

СТАТЬЯ

УДК 504.064.36:574.24

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРЕСС-САЛАТА КАК ТЕСТ-ОБЪЕКТА  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА**

**Кубрина Л.В., Супиниченко Е.А.**

*ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет», Омск,  
e-mail: kubrina-lyudmila@mail.ru*

В снежном покрове, как правило, сосредоточивается больше загрязняющих веществ, чем в атмосфере. В связи с этим снег можно рассматривать как оригинальный индикатор загрязнения окружающей среды. Достаточно эффективный и доступный метод оценки среды – биоиндикация – в большинстве случаев используется и применяется в данных целях. Нами был проведен эксперимент по оценке загрязнения снежного покрова с помощью биоиндикаторов. В марте 2020 г. были отобраны пробы снежного покрова в различных участках г. Омска. В результате исследований определили, что при сравнении токсичности снеговых проб с контрольным вариантом (94,0%) было установлено, что наименьшая энергия прорастания зарегистрирована в пробе № 2 – пос. Кордный (88%). Наибольшая всхожесть наблюдалась также в контрольной пробе (78,8%). Талая вода в пробе № 2 (пос. Кордный) показала наименьшую всхожесть по сравнению с контролем (60%). Таким образом, основываясь на теоретических данных и данных нашего исследования, сделан вывод о том, что кресс-салат, в зависимости от времени развития биоиндикационных реакций, можно отнести к первому типу чувствительности, то есть биоиндикатор кресс-салат дает спустя определенное время, в течение которого он никак не отвечал на воздействие, сильную однократную реакцию и тут же теряет чувствительность.

**Ключевые слова:** биотоксичность, токсический эффект, снежный покров

**USING WATERCRESS AS A TEST OBJECT FOR ASSESSING SNOW POLLUTION**

**Kubrina L.V., Supinichenko E.A.**

*Omsk State Pedagogical University, Omsk, e-mail: kubrina-lyudmila@mail.ru*

The snow cover, as a rule, concentrates a large amount of pollutants than in the atmosphere. In this regard, snow can be considered as an original indicator of environmental pollution. A fairly effective and accessible method for assessing the environment – bioindication – in most cases is used and applied for these purposes. We carried out an experiment to assess the pollution of the snow cover using bioindicators. In March 2020, samples of snow cover were taken in various parts of the city of Omsk. As a result of the research, it was determined that when comparing the toxicity of snow samples with the control option (94.0%), it was found that the lowest germination energy was recorded in sample No. 2 – settlement. Kordny (88%). The highest germination was also observed in the control sample (78.8%). Melt water in sample No. 2 – pos. Kordny showed the lowest germination rate compared to the control (60%). Thus, based on theoretical data and data from our study, it was concluded that watercress, depending on the time of development of bioindication reactions, can be attributed to the first type of sensitivity, that is, the bioindicator watercress gives, after a certain time, in during which he did not respond in any way to the impact, a strong one-time reaction and immediately loses sensitivity.

**Keywords:** biotoxicity, toxic effect, snow cover

Важным компонентом биогеоценоза считаются растения, обеспечивающие жизненный процесс других биотических компонентов. Изменения растительности под воздействием различных факторов внешней среды оказывают влияние на состояние биогеоценоза в целом и, вследствие этого, могут использоваться в качестве диагностических признаков [1, 2]. В качестве объектов для биоиндикации используют различные организмы – бактерии, млекопитающие, высшие растения, водоросли, беспозвоночные животные [3, 4].

Возможность быстро получить интегральную оценку токсичности дает биотестирование, вследствие этого его используют при скрининговых исследовательских работах. Тест-объекты для биотестирования, как правило, избирают между более чувствительными к загрязняющим ком-

понентам видами, в то время как одним из ведущих требований к биоиндикаторам является толерантность [5]. Одним из весомых требований биотестирования является то, что воздействие на тест-объект токсиканта должно вызывать ответную реакцию, эту же или же близкую к реакциям в лабораторных экспериментах [5–7]. Для исследования почв в агроценозах в основном используются семена растений. Всхожесть, энергия прорастания, скорость прорастания, а также характеристики интенсивности исходного роста семян (длина корней, длина зеленоватых проростков, множество корней, масса зеленоватых проростков) считаются тест-параметрами и работают показателями прорастания.

Методические указания рекомендуют для биотестирования воды, снега использовать небольшие семена (кресс-салат, редис,

горчица, пшеница и др.), которые имеют маленький запас калорийных веществ, вследствие чего они больше подвержены воздействию внешних факторов. Таким образом, методы биотестирования и биоиндикации позволяют диагностировать состояние экосистемы по откликам на стрессовое воздействие извне отдельных компонентов биоты.

Цель работы: исследование загрязнения снежного покрова в г. Омске и Омской области методом биотестирования с помощью кресс-салата (*Lepidium sativum* L.).

Объект исследования: пробы снежно-го покрова.

Предмет исследования: биоиндикаторы – кресс-салат (*Lepidium sativum* L.).

### Материалы и методы исследования

Исследование проводилось в 2020 г. в лаборатории ОмГПУ кафедры биологии и биологического образования аудитории № 305. В качестве биотеста использовали растения кресс-салата (*Lepidium sativum* L.). Кресс-салат – однолетнее скороплодное травянистое растение, высота которого составляет 20–50 см. Листья перисто-рассеченные, верхние – прямолинейные. Растение имеет тонкий стержневой корень.

Опыт проводился в лабораторных условиях при естественном освещении, при температуре +22 – +24 °С. Наше исследование направлено на изучение влияния снеговых талых вод, взятых в разных точках г. Омска и его окрестностях, на всхожесть семян кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) сорта «Весенний сюрприз».

Пробы снега были взяты на четырех участках г. Омска и Омской области:

Проба № 1 – пос. Левобережный (ост. Поворотная).

Проба № 2 – пос. Кордный.

Проба № 3 – ул. наб. Тухачевского, 14.

Проба № 4 – пос. Русская Поляна – Омская область.

В качестве контроля была использована водопроводная вода.

Семена кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) помещали в 5 чашек Петри с трехкратной повторностью по 30 семян в каждую, с учётом количества проб снеговой талой воды. Закладывались и снимались семена одновременно. На протяжении 6 дней поливали семена кресс-салата талой снеговой водой с разных участков сбора. В опыте учитывалось следующее:

– энергия прорастания определялась спустя 3 дня после посева;

– всхожесть семян подсчитывали спустя 6 дней после посева.

– расчет энергии прорастания и всхожести вели следующим образом:

– количество высеянных семян – 100% и проросших – X%, следовательно, X = проросшие\*100% /высеянные.

Данные обрабатывались статистически.

### Результаты исследования и их обсуждение

Визуальный осмотр талой воды показал, что все без исключения собранные пробы снежного покрова в своем составе содержали различные взвешенные вещества. Более загрязненными пробами считаются пробы, взятые вблизи дорог. На данных участках основным источником загрязнения снежного покрова является автотранспорт. Наиболее грязной оказалась талая вода, собранная на участке вблизи автодороги (пос. Левобережный).

Проба № 2 с участка пос. Кордный от проезжей части автотрассы выглядит более чистой, но загрязнение присутствует. В пробе № 3 (ул. наб