

Оценка биологической активности и токсичности экстрактов дикорастущих растений Центральной Якутии

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

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия

*jan43@mail.ru

Аннотация. Дикорастущие растения Якутии – ценное биоактивное сырье для производства биоактивных препаратов. Первой оценкой биопрепаратов является изучение их биологической активности и токсичности по отношению к биообъектам. Была дана экспресс-оценка биологической активности и токсичности водно-спиртовых экстрактов, полученных из шести видов растительного сырья Центральной Якутии, с применением двух способов биотехнологической переработки. Для выявления биологической активности и токсикологических свойств водно-спиртовых экстрактов из ряда видов растений Центральной Якутии использован тест-объект – одноклеточный организм *Paramecium caudate*. Результаты позволили выявить некоторые закономерности соотношения между биологической активностью и токсичностью на уровне клетки (на примере *Paramecium caudate*), которая служит первоначальной мишенью действия комплекса биологически активных веществ, находящихся в экстрактах, полученных двумя способами. Выявленные диапазоны зон токсического и безопасного действия будут учтены нами при дальнейшем изучении влияния биологически активных веществ на клеточные организмы. Установлено, что существуют некоторые закономерности соотношения между биологической активностью и токсичностью на уровне клетки, которая является первоначальной мишенью действия комплекса биологически активных веществ, находящихся в экстрактах, полученных двумя способами.

Ключевые слова: *Paramecium caudatum*, биологическая активность, токсичность, водно-спиртовые экстракты, механохимическая активация.

Благодарности. Работа выполнена в рамках НИР VI.62.1. «Разработка биопрепаратов из тканей растений и животных Якутии на основе изучения особенностей их биохимического состава и механизмов адаптации к условиям Севера» (рег. номер. АААА-А17-117020110055-3).

<https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-1-109-115>

Evaluation of biological activity and toxicity of wild plants extracts in Central Yakutia

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

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

*jan43@mail.ru

Abstract. Wild plants are a valuable bioactive factor to produce bioactive drugs. The initial assessment of biological products is the study of their biological activity and toxicity with respect to biological objects. A rapid assessment was made of the biological activity and toxicity of aqueous-alcoholic extracts obtained from six types of plant materials in Central Yakutia, using two methods of biotechnological processing. For the biological activity and toxicological properties of aqueous-alcoholic extracts obtained from several plant species in Central Yakutia, a test object is used - the single-celled organism *Paramecium caudate*. Our data allowed us to identify some of the natural relationships between biological activity and toxicity at the cell level (for example, caudate paramecium), which are the initial target of the complex of biologically active substances contained in the extracts that have passed two studies. Further study of the effect of biologically active substances on cellular organisms. It has been established that there are some regular relationships between biological activity and tox-

icity at the cell level, which are the primary target of the action of the complex of biologically active substances required in the extracts obtained by the two products.

Key words: *Paramecium caudatum*, biological activity, toxicity, hydroalcoholic extracts, mechanochemical activation.

Acknowledgments. This article was made in the framework of SRW VI.62.1. «Development of biological products from the tissues of plants and animals of Yakutia on the basis of studying the characteristics of their biochemical composition and mechanisms of adaptation to the conditions of the North» (Reg. No. AAAA-A17-1170201100555-3).

Введение

В настоящее время экстракты из растительного сырья широко применяются в фармацевтической, косметической, парфюмерной и пищевой промышленности [1]. Интерес к лекарственным препаратам, экстрактам и другим продуктам природного происхождения связан с лучшей их переносимостью организмом человека по сравнению с синтетическими и меньшим количеством побочных неблагоприятных воздействий [2]. Основными характеристиками получаемых биопрепаратов являются их биоактивность и нетоксичность в рекомендуемом интервале доз. Надежное определение уровня безопасности и токсичности сырья и готового продукта может быть достигнуто при комплексном использовании физико-химических и биологических методов. Только комплексное исследование продуктов на биологических объектах дает полные биологические показатели взаимодействия физиологически активных веществ (ФАВ) друг с другом и с живыми системами организмов, позволяя определить предельные дозы полезного и безопасного использования ФАВ.

