологические и функциональные изменения парameций, % Ethanol concentrations in extracts causing morphological and functional changes in Paramecium,%		
	Пороговая (стимуляция подвижности парameций) Threshold (stimulation of mobility of paramecium)	Остановочная Ingibition	Лизирующая Lysis
Контроль (водно-этанольная смесь) Control (water-ethanol mixture)	3.5	5.0	5.5
Можжевельник <i>Juniperus communis</i>	0.3	1.8	2.0
Лиственница <i>Larix sibirica</i>	0.2	0.5	0.8
Пихта <i>Abies sibirica</i>	0.8	2.5	2.8
Стланик <i>Pinus pumila</i>	0.5	2.5	2.8

(0,8 % этанола) и можжевельника (2,0 % этанола), что в 6,3 и 3 раза ниже контроля соответственно. Водно-спиртовые экстракты пихты и стланика вызвали лизис клетки в концентрациях этанола 2,8 %, что в 2 раза ниже контроля.

Результаты эксперимента по хроническому воздействию в течение 48 часов водно-спиртовых экстрактов на одноклеточный организм *Paramecium caudatum* приведены в табл. 2.

В контроле пороговая концентрация этанола, стимулирующая подвижность парамеций, составила 2,5 %; необратимая остановка организмов произошла при концентрации 4,0 %; гибель клеток тест-объекта – при концентрации этанола 4,5 %.

В хроническом эксперименте опытные образцы экстрактов лиственницы, пихты и стланика показали равную пороговую биологическую активность (0,2 %) в 12,5 раза ниже контроля, экстракт из можжевельника – в 8,3 раза ниже контроля. Остановка клеток тест-объекта экстрактом лиственницы произошла при концентрации этанола 0,3 %; экстрактом можжевельника – при концентрации 0,5 %, что в 13,3 и 8,0 раза ниже контроля соответственно. Для водно-спиртовых

экстрактов пихты и стланика останочная концентрация этанола была в 5 раз ниже контроля.

Токсический эффект на *Paramecium caudatum* в хроническом опыте водно-спиртовых экстрактов лиственницы и можжевельника наблюдали при концентрациях этанола 0,8 %, экстрактов пихты и стланика – при концентрациях 1,0 %, что в 5,6 и в 4,5 раза ниже контроля соответственно.

Полученные данные по острому и хроническому воздействию водно-спиртовых экстрактов четырех изученных видов хвойных растений Якутии на *Paramecium caudatum* позволили получить первоначальные представления об их безопасности, активности и токсичности, а также проводить подбор доз при исследованиях на более сложных биологических объектах (тканях, органах, организмах), так как *Paramecium caudatum* часто используют для предварительной оценки степени токсичности исследуемого вещества по отношению к теплокровным [22].

На рис.1 представлены изменения уровня безопасности экстрактов в сравнение данных острого опыта и хронического воздействия.

В остром эксперименте широта интервала активности равнялась для стланика 2,0, пихты –

Таблица 2

Биологическая активность (порог действия) и показатели токсичности водно-спиртовых растворов определенные на *Paramecium caudatum* (хронический эксперимент)

Table 2

Biological activity (threshold of action) and toxicity indicators of water-alcohol solutions determined on *Paramecium caudatum* (chronic experiment)

Объект исследования (экстракты) Research object (extracts)	Концентрации этанола экстрактов, вызывающие морфологические и функциональные изменения парамеций, % Ethanol concentrations in extracts causing morphological and functional changes in Paramecium.%		
	Пороговая (стимуляция подвижности парамеций) Threshold (stimulation of mobility of paramecium)	Остановочная Inhibition	Лизирующая Lysis
Контроль (водно-этанольная смесь) Control (water-ethanol mixture)	2,5	4,0	4,5
Можжевельник <i>Juniperus communis</i>	0,3	0,5	0,8
Лиственница <i>Larix sibirica</i>	0,2	0,3	0,8
Пихта <i>Abies Sibiric</i>	0,2	0,8	1,0
Стланик <i>Pinus pumila</i>	0,2	0,8	1,0

