

Влияние различных способов биотехнологической переработки тканей ряда видов растений Центральной Якутии на токсикологические свойства получаемых экстрактов

Е.Р. Поскачина (Ми Ун Кан), М.М.Шашурин, А.Н. Журавская

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия
jan43@mail.ru*

Аннотация. Применены два способа биотехнологической переработки 6 видов растительного сырья Центральной Якутии для получения экстрактов. Протестирована токсичность полученных экстрактов на выживаемость *Ceriodaphnia affinis*. Отмечено, что водно-спиртовые экстракты, полученные обычным путем, при добавлении в культивационную среду приводят к повышению выживаемости *C. affinis* в вариантах с добавлением экстрактов умбиликарши и полыни якутской. Предэкстракционная механохимическая активация сырья снижает выживаемость *C. affinis*. Установлены концентрации водно-этанольной смеси, которые статистически достоверно не оказывают токсического влияния на выживаемость *C. affinis* в течение 48 и 96 ч – ниже 1 %. Показано, что за время наблюдения эксперимента (48 и 96 ч) введение ряда растительных экстрактов, полученных обычным путем и содержащих различные концентрации этанола, оказало разнонаправленное действие на выживаемость тест-объекта. С одной стороны, повысилась выживаемость рачков, а с другой – снижение выживаемости или их гибель. Установлено, что водно-спиртовые экстракты растений, полученные обычным путем (без предварительной механоактивации) и добавленные в культивационную среду, привели к снижению выживаемости цериодафний или полной их гибели во всех вариантах экстрактов растений в концентрациях 1 % и ниже за 48 и 96 ч (кроме вариантов с добавлением умбиликарши и полыни якутской). Предэкстракционная механохимическая активация приводила к дальнейшему снижению выживаемости дафний. По-видимому, это произошло потому, что при экстракции с предварительной механоактивацией в экстракт выходит ряд веществ (пока не идентифицированных нами), добавление которых приводит к резкому снижению выживаемости *C. affinis* относительно вариантов с обычной экстракцией.

Ключевые слова: экстракция, механохимическая обработка, растительное сырье, *Ceriodaphnia affinis*, токсичность.

Благодарности. Работа выполнена в рамках НИР VI.62.1.9. «Создание лекарственных и профилактических средств повышенной усвояемости из природного северного биосырья с применением механохимических биотехнологий». № госрегистрации 0376-2014-0007.

DOI 10.31242/2618-9712-2018-24-2-87-93

Various methods of biotechnological processing of plant tissues of Central Yakutia and its Influence on toxicological properties of obtained extracts

E.R. Poskachina (Kang Mi Un), M.M. Shashurin, A.N. Zhuravskaya

*Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia
jan43@mail.ru*

Abstract. Two methods of biotechnological processing of 6 kinds of vegetative raw materials of Central Yakutia for obtaining extracts are applied. Toxicity of the obtained extracts was tested for survival of *Ceriodaphnia affinis*. It was found that water-alcohol extracts obtained in the usual way, when added to a cultiva-

tion medium, lead to an increase in a survival rate of *C. affinis* in variants with addition of extracts of umbilicaria and wormwood of Yakutia. Pre-extraction mechanochemical activation of the raw materials leads to a decrease of the *C. affinis* survival. Concentrations of the water-ethanol mixture that statistically reliably have no toxic effect on the survival of *C. affinis* for 48 and 96 hours are below 1 %. It was shown that during the observation of the experiment (48 and 96 hours) the introduction of some plant extracts obtained in the usual way and containing various concentrations of ethanol had a multidirectional effect on the survival of the test object. On the one hand, the survival rate of the crustaceans has increased, and on the other hand, the survival or death has decreased. It has been established that the water-alcohol extracts of plants obtained in the usual way (without preliminary mechanoactivation) and added to the cultivation medium led to the decrease in the survival of *C. affinis* or their complete death in all variants of plant extracts at concentrations of 1 % and lower in 48 and 96 hours (except for variants with the addition of umbilicaria and wormwood of Yakutia). The pre-extraction mechanochemical activation led to the further decrease in the survival of *C. affinis*. Apparently, this happened because during the extraction with the preliminary mechanoactivation a number of substances (not yet identified by us) are released into the extract, the addition of which leads to the sharp decrease in the survival rate of *C. affinis*, with respect to variants with ordinary extraction.

Key words: extraction, mechanochemical treatment, plant raw materials, *Ceriodaphnia affinis*, toxicity.