Среди огромного многообразия биологических методов тестирования биологической активности и токсикологических свойств экстрактов инфузории (парамеции), как объект тестирования, занимают значительное место, так как являются наиболее удобными для исследований. Результаты, полученные на инфузориях, коррелируют со схожими исследованиями на мышах, крысах, кроликах и других животных, использование которых требует значительно больших затрат сил, времени, средств и наличия специальных условий. С конца 70-х годов XX века для проверки безопасности пестицидов, гербицидов, инсектицидов применяют парамеции. Ранее с использованием парамеций были выполнены исследования по сравнительной оценке токсичности спиртных напитков, различных сортов кофе, чая, соков, лекарственных чаев, а также по оценке качества почв и воды [3–6].

Цель данной работы – выявление биологической активности и токсичности водно-спиртовых экстрактов, полученных из ряда видов растений Центральной Якутии, на одноклеточный организм – *Paramecium caudatum*.

Материалы и методы

Сырьем для получения экстрактов служила вегетативная масса ряда видов дикорастущих растений, широко распространенных на территории Центральной Якутии и имеющих большой потенциал для использования в разных областях медицинского и фармакологического направлений. Были собраны и использованы следующие виды растений: герань луговая (*Geranium pratense*), полынь эстрагон (*Artemisia dracuncululus*), тмин обыкновенный (*Carum carvi L.*), горец птичий (*Polygonum aviculare*), полынь якутская (*Artemisia jacutica Drob.*) и черный лишайник – умбиликария (*Umbilicaria esculenta*). Сырье было заготовлено в соответствии для каждого вида сроки, высушено без доступа света и хранилось в проветриваемом помещении. Измельчение проводили в ножевой мельнице до размера частиц 0,5 мм и меньше.

Растительное сырье экстрагировали 45 (об.%) водно-этанольной смесью (экстрагент) в соотношении 1:10. Экстракция длилась 14 суток в темноте при температуре 25 °С. После этого экстракты фильтровали через фильтровальную бумагу (синяя лента). Полученные экстракты хранили в стеклянных колбах без доступа воздуха в темноте.

Исследуемые варианты получали путем разбавления дистиллированной водой экстрактов до концентрации спирта 1, 0,5 и 0,25 %. Для повышения эффективности экстракции также использовали метод предэкстракционного механохимического воздействия. Известно, что механохимическая активация является новым эффективным методом модификации состава и свойств природных ФАВ [7]. Разрабатываемые биотехнологии на её основе изменяют структурное и химическое состояния сухого природного биосырья при условии сохранения валового химического состава и за счет этого резко повышают доступность (всасываемость) и биологическую активность ФАВ [8,9]. Механохимическую активацию проводили следующим образом. Навеску воздушно-сухого растительного сырья помещали в стаканы мельницы-активатора планетарного типа АГО-3 вместе со стальными шарами (d=0,5 см). Образец активировали при вращении ротора 2500 об./мин в течение 2 мин. Далее экстрагировали обычным

способом, описанным выше.

Для выявления биологической активности и токсикологических свойств водно-спиртовых экстрактов, полученных из ряда видов растений Центральной Якутии, был использован тест-объект – одноклеточный организм *Paramecium caudate*. Парамеции в качестве тест-организмов часто используют для экспрессного фармакологического и токсикологического исследования химических средств и лекарственных препаратов различных фармакологических групп [5, 6]. Выбор парамеций в качестве живой модели для исследования обусловлен тем, что они сочетают в себе морфологические признаки клетки, но на внешнюю среду реагируют как самостоятельные организмы. Культура *Paramecium caudatum* была любезно предоставлена ГБУ РС (Я) «Якутская республиканская ветеринарно-испытательная лаборатория».

Для проведения испытаний в остром опыте на активность и токсичность полученных экстрактов на предметное стекло наносили три капли среды, содержащей парамеции (не менее 5 особей в капле). Одна капля служила контролем, ко второй капле прибавляли каплю раствора исследуемого экстракта в наибольшем разбавлении, к третьей – с меньшим разбавлением. Наблюдение за изменением движения парамеций велось в течение от 5 до 10 мин. По истечении этого времени стекло закрывали целлофановым колпаком (во избежание высыхания) и через 15–20 мин снова наблюдали за поведением парамеций, отмечая характерные изменения в их движении: ускорение, замедление, круговое хаотичное движение, отсутствие изменений. Через 20 мин снова проводили подобное наблюдение. Такие сроки исследования необходимы для выяснения развития эффекта во времени.