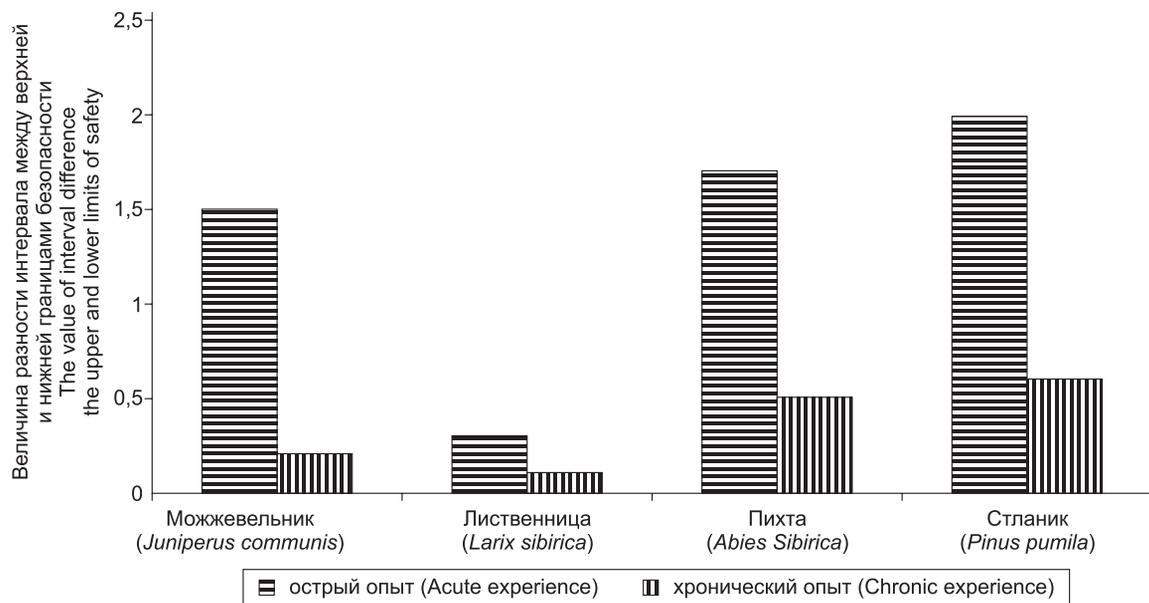


Рис. 1. Уровни безопасности водно-спиртовых экстрактов при остром и хроническом эксперименте.

Fig. 1. The safety levels of water-alcohol extracts in acute and chronic experiment.

1,7, можжевельника – 1,5, лиственницы – 0,3. В хроническом опыте физиологический диапазон был равен для кедрового стланика и пихты 0,6, можжевельника – 0,2, лиственница – 0,1. Установлено, что уровень безопасности с увеличением длительности экспозиции воздействия на тест-культуру снижается во всех исследуемых экстрактах, экстракт можжевельника снизил в 7,5 раза, пихта – в 2,8, лиственница – в 3,0 и кедровый стланик – в 0,6 раза. Известно, что чем больше широта интервала активности, тем большую ценность представляет экстракт, поскольку уменьшается риск возможного развития токсического действия на тест-объект. Таким образом, из исследованных образцов высоким уровнем безопасности обладают экстракты пихты и кедрового стланика. Узкая широта физиологического диапазона была отмечена у экстракта лиственницы.

На рис. 2 показан уровень токсичности водно-спиртовых экстрактов в остром и хроническом экспериментах в сравнении.

В остром опыте токсический диапазон по величине разности между верхней и нижней границами интервалов для кедрового стланика, лиственницы и пихты равнялись 0,3, для можжевельника – 0,2. В хроническом эксперименте широта интервала токсичности равнялась для стланика и пихты 0,2, можжевельника – 0,3, лиственницы – 0,5. Установлено, что уровень ток-

сичности снижался с увеличением длительности экспозиции воздействия на тест-культуру в 1,5 раза для экстракта пихты и кедрового стланика и, наоборот, увеличивался в 1,5 раза для экстракта можжевельника и 1,6 раза для лиственницы. Таким образом, из исследованных образцов высоким уровнем токсичности обладают экстракты можжевельника и лиственницы. Менее токсичными являются экстракты пихты и стланика.