Acknowledgments. The work was carried out within the framework of research work VI.62.1.9. «Creation of medicinal and preventive drugs of increased digestibility from natural northern biological raw materials using mechanochemical biotechnologies». The state registration number is 0376-2014-0007.

Введение

Одной из важнейших задач современной медицины и фармации являются поиск новых и совершенствование уже имеющихся путей создания эффективных препаратов из отечественных лекарственных растений [1]. Разработка действенных, безопасных и доступных по цене отечественных фитопрепаратов из растений Якутии крайне актуальна и перспективна как в научном, так и в практическом отношении. Безопасным условием положительного влияния любых растительных лекарственных форм является отсутствие токсичности. В связи с этим созданные экстракты из биомассы растений, произрастающих на территории Центральной Якутии, прошедшие предварительную механоактивацию, необходимо исследовать на токсичность.

В настоящее время применяются различные тест-реакции, эффекты токсичности и способы оценки результатов (дафнии, бактерии, инфузории и т.д.) при использовании классических методов устанавливается или отрицается токсичность исследуемых растворов в экспериментах различной продолжительности [2].

Цель исследования: выявить влияние различных способов биотехнологической переработки растительного сырья ряда видов растений Центральной Якутии на токсикологические свойства получаемых экстрактов на примере выживаемости рачка *Ceriodaphnia affinis*.

Материалы и методы исследования

Сырьем для получения экстрактов служила биомасса ряда видов дикорастущих растений, широко распространенных на территории Центральной Якутии и имеющих большой потенциал для применения 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 соответствующие для каждого вида сроки, высушено без доступа света и хранилось в проветриваемом помещении.

Растительные образцы измельчали в ножевой мельнице до размера частиц в 0,5 мм и меньше. Экстракцию сырья проводили смесью этилового спирта и дистиллированной воды (экстрагент) в мерных колбах объемом 0,5 литра с притертыми пробками. Содержание этанола в экстрагенте составляло 45 %. Для разных видов растений были взяты разные соотношения образца и экстрагента, что связано с плотностью сырья, его набухаемостью в экстрагенте и предполагаемой нами биологической активностью. Исследуемые образцы (варианты) получали путем разбавления дистиллированной водой экстрактов до концентрации спирта 1, 0,5 и 0,25 %.

Для получения механохимического экстракта брали воздушно-сухое сырье, помещали в стаканы мельницы-активатора планетарного типа АГО-3 со стальными шарами (D=0,5 см), затем образцы активировали при вращении ротора 2500 об./мин в течение 2 мин. Экстрагировали обычным способом, описанным выше. В табл.1 показано соотношение растительного образца и экстрагента.

Экстракция длилась 14 сут, 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.

Т а б л и ц а 1
Соотношение растительного образца и экстрагента

Ratio of plant sample to extractant

Образец	Количество образца в экстрагенте, г/л
Черный лишайник – умбиликария	28,0
Герань луговая	20,0
Полынь эстрагон	20,0
Тмин обыкновенный	14,0
Горец птичий	28,0
Полынь якутская	20,0

В качестве тест-объекта была взята культура рачка *Ceriodaphnia affinis* (цериодафния). Эти ветвистоусые рачки рода *Ceriodaphnia* широко распространены в водоемах, поэтому легко доступны для исследования. Они имеют небольшие размеры, не требовательны, высоко плодовиты, им присущ короткий цикл развития. Тело их заключено в прозрачную камеру (карапакс), благодаря чему есть возможность на живых экземплярах наблюдать процесс созревания яиц в гонадах, прохождение пищи по пищеварительному тракту, дыхательные движения, ритм сердцебиения. Эти показатели являются весьма важными при постановке токсикологических опытов для оценки степени токсичности и механизма действия веществ в растворах [3]. Кроме того, их использование в качестве тест-организмов для биотестирования рекомендовано для государственного экологического контроля [4]. Маточную культуру цериодафний выращивали в комнатных условиях в стеклянных стаканах при температуре 25±1°C. В качестве культивационной воды использовали отстоянную водопроводную воду. Цериодафний кормили смесью суспензий дрожжей и водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris Beijer*) в пропорции 7:1.

Методика основана на определении выживаемости дафний (%) за определенный период экспозиции при воздействии водно-спиртовых экстрактов из растительного сырья по сравнению с контрольной культурой в пробах [2]. До начала эксперимента, связанного с действием растительных экстрактов, определили токсич-

ность этанола в концентрациях: 10, 5, 4, 3, 2, 1, 0,5 и 0,25 %. В качестве контроля при биотестировании использовали культивационную воду, в которой содержали культуру цериодафний. Токсичность определяли за 48 и 96 ч.