Затем на новом предметном стекле устанавливали концентрацию вещества, которая вызывает изменение формы парамеций или их деструкцию. При визуальной регистрации и обработке экспериментальных результатов фиксировали функциональные (ускорение, замедление движения и остановка парамеций) и структурные (изменение формы и лизис клетки) изменения. Фазу фиксировали, когда не более четырех особей из пяти находились в ней по результатам пяти измерений. Концентрацию водно-этанольного экстракта, вызывающую ускорение или замедление движений, принимали за **пороговую**. По её величине судили о биологической активности опытных образцов. Чем меньше эта величина, тем выше их активность [3]. Концентрацию, вызывающую остановку клетки, определяли как **остановочную** и рассматривали как переходную от максимальной эффективной к минимальной токсической. Кон-

центрация, приводящая к лизису одноклеточного организма, – минимальная смертельная или **лизирующая**. До начала эксперимента определили токсичность водно-этанольных смесей в концентрациях: 10, 5, 4, 3, 2, 1, 0,5 и 0,25 % на одноклеточный организм *Paramecium caudate*. Полученные результаты служили контролем для опытных образцов.

Эксперименты выполняли в четырех биологических и аналитических повторностях. Результаты представлены в виде средней арифметической величины. Абсолютную ошибку рассчитывали из среднеквадратической ошибки с использованием коэффициента Стьюдента при $p=0,95$ [10]. Расчет проводили с помощью пакета AnalystSoft, StatPlus – программа статистического анализа, v.2007.

Результаты и обсуждение

Как указано выше, одна из задач исследования – определение токсичности водно-спиртовых экстрактов дикорастущих растений Центральной Якутии. Исходя из того, что этиловый спирт является клеточным ядом для биологических объектов (повреждает белковую структуру мембран и приводит к денатурации ферментативных и мембранных белков и т.д.), вначале были изучены биологическая активность и токсичность самих водно-спиртовых смесей разных концентраций на одноклеточный организм *Paramecium caudate* [11].

Установлено, что концентрации этанола от 0,25 до 2 % в водно-спиртовой смеси не оказали видимого эффекта и не изменили функциональные и структурные показатели у парамеций, тогда как его 10 % содержание в смеси оказалось смертельным для их клеток. Острый токсический эффект (лизис клетки) у *Paramecium caudate* вызвала 5 % концентрация этанола в водно-спиртовой смеси, концентрация 4,5 % привела к необратимой остановке организмов (остановочная), а 4 % концентрация водно-спиртовой смеси была определена как пороговая. Полученные данные были использованы в качестве контроля для сравнения токсического действия водно-спиртовых экстрактов, полученных из шести видов растений Центральной Якутии (табл. 1, см. «водно-спиртовая смесь»).

В табл.1 представлены биологическая активность и токсичность водно-спиртовых экстрактов 6 видов исследованных нами растений, полученных обычным классическим методом экстракции. Экстракты полыни якутской, полыни эстрагон, тмина обыкновенного и горца птичьего, содержащих 4% этанола, вызвали остановку движения парамеций. Для экстрактов умбиликарии и герани луговой этот показатель составил 3,5 %. Самый высокий уровень безопасности (диапазон

Таблица 1

Биологическая активность и показатели токсичности водно-спиртовых экстрактов, полученных обычным способом на тест-объекте *Paramecium caudate*

Table 1

Biological activity and toxicity indicators of water-alcohol extracts obtained in the usual way on the test object *Paramecium caudate*