Заключение

Экспериментально показано, что в исследованных водно-спиртовых экстрактах пороговые концентрации этанола стланика (0,7–0,5 %), можжевельника (0,4–0,3 %) и лиственницы (0,2 %) проявили стабильную биологическую активность на протяжении всего эксперимента при воздействии на *Paramecium caudatum*. Устойчивая клеточная токсичность в течение всего эксперимента наблюдалась у экстракта лиственницы с концентрацией этанола 0,8 %. На основании полученных данных по величине пороговой и лизирующей концентраций составлен ряд по степени биологической активности и клеточной токсичности экстрактов: лиственница > можжевельник > кедровый стланик > пихта.

Установлено, что по степени уровня безопасности и токсичности экстракты пихты и кедрового стланика представляют большую ценность, поскольку уменьшается риск возможного разви-

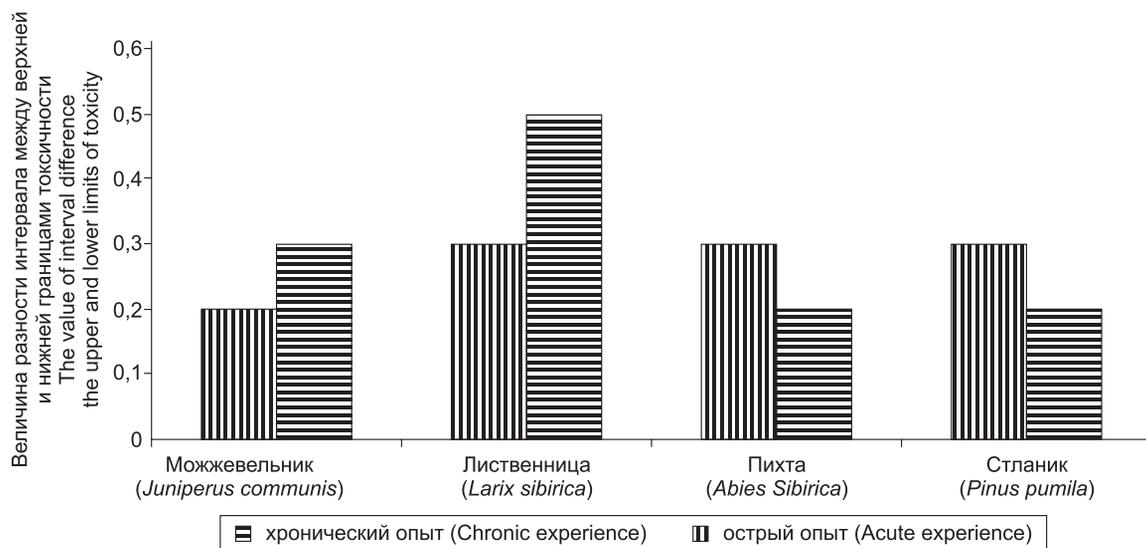


Рис. 2. Уровень токсичности водно-спиртовых экстрактов в остром и хроническом экспериментах.

Fig. 2. The level of toxicity of water-alcohol extracts in acute and chronic experiments.

тия токсического действия на тест-объект. Экстракты лиственницы и можжевельника имеют тенденцию к усилению токсического действия на тест-объект с увеличением воздействия экспозиции. Это свидетельствует о том, что они опасны с точки зрения развития нежелательных побочных эффектов для парамеции.