Эксперименты выполняли в четырех биологических повторностях. Результаты представлены в виде средней арифметической величины. Абсолютную ошибку рассчитывали из среднеквадратической ошибки с помощью коэффициента Стьюдента при $p=0,90$ [5].

Результаты и обсуждение

Правильный выбор экстрагента и способы экстракции имеют большое значение для фармакологической эффективности, так как отдельные компоненты биологически активных веществ (БАВ) могут изменять биодоступность, свойства и токсичность действующих веществ в зависимости от концентрации растворителя, что может привести к снижению или полной потере терапевтического действия или к гибели клетки и организма в целом [6]. В качестве экстрагента использовали водный раствор этилового спирта разных концентраций, который может способствовать переходу флавоноидов в раствор [7]. Известно, что этиловый спирт является клеточным ядом для биологических объектов, повреждающий преимущественно белковую структуру мембран, приводящий к денатурации ферментативных и мембранных белков [8]. По классификации токсических веществ этанол является наркотическим для водных животных [9]. В связи с этим водно-спиртовые растворы предварительно исследовали в концентрациях 10, 5, 4, 3, 2, 1, 0,5, 0,25 % для выявления острой (48 ч) и хронической (96 ч) токсичности на примере выживаемости рачка *C. affinis* (табл. 2).

Острый токсический эффект у *C. affinis* вызвали концентрации этанола 10, 5, 4, 3 %, при которых погибло 100 % тест-объекта. Наличие 2 % этанола в экстрагенте привело к гибели 54,3 % рачков, как за 48, так и за 96 ч экспозиции, по сравнению с водным контролем. Промежуточ-

Т а б л и ц а 2

Выживаемость *C. affinis* в водно-спиртовых растворах

Survival of *C. affinis* in water-alcohol solutions

Время экспозиции	Выживаемость, %								
	Концентрация этанола, %								Вода
	10	5	4	3	2	1	0,5	0,25	
48 ч	-	-	-	-	50,0±5,0	60,0±6,0	70,0±7,0	85,0±9,0	92,0±9,0
96 ч	-	-	-	-	48,0±5,0	60,0±6,0	70,0±7,0	85,0±9,0	92,0±9,0

ное токсическое влияние оказали варианты с добавлением 1,0 и 0,5 % этанола в воду. При 0,25 % концентрации спирта в культивационной воде выживаемость рачков снизилась лишь на 7,6 % относительно водной среды их обитания. Аналогичную картину выживаемости *C. affinis* наблюдали при содержании тест-объекта в течение 96 ч. Установлено, что 1, 0,5, 0,25 % водно-спиртовые экстракты статистически достоверно повышают и токсически не влияют на выживаемость *C. affinis* в течение наблюдаемых экспозиций времени и могут быть использованы, в дальнейшем, в качестве контроля для оценки действия экстрактов из тканей ряда видов растений Центральной Якутии, полученных с применением различных способов биотехнологической переработки.

В табл. 3 представлено влияние водно-спиртовых экстрактов, полученных простой экстракцией, на выживаемость *C. affinis* за 48 ч экспозиции.

Т а б л и ц а 3
Влияние водно-спиртовых экстрактов, полученных простым измельчением сырья, на выживаемость *C. affinis* (48 ч)

Effect of water-alcohol extracts obtained by milling raw materials on survival of *C. affinis* (48 h)

Экстракты	Выживаемость, %		
	Концентрация этанола, %		
	1	0,5	0,25
Черный лишайник – умбиликария	55,0±6,0	97,0±10,0	80,0±8,0
Герань луговая	60,0±6,0	78,0±8,0	83,0±8,0
Полынь эстрагон	0	40,0±4,0	78,0±8,0
Тмин обыкновенный	50,0±5,0	53,0±5,0	83,0±8,0
Горец птичий	57,0±6,0	63,0±6,0	60,0±6,0
Полынь якутская	90,0±9,0	93,0±9,0	70,0±7,0
Водно-спиртовый этанол	60,0±6,0	70,0±7,0	85,0±9,0

При добавлении в культивационную среду экстракта умбиликарии (0,5 % конц. этанола) наблюдали увеличение выживаемости *C. affinis* на 40 % относительно контроля. Благоприятные условия для выживаемости рачков создало добавление в среду обитания 1 и 0,5 % экстрактов полыни якутской, которые увеличили выживаемость дафний на 50 и 30 % соответственно.