Экстракты	Концентрации этанола в водно-спиртовой смеси в экстрактах, вызывающие морфологические и функциональные изменения парameций, %		
	пороговая	остановочная	лизирующая
Водно-спиртовая смесь	4,0	4,5	5,0
Умбиликария	2,5	3,5	4,5
Герань луговая	2,5	3,5	4,0
Полынь якутская	2,5	4,0	4,5
Тмин обыкновенный	2,5	4,0	4,5
Горец птичий	2,0	4,0	5,0
Полынь эстрагон	2,5	4,0	4,5

Таблица 2

Биологическая активность и показатели токсичности водно-спиртовых экстрактов, полученных с применением механохимической активации сырья, на тест-объекте *Paramecium caudate*

Table 2

Biological activity and toxicity indicators of water-alcohol extracts obtained with the use of mechanochemical activation of raw materials on the test object *Paramecium caudate*

Экстракты	Концентрации этанола в водно-спиртовой смеси в экстрактах, вызывающие морфологические и функциональные изменения парameций, %		
	пороговая	остановочная	лизирующая
Водно-спиртовая смесь	4,0	4,5	5,0
Умбиликария	2,5	4,5	5,0
Герань луговая	2,5	4,0	4,5
Полынь якутская	2,5	4,5	5,0
Тмин обыкновенный	2,5	4,0	4,5
Горец птичий	2,5	4,5	5,0
Полынь эстрагон	2,5	4,5	5,0

нарастания токсического эффекта) из исследованных водно-спиртовых смесей имел экстракт горца птичьего, так как интервал концентраций от максимальной эффективной к минимальной токсической был в 3 раза выше контрольного значения. Степень безопасности экстрактов из полыни якутской, полыни эстрагон, умбиликарии и тмина обыкновенного была в 2 раза выше контроля. Следует отметить экстракт герани луговой, где диапазон нарастания токсического эффекта снижен на 20 % относительно контроля и на 10 % в сравнении с другими испытуемыми экстрактами. Отдельно можно выделить экстракт горца птичьего, который, возможно, обладает более широким спектром действующих веществ и, в отличие от

остальных образцов, высокой степенью биологической активности. Пороговая концентрация данного экстракта составила 2 %, у всех остальных изученных образцов – 2,5 %.

В табл. 2 показаны биологическая активность и показатели токсичности водно-спиртовых экстрактов, полученных с применением предварительной механохимической активации сырья. Показано, что все примененные экстракты снизили пороговую дозу у инфузорий до 2,5 % концентрации этанола относительно контроля. Зафиксированная остановочная (4 %) стадия у *Paramecium caudate* при воздействии комплексов ФАВ экстрактов герани луговой и тмина обыкновенного изменилась незначительно, а действие экстрактов

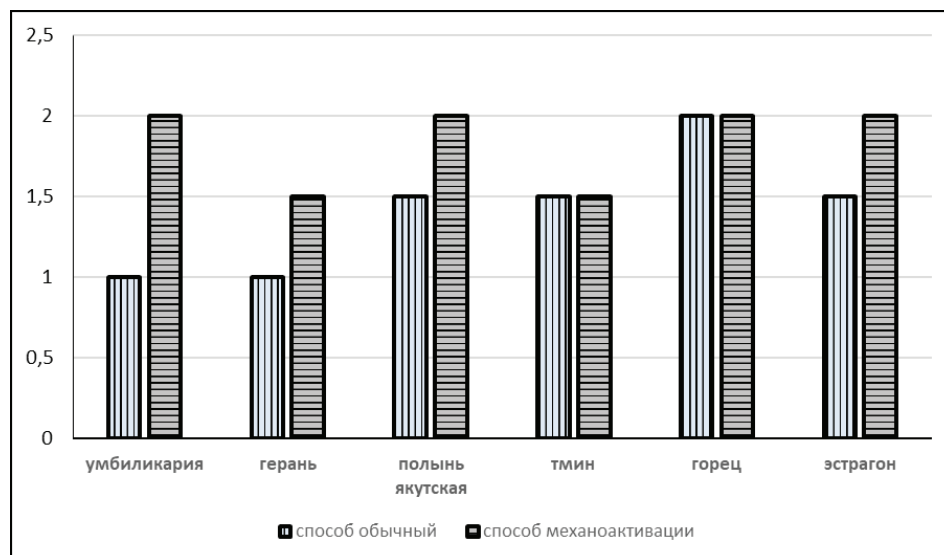


Рис. 1. Влияние предэкстракционной механохимической активации растительного сырья на уровень безопасности полученных водно-спиртовых экстрактов. По оси абсцисс – название вида растений; по оси ординат – уровень безопасности