Литература

1. Макаров А.А. Биологически активные вещества в растениях Якутии. Якутск: ЯНЦСО АН СССР, 1989. 156 с.
2. Кершенгольц Б.М., Аньшакова В.В., Филиппова Г.В., Кершенгольц Е.Б. Влияние температурно-влажностных метеорологических условий на качественный и количественный состав эфирных масел полыней Якутии // Химия растительного сырья. 2009. № 3. С. 89–94.
3. Тимофеев П.А. Леса Якутии: состав, ресурсы, использование и охрана. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003. 194 с.
4. Дурст Л., Кремер Л. Минеральный корм в кормлении животных / Немецкий союз кормления животных. 10-е изд. 2010. С. 55.
5. Бибик И.В., Глинева Ю.А. Перспективы использования экстракта из хвои сосны обыкновенной в производстве функциональных напитков // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 1. С. 9–13.
6. Терентьев В.И., Аникиенко Т.И. Химический и микробиологический состав хвойного кедрового экстракта // Вестн. КрасГАУ. 2011. № 4. С. 160–163.
7. Терентьев В.И., Аникиенко Т.И. Сравнительная оценка химического состава кедрового, пихтового, соснового хвойных экстрактов // Вестник КрасГАУ. 2011. № 8. С. 246–249.
8. Величко Н.А., Клименок С.Н., Демина О.В. Возможность использования хвойных экстрактов в рецептурах настоек // Вестник КрасГАУ. 2018. № 4. С. 156–160.
9. Лебедева Д.Д., Трусов Н.А., Соломонова Е.В., Ноздрин Т.Д., Меер Т.П. Перспективы использования хвойных растений Московского региона в качестве биобезопасного источника аскорбиновой кислоты // Вестник Курской ГСХА. 2018. № 3. С. 31–35.
10. Величко Н.А., Рыгалова Е.А. Химический состав водного экстракта ели сибирской (*Picea obovata*) и разработка рецептуры безалкогольного напитка на его основе // Вестник КрасГАУ. 2018. № 3. С. 143–146.
11. Антонов В.И., Ягодин В.И. Экстракционная переработка древесной зелени пихты и кедра сибирских // Лесной журнал. 2007. № 5. С. 89–93.
12. Матвеев Е.В., Величко Н.А., Калачева Г.С. Химический состав водно-этанольного экстракта древесной зелени // Химия растительного сырья. 2015. № 2. С. 107–111.
13. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 2000. 430 с.
14. Музыкакина Р.А., Коруткин Д.Ю., Абилов Ж.А. Качественный и количественный анализ основных групп БАВ в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратах. Алматы, 2004. 284 с.
15. Кудрин А.Н., Ананин В.В., Балабаньян В.Ю., Галушкин Л.Р., Дассайе Ч.Р., Акимов П.П. Система экспресс-метода интегральной оценки биологической активности индивидуальных веществ и комплексных препаратов на биологических объектах // Российский химический журнал. 1997. Т. XLI, № 5. С. 114–123.

16. Виноходов Д.О., Пожаров А.В. Методологические особенности токсикологических тестов с инфузориями // Известия СПбГЭ-ТУ «ЛЭТИ». Серия «Биотехнические системы в медицине и экологии». 2006. Вып. 3. С. 60–67.

17. Пузырева И.Н., Огай М.А., Петров А.Ю. Экспресс-анализ биологической активности композиции из спиртового извлечения расторопши, астрагала и таурина // Научные ведомости БГУ. 2016. № 12 (233), вып. 34. С. 131–134.

18. Степанова Э.Ф., Андреева И.Н., Огай М.А. Использование экспресс-методов оценки биологической активности на культуре клеток при разработке фитопрепаратов адаптогенного действия // Фармация

на современном этапе – проблемы и достижения: науч. тр. 2000. Т. 39, ч. 1. С. 299–302.

19. Матвеев Т.И. Основы токсикологии. Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2006. 142 с.

20. Пауков В.С. Отравления. Понятия о ядах и условиях их действия: Учебное пособие. М.: Практическая медицина, 2008. 332 с.

21. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 456 с.

22. Черемных Е.Г., Кулешин А.В., Кулешина О.Н. Биотестирование пищевых добавок на инфузории // Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2011. № 3. С. 5–12.

Поступила в редакцию 29.12.2020

Принята к публикации 02.02.2021

Об авторах

КАН Ми Ун, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, 677000, Якутск, пр. Ленина, 41, Россия, <http://orcid.org/0000-0003-4339-4241>, kanmiun@yandex.ru;

ШАШУРИН Михаил Михайлович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, 677000, Якутск, пр. Ленина, 41, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-6785-1948>, inwertaza@mail.ru;

ЖУРАВСКАЯ Алла Николаевна, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, 677000, Якутск, пр. Ленина, 41, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-7570-2328>, jan43@mail.ru.