Введение в культивационную среду *C. affinis* экстрактов полыни эстрагона, тмина обыкновенного и горца птичьего за то же время эксперимента (0,5 % конц. этанола) привело к уменьшению их выживаемости на 40 %.

Таким образом, установлено, что за 48 ч эксперимента введение ряда растительных экстрактов, полученных простым измельчением сырья и содержащих различные концентрации этано-

ла, оказало разнонаправленное действие на тест-объект. С одной стороны, увеличилась выживаемость рачков в вариантах: 1 % этанол+экстракт полыни якутской; 0,5 % этанол+умбиликария и 0,5 % этанол+полынь якутская. С другой стороны незначительно снизилась выживаемость при всех вариантах экстрактов исследуемых растений при концентрации этанола 0,25 % или произошла их полная гибель (1 % этанол+экстракт полыни эстрагон).

В табл.4 представлены данные выживаемости цериодафний в течение 96 ч при добавлении водно-спиртовых экстрактов в культивационную среду.

Т а б л и ц а 4
Влияние водно-спиртовых экстрактов, полученных простым измельчением сырья, на выживаемость *C. affinis* (96 ч)

Effect of water-alcohol extracts obtained by milling raw materials on survival of *C. affinis* (96 h)

Экстракты	Выживаемость, %		
	Концентрация этанола, %		
	1	0,5	0,25
Черный лишайник – умбиликария	58,0±6,0	75,0±8,0	70,0±7,0
Герань луговая	0	60,0±6,0	70,0±7,0
Полынь эстрагон	0	35,0±4,0	60,0±6,0
Тмин обыкновенный	0	42,0±4,0	70,0±7,0
Горец птичий	0	0	50,0±5,0
Полынь якутская	0	75,0±8,0	70,0±7,0
Водно-спиртовый этанол	60,0±6,0	70,0±7,0	85,0±8,5

Через 96 ч наблюдения было установлено, что в среде обитания с 1 % этанолом+экстракты была зафиксирована полная гибель рачков, кроме варианта с добавлением экстракта умбиликарии, где выживаемость цериодафний была ниже контрольного значения на 17,1 %. Добавленные в культивационную среду экстракты герани луговой, полыни эстрагона, тмина обыкновенного с концентрацией этанола 0,5 % вызвали снижение выживаемости тест-объекта на 10, 50 и 40 % соответственно. В варианте с горцем птичьим рачки полностью погибли. Рост на 10 % выживаемости рачков наблюдали в вариантах с экстрактами умбиликарии и полыни якутской. Установлено снижение выживаемости цериодафний при введении экстрактов на основе 0,25 % этанола на 20–40 %.

Таким образом, показано, что 1 % водно-спиртовые экстракты растений, полученные обычным путем и введенные в культивационную среду, привели к статистически достоверному снижению выживаемости цериодафний или полной их гибели за время экспозиции 48 и

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТКАНЕЙ РЯДА ВИДОВ

96 ч во всех вариантах экстрактов растений (кроме вариантов экстрактов умбиликарии и полыни якутской).

При добавке в среду обитания экстрактов растений 0,5 % концентрации этанола также наблюдали в течение двух временных отрезков токсическое действие на выживаемость тест-объекта. Следует выделить варианты с добавлением экстрактов умбиликарии и полыни якутской, где выживаемость рачков была выше на 40–10 % относительно контрольного значения.

Добавление всех экстрактов в культивационную среду, в относительно небольшом количестве (0,25 % концентрация этанола), вызвало снижение выживаемости цериодафний во всех вариантах, как в течение 48, так и 96 ч.

В табл.5 и 6 представлены результаты влияния на выживаемость *C. affinis* водно-спиртовых экстрактов, полученных с применением механоактивации. Экспозиция опытов также составляла 48 и 96 ч.