Fig. 1. The effect of pre-extraction mechanochemical activation of plant raw materials on the level of safety obtained aqueous-alcoholic extracts. X-axis – the name of the plant species; Y-axis – security level

умбиликарии, полыни якутской, горца птичьего и полыни эстрагон на клетки инфузорий статистически достоверно не отличалось от контроля.

Наступление лизирующей стадии у *Paramecium caudate* при применении изучаемых экстрактов, полученных механохимическим способом, также изменилось незначительно. Следует выделить действие экстрактов герани луговой и тмина обыкновенного, где раньше наступил токсический эффект с последующей гибелью инфузорий. Также наблюдалось расширение диапазона нарастания токсического эффекта при добавлении экстрактов при переходе от пороговой дозы к остановочной. В качестве примера можно привести действие экстрактов умбиликарии, полыни якутской, горца птичьего и полыни эстрагон, где произошло расширение зоны защиты на 2,5 %.

Из полученных данных видно, что предварительная механохимическая обработка сырья 6 видов растений Якутии с последующим водно-спиртовым экстрагированием позволила незначительно увеличить (на 0,5 %) интервал между пороговыми функциональными изменениями, выражающимися в ускорении движения парameций до их остановки, за счет увеличенного выхода биологически активных веществ в экстракты. Чем шире этот диапазон, тем меньше риск передозировки. Данные свидетельствуют об интервале уровня безопасности исследованных концентраций и позволяют учитывать степень нарастания нежелательных эффектов. На рис.1 показано влияние предэкстракционной механохимической активации растительного сырья на

уровень безопасности полученных водно-спиртовых экстрактов. Установлено, что предэкстракционная механохимическая активация растительного сырья повышает в 2 раза уровень безопасности для парameций при введении экстракта умбиликарии. Применение экстрактов полыни якутской, полыни эстрагон и герани луговой привело к увеличению этого показателя на 50 %.

На рис.2 показано влияние предэкстракционной механохимической активации растительного сырья на диапазон токсических доз полученных водно-спиртовых растворов. Чем меньше зона токсического действия, тем большую опасность может представлять собой вещество или их комплекс. Установлено, что применение предэкстракционной механохимической активации позволило повысить в 2 раза интервал доз, вызывающих остановку и лизис инфузорий при действии экстракта умбиликарии и горца птичьего. У остальных исследованных образцов этот параметр остался без изменения.

Таким образом, предэкстракционная механохимическая активация тканей изученных шести видов растений не вызвала снижения интервала токсических доз их экстрактов, поскольку чем меньше диапазон зоны токсического действия, тем большую опасность может представлять спектр биологически активных веществ с точки зрения нежелательных побочных эффектов.

Полученные нами данные позволили выявить некоторые закономерности соотношения между биологической активностью и токсичностью на уровне клетки (на примере *Paramecium caudate*),