Информация для цитирования

Кан М.У., Шашурин М. М., Журавская А. Н. Биологическая и токсикологическая активность водно-спиртовых экстрактов из ряда хвойных растений Якутии // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2021. Т. 26, № 1. С. 136–144. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2021-26-1-13>

DOI 10.31242/2618-9712-2020-26-1-13

Biological and toxicological activity of aqueous-alcoholic extracts from a number of conifers of Yakutia

M.U. Kan*, M.M. Shashurin, A.N. Zhuravskaya

Institute for Biological Problems of Cryolithozone, SB RAS, Yakutsk, Russia

**kanmiun@yandex.ru*

Abstract. *The biological activity and toxicity of aqueous-alcoholic extracts of four species of coniferous plants in Yakutia have been studied. The biological test object was Paramecium caudatum in the stationary growth phase. The exposure time to the test object was carried out for 30 minutes and 48 hours. The extracts of larch and juniper have high biological activity and toxicity. Extracts of larch and juniper with an increase in the duration of exposure expanded the range of toxic effects. On the contrary, extracts of fir and dwarf pine, with an increase in the duration of exposure, narrowed the breadth of the toxic effect on Paramecia. The study carried out on the effect of coniferous extracts at the cellular level made it possible to*

characterize the degree of their safety and toxicity. It made possible to further use them for the production of biological products.

Key words: plant extracts, *Larix sibirica* Ledeb., *Abies sibirica* Ledeb., *Juniperus communis* L., *Pinus pumila* (Pall.) Regel., biological activity, toxicity, *Parametium caudatum*.

Acknowledgements. The work was carried out within the Project VI.62.1.8. «Development of biological products from the tissues of plants and animals of Yakutia based on the study of the peculiarities of their biochemical composition and mechanisms of adaptation to the conditions of the North» (No. 0376-2019-0005, registration number AAAA17-117020110055-3).