Т а б л и ц а 5
Влияние водно-спиртовых экстрактов
(механоактивация) на выживаемость *C. affinis* (48 ч)
Effect of water-alcohol extracts (mechanoactivation)
on survival *C. affinis* (48 h)

Экстракты	Выживаемость, %		
	Концентрация этанола, %		
	1	0,5	0,25
Черный лишайник – умбиликария	55,0±6,0	70,0±7,0	85,0±6,0
Герань луговая	55,0±6,0	53,0±5,0	73,0±7,0
Полынь эстрагон	55,0±5,0	40,0±4,0	58,0±6,0
Тмин обыкновенный	38,0±4,0	78,0±8,0	83,0±8,0
Горец птичий	78,0±8,0	86,0±9,0	68,0±7,0
Полынь якутская	60,0±6,0	83,0±8,0	70,0±7,0
Водно-спиртовый этанол	60,0±6,0	70,0±7,0	85,0±9,0

Установлено, что существование цериодафний в культивационной среде с добавлением экстрактов умбиликарии, герани луговой, полыни эстрагона, тмина обыкновенного с концентрацией этанола 1 % незначительно снизило их выживаемость на 8,3 и 36,7 % в течение 48 ч относительно контроля. Нахождение 1 % водно-этанольного экстракта полыни якутской в культивационной среде рачков практически не повлияло на количество выживших по сравнению с контролем. Тогда как введение экстракта горца птичьего повысило выживаемость цериодафний на 30 %.

При добавлении в культивационную среду экстрактов растений на основе 0,5 % концентрации этанола наблюдали повышение выживаемости цериодафний при введении экстрактов

тмина обыкновенного (11,4 %), горца птичьего (22,8 %) и полыни якутской (22,8 %) относительно контрольного значения. Присутствие экстрактов герани луговой и полыни эстрагон в культивационной среде снизило выживаемость рачков на 24,2 и 42,8 % соответственно, как при 48, так и при 96 ч экспозиции.

Добавление всех экстрактов растений, полученных методом предварительной механохимической активации сырья, в культивационную среду *C. affinis* в относительно небольшом количестве (0,25 % концентрация этанола) вызвало снижение выживаемости цериодафний во всех вариантах в течение 48 и 96 ч.

Т а б л и ц а 6
Влияние водно-спиртовых экстрактов
(механоактивация) на выживаемость *C. affinis* (96 ч)
Effect of water-alcohol extracts (mechanoactivation) on the
survival rate of *C. affinis* (96 h)

Экстракты	Выживаемость, %		
	Концентрация этанола, %		
	1	0,5	0,25
Черный лишайник – умбиликария	45,0±5,0	50,0±5,0	60,0±6,0
Герань луговая	35,0±4,0	52,0±5,0	63,0±6,0
Полынь эстрагон	0	0	53,0±5,0
Тмин обыкновенный	38,0±4,0	43,0±4,0	70,0±7,0
Горец птичий	0	0	45,0±5,0
Полынь якутская	0	70,0±7,0	60,0±6,0
Водно-спиртовый этанол	60,0±6,0	70,0±7,0	85,0±9,0

Выводы

Установлены концентрации водно-этанольной смеси, которые статистически достоверно не оказывают токсического влияния на выживаемость *C. affinis* в течение 48 и 96 ч.

Показано, что за время наблюдения эксперимента (48 и 96 ч) введение ряда растительных экстрактов, полученных обычным путем и содержащих различные концентрации этанола, оказало разнонаправленное действие на выживаемость тест-объекта: с одной стороны – повышение выживаемости рачков, а с другой – снижение выживаемости или их гибель. Установлено, что все 1 % водно-спиртовые экстракты растений, полученные обычным путем (без предварительной механоактивации) и добавленные в культивационную среду, привели к снижению выживаемости цериодафний или полной их гибели за 48 и 96 ч экспозиции (кроме вариантов с добавлением умбиликарии и полыни якутской).

Предэкстракционная механохимическая активация приводит к дальнейшему снижению выживаемости дафний. По-видимому, это произо-

шло в связи с тем, что при экстракции с предварительной механоактивацией сырья в экстракты выходит ряд веществ (пока не идентифицированных нами), добавление которых вызывает ингибирование жизнедеятельности *C. affinis* и резкое снижение их выживаемости относительно вариантов с обычной экстракцией. Это следует учитывать при получении комплексов БАВ из экстрактов растительного сырья.