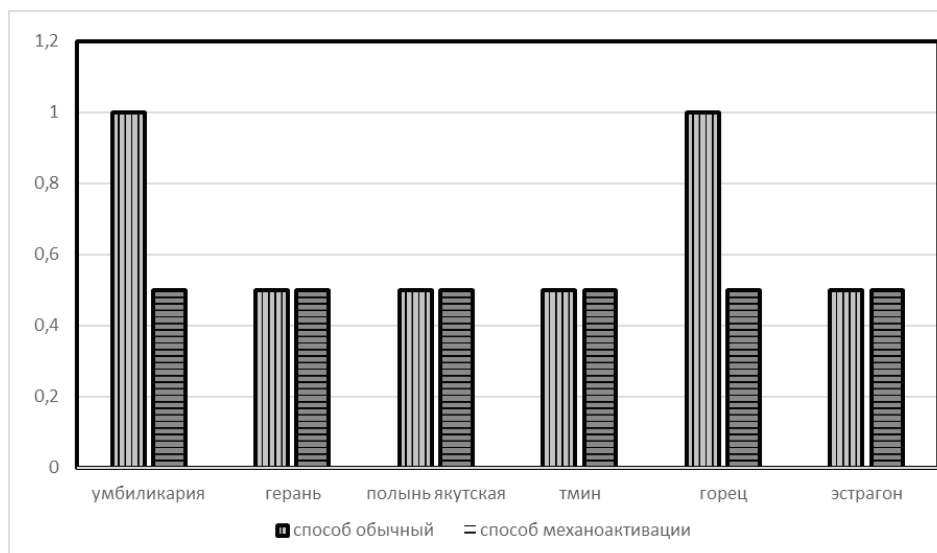


Рис. 2. Влияние предэкстракционной механохимической активации растительного сырья на диапазон токсических доз полученных водно-спиртовых экстрактов. По оси абсцисс – название вида растений; по оси ординат – уровень токсичности
Fig. 2. The effect of pre-extraction mechanochemical activation of plant materials on the range of toxic doses of the resulting aqueous-alcoholic extracts. X-axis – the name of the plant species; Y-axis – security level

которая является первоначальной мишенью действия комплекса биологически активных веществ, находящихся в экстрактах, полученных двумя способами. Выявленные диапазоны зон токсического и безопасного действия будут учтены нами при дальнейшем изучении влияния биологически активных веществ на клеточные организмы.

Литература

1. Евсеева С.Б., Сысуев Б.Б. Экстракты растительного сырья как компоненты косметических и наружных лекарственных средств: ассортимент продукции, особенности получения (обзор) // Фармация и фармакология. 2016. № 3. С. 4–37. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2016-4-3-4-37>.
2. Кершенгольц Б.М., Ремигайло П.А., Шеин А.А., Кершенгольц Е.Б. Природные биологически активные вещества из тканей растений и животных Якутии: особенности состава, новые технологии, достижения и перспективы использования в медицине // Дальневосточный медицинский журнал. Приложение. 2004. № 1. С. 25–29.
3. Пузырева И.Н., Огай М.А., Петров А.Ю. Экспресс-анализ биологической активности композиции из спиртового извлечения расторопши, астрагала и таурина // Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация. 2016. № 12 (233), вып. 34. С. 131–134.
4. Степанова Э.Ф. Использование экспресс-методов оценки биологической активности на культуре клеток при разработке фитопрепаратов адаптогенного действия // Фармация на современном этапе – проблемы и достижения: Науч. тр. М., 2000. Т. 39, ч. 1. С. 299–302.
5. Эффект плотности культуры тест-объекта

в приборном биотестировании с использованием *Paramecium caudatum* // Вестник Совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. 2015. №3(10). С.27–34.

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

7. Аньшакова В.В., Кершенгольц Б.М., Хлебный Е.С., Шеин А.А. Механохимическая технология получения биологически активных веществ из лишайников // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 1. С. 236–240.

8. Ломовский О.И. Прикладная механохимия: фармацевтика и медицинская промышленность // Обработка дисперсных материалов и сред. 2001. Вып.11. С.81–100.

9. Иванов А. А. и др. Влияние механохимической активации на состав и свойства гуминовых кислот торфов // Известия Томского политехн. ун-та. 2006. Т. 309, № 5. С. 73–77.

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

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

References

1. Evseeva S.B., Sy'suev B.B. E'kstrakty` ras-titel'nogo sy'r'ya kak komponenty` kosmiteticheskix i naruzhny`x lekarstvenny`x sredstv: assortiment produkci, osobennosti polucheniya (obzor) // Farmaciya i farmakologiya. 2016. № 3. S. 4–37. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2016-4-3-4-37>.
2. Kershengol'cz B.M., Remigajlo P.A., Shein

A.A., Kershengol'cz E.B. Prirodny'e biologicheski aktivny'e veshhestva iz tkanej rastenij i zhivotny'x Yakutii: osobennosti sostava, novy'e tehnologii, dostizheniya i perspektivy' ispol'zovaniya v medicine // Dal'nevostochnyj medicinskij zhurnal. Prilozhenie. 2004. № 1. S. 25–29.