References

1. Makarov A.A. Biologicheski aktivnye veshchestva v rasteniyakh Yakutii. Yakutsk: YaNTsSO AN SSSR, 1989. 156 p.
2. Kershengol'ts B.M., An'shakova V.V., Filippova G.V., Kershengol'ts E.B. Vliyanie temperaturno-vlazhnostnykh meteorologicheskikh uslovii na kachestvennyy i kolichestvennyy sostav efirnykh masel polynei Yakutii // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. 2009. No. 3. P. 89–94.
3. Timofeev P.A. Lesa Yakutii: sostav, resursy, ispol'zovanie i okhrana. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2003. 194 p.
4. Durst L., Kremer L. Mineral'nyi korm v kormlenii zhivotnykh / Nemetskii soyuz kormleniya zhivotnykh. 10-e izd. 2010. P. 55.
5. Bibik I.V., Glineva Yu.A. Perspektivy ispol'zovaniya ekstrakta iz khvoi sosny obyknovЕННОЙ v proizvodstve funktsional'nykh napitkov // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2012. No. 1. P. 9–13.
6. Terent'ev V.I., Anikienko T.I. Khimicheskii i mikrobiologicheskii sostav khvoynogo kedrovogo ekstrakta // Vestn. KrasGAU. 2011. No. 4. P. 160–163.
7. Terent'ev V.I., Anikienko T.I. Sravnitel'naya otsenka khimicheskogo sostava kedrovogo, pikhtovogo, sosnovogo khvoinykh ekstraktov // Vestnik KrasGAU. 2011. No. 8. P. 246–249.
8. Velichko N.A., Klimenok S.N., Demina O.V. Vozmozhnost' ispol'zovaniya khvoinykh ekstraktov v retsepturakh nastoev // Vestnik KrasGAU. 2018. No. 4. P. 156–160.
9. Lebedeva D.D., Trusov N.A., Solomonova E.V., Nozdrina T.D., Meer T.P. Perspektivy ispol'zovaniya khvoinykh rastenii moskovskogo regiona v kachestve bio-bezopasnogo istochnika askorbinovoi kisloty // Vestnik Kurskoi GSKhA. 2018. No. 3. P. 31–35.
10. Velichko N.A., Rygalova E.A. Khimicheskii sostav vodnogo ekstrakta eli sibirskoi (*Picea obovata*) i razrabotka retseptury bezalkogol'nogo napitka na ego osnove // Vestnik KrasGAU. 2018. No. 3. P. 143–146.
11. Antonov V.I., Yagodin V.I. Ekstraktsionnaya pererabotka drevesnoi zeleni pikhty i kedra sibirskikh // Lesnoi zhurnal. 2007. No. 5. P. 89–93.
12. Matveenko E.V., Velichko N.A., Kalacheva G.S. Khimicheskii sostav vodno-etanol'nogo ekstrakta drevesnoi zeleni // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. 2015. No. 2. P. 107–111.
13. Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P. i dr. Metody biokhimicheskogo issledovaniya rastenii. L.: Agropromizdat, 2000. 430 p.
14. Muzychkina R.A., Korul'kin D.Yu., Abilov Zh.A. Kachestvennyy i kolichestvennyy analiz osnovnykh grupp BAV v lekarstvennom rastitel'nom syr'e i fitopreparatakh. Almaty, 2004. 284 p.
15. Kudrin A.N., Ananin V.V., Balaban'yan V.Yu., Galushkin L.R., Dassaie Ch.R., Akimov P.P. Sistema eksperimetal'nogo integral'noi otsenki biologicheskoi aktivnosti individual'nykh veshchestv i kompleksnykh preparatov na biologicheskikh ob'ektakh // Rossiiskii khimicheskii zhurnal. 1997. Vol. XLI, No. 5. P. 114–123.
16. Vinokhodov D.O., Pozharov A.V. Metodologicheskie osobennosti toksikologicheskikh testov s infuzoriyami // Izvestiya SPbGE-TU «LETI». Ser. «Biotekhnicheskie sistemy v meditsine i ekologii». 2006. Iss. 3. P. 60–67.
17. Puzyreva I.N., Ogai M.A., Petrov A.Yu. Ekspres-analiz biologicheskoi aktivnosti kompozitsii iz spirtovodnogo izvlecheniya rastoropshi, astragala i taurina // Nauchnye vedomosti BGU. 2016. No. 12 (233). Iss. 34. P. 131–134.
18. Stepanova E.F., Andreeva I.N., Ogai M.A. Ispol'zovanie ekspres-metodov otsenki biologicheskoi aktivnosti na kul'ture kletok pri razrabotke fitopreparatov adaptogenno deistviya // Farmatsiya na sovremennom etape – problemy i dostizheniya: nauch. tr. M., 2000. Vol. 39, ch. 1. P. 299–302.
19. Matveenko T.I. Osnovy toksikologii. Khabarovsk: Izd-vo TOGU, 2006. 142 p.
20. Paukov V.S. Otravleniya. Ponyatiya o yadakh i usloviyakh ikh deistviya // Uchebnoe posobie. M.: Prakticheskaya meditsina, 2008. 332 p.
21. Lakin G.F. Biometriya. M.: Vysshaya shkola, 1980. 456 p.
22. Cheremnykh E.G., Kuleshin A.V., Kuleshina O.N. Biotestirovaniya pishchevykh dobavok na infuzorii // Vestnik RUDN, seriya Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2011. No. 3. P. 5–12.

About the authors

KAN Mi Un, Cand. Sci. (Biology), researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenina pr., Yakutsk 677000, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-4339-4241>, kanmiun@yandex.ru;

М.У. КАН, М.М. ШАШУРИН, А.Н. ЖУРАВСКАЯ

SHASHURIN Mikhail Mikhailovich, Cand. Sci. (Biology), senior researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenina pr., Yakutsk 677000, Russia,
<https://orcid.org/0000-0002-6785-1948>, inwertaza@mail.ru;

ZHURAVSKAYA Alla Nikolaevna, Dr. Sci. (Biology), professor, chief researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenina pr., Yakutsk, 677000, Russia,
<https://orcid.org/0000-0002-7570-2328>, jan43@mail.ru.

Citation

Kan M.U., Shashurin M.M., Zhuravskaya A.N. Biological and toxicological activity of aqueous-alcoholic extracts from a number of conifers of Yakutia // Arctic and Subarctic Natural Resources. 2021. Vol. 26, No. 1. pp. 136–144. (In Russ.) <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2021-26-1-13>