Литература

1. *Акопов И.Э.* Важнейшие отечественные лекарственные растения и их применение. Томск: Медицина, 2000. 113 с.
2. *Жмур Н.С.* Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний. М.: Акварос, 2007. 52 с.
3. *Мичукова М.В., Канарский А.В., Канарская З.А.* Области использования культуры *Daphnia magna* // Вестник Казанского технологического университета. 2007. № 3–4. С. 109–126.
4. *Бубнов А.Г., Буймова С.А., Гушин А.А., Извекова Т.В.* Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: Учебно-методическое пособие. Иваново: ИГХТУ, 2007. 112 с.
5. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 456 с.
6. *Пантюнин А.В., Райкова С.В., Архангельская А.Д.* Теоретические аспекты разработки биологически активных добавок в виде корригированных сиропов // Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация. 2011. № 4 (99). В. 13. С. 177–186.
7. *Никифорова Е.Б., Сампиев А.М.* Возможность получения водоэкстрагируемого препарата из кукурузных рылец по совмещенной с производством жидкого экстракта технологической схеме // Материалы VIII Междунар. съезда «Фитофарм-2004». Миккели, Финляндия, 2004. С. 673–675.
8. *Пауков В.С.* Отравления. Понятия о ядах и условиях их действия: Учебное пособие. М.: Практическая медицина, 2008. 332 с.
9. *Метелев В.В., Канаев А.И., Засохова Н.Г.* Водная токсикология. М.: Колос, 1971. 247 с.

References

1. *Akopov I.E.* Vazhnejshie otechestvennye lekarstvennye rasteniya i ikh primenenie. Tomsk: Meditsina, 2000. 113 p.
2. *Zhmur N.S.* Metodika opredeleniya toksichnosti vody i vodnykh vytyazhek iz pochv, osadkov stochnykh vod, otkhodov po smertnosti i izmeneniyu plodovitosti dafnij. M.: Akvaros, 2007. 52 p.
3. *Michukova M.V., Kanarskij A.V., Kanarskaya Z.A.* Oblasti ispol'zovaniya kul'tury *Daphnia magna* // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2007. № 3–4. P. 109–126.
4. *Bubnov A.G., Bujmova S.A., Guschin A.A., Izvekova T.V.* Biotestovyy analiz – integral'nyj metod otsenki kachestva ob'ektov okruzhayushej sredy: Uchebno-metodicheskoe posobie. Ivanovo: IGH-TU, 2007. 112 p.
5. *Lakin G.F.* Biometriya. M.: Vysshaya shkola, 1980. 456 p.
6. *Pantyunin A.V., Rajkova S.V., Arkhangel'skaya A.D.* Teoreticheskie aspekty razrabotki biologicheski aktivnykh dobavok v vide korrigirovannykh siropov // Nauchnye vedomosti. Seriya Meditsina. Farmatsiya. 2011. № 4 (99). Iss. 13. P. 177–186.
7. *Nikiforova E.B., Sampiev A.M.* Vozmozhnost' polucheniya vodoekstragiruемого preparata iz kukuruznykh rylets po sovmeschennoj s proizvodstvom zhidkogo ekstrakta tekhnologicheskoy skheme // Mater. VIII mezhdunar. s'ezda «Fitofarm-2004». Mikkeli, Finlyandiya, 2004. P. 673–675.
8. *Paukov V.S.* Otravleniya. Ponyatiya o yadakh i usloviyakh ikh dejstviya: Uchebnoe posobie. M.: Prakticheskaya meditsina, 2008. 332 p.
9. *Meteev V.V., Kanaev A.I., Zasokhova N.G.* Vodnaya toksikologiya. M.: Kolos, 1971. 247 p.

Поступила в редакцию 16.01.2018

Об авторах

ПОСКАЧИНА Елена Рудольфовна (Кан Ми Ун), кандидат биологических наук, научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, 677980, Якутск, пр. Ленина, 41,
<http://orcid.org/0000-0003-4339-4241>, poskachinalena@yandex.ru;

ШАШУРИН Михаил Михайлович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, 677980, Якутск, пр. Ленина, 41,
<http://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, 677980, Якутск, пр. Ленина, 41,
<http://orcid.org/0000-0002-7570-2328>, jan43@mail.ru.

About the Authors

POSKACHINA Elena Rudolfovna (Kang Mi Un), Candidate of Biological Sciences, Research Scientist, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenin Ave., Yakutsk, 677980, Russia,
<http://orcid.org/0000-0003-4339-4241>, poskachinalena@yandex.ru;

SHASHURIN Mikhail Mikhailovich, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Scientist, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenin Ave., Yakutsk, 677980, Russia,
<http://orcid.org/0000-0002-6785-1948>, Inwertaza@mail.ru;

ZHURAVSKAYA Alla Nikolaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Research Scientist, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenin Ave., Yakutsk, 677980, Russia, 41 Lenin Ave., Yakutsk, 677890, Russia,
<http://orcid.org/0000-0002-7570-2328>, jan43@mail.ru.