3. Puzyreva I.N., Ogaj M.A., Petrov A.Ju. Jekspress-analiz biologicheskoy aktivnosti kompozicii iz spirtovogo izvlecheniya rastoropshi, astragala i taurina // Nauchnye vedomosti. Seriya Medicina. Farmaciya. 2016. № 12 (233), vyp. 34. S. 131–134.

4. Stepanova E.F. Ispol'zovanie e'kspress-metodov ocenki biologicheskoy aktivnosti na kul'ture kletok pri razrabotke fitopreparatov adaptirovannogo dejstviya // Farmaciya na sovremennom etape - problemy' i dostizheniya: Nauch. tr.: M., 2000. T. 39, ch. 1. S. 299–302.

5. Jefferet plotnosti kul'tury test-ob'ekta v pribornom biotestirovanii s ispol'zovaniem *Paramecium caudatum* // Vestnik Soveta molodyh uchenykh i specialistov Cheljabinskoy oblasti. 2015. №3(10). S. 27–34.

6. Cheremny'x E.G., Kuleshin A.V., Kuleshina O.N. Biotestirovaniya pishhevny'x dobavok na infuzorii // Vestnik RUDN. Seriya E'kologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2011. № 3. S. 5–12.

7. An'shakova V.V., Kershengol'cz B.M., Xlebnyy E.S., Shein A.A. Mexanoximicheskaya texnologiya polucheniya biologicheskii aktivny'x veshhestv iz lishajnikov // Izvesties Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoy akademii nauk. 2011. T. 13, № 1. S. 236–240.

8. Lomovskij O.I. Prikladnaya mexanoximiya: farmacevtika i medicinskaya promyshlennost' // Obrabotka dispersny'x materialov i sred. 2001. Vy'p.11. S.81–100.

9. Ivanov A. A. i dr. Vliyanie mexanoximicheskoy aktivacii na sostav i svoystva guminovy'x kislot torfov // Izvesties Tomskogo politexn. un-ta. 2006. T. 309. № 5. S. 73–77.

10. Lakin G.F. Biometriya. M.: Vy'sshaya shkola, 1980. 456 s.

11. Paukov V.S. Otravleniya. Ponyatiya o yadax i usloviyax ix dejstviya: Uchebnoe posobie. M.: Prakticheskaya medicina, 2008. 332 s.

Поступила в редакцию 09.01.2019

Принята к публикации 27.02.2019

Сведения об авторах

КАН Ми Ун, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Россия, 677980, г. Якутск, пр. Ленина, 41,

<https://orcid.org/0000-0003-4339-4241>, kanmiun@yandex.ru;

ШАШУРИН Михаил Михайлович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Россия, 677980, г. Якутск, пр. Ленина, 41,

<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, Россия, 677980, г. Якутск, пр. Ленина, 41,

<https://orcid.org/0000-0002-7570-2328>, jan43@mail.ru.

About the authors

KAN Mi Un, Candidate of Biological Sciences, Researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41, pr. Lenina, Yakutsk, 677980, Russia,

<https://orcid.org/0000-0003-4339-4241>, kanmiun@yandex.ru;

SHASHURIN Mikhail Mikhailovich, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41, pr. Lenina, Yakutsk, 677980, Russia,

<https://orcid.org/0000-0002-6785-1948>, inwertaza@mail.ru;

ZHURAVSKAYA Alla Nikolaevna, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41, pr. Lenina, Yakutsk, 677980, Russia,

<https://orcid.org/0000-0002-7570-2328>, jan43@mail.ru.

Информация для цитирования:

Кан М.У., Шашурин М.М., Журавская А.Н. Оценка биологической активности и токсичности экстрактов дикорастущих растений Центральной Якутии // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2019. Т.24, № 1. С. 109–115. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-1-109-115>.

Citation:

Kan M. U., Shashurin M.M., Zhuravskaya. A.N. Evaluation of biological activity and toxicity of wild plants extracts in Central Yakutia // Arctic and Subarctic natural resources. 2019. V. 24, no. 1. P. 109–115. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-1-109-115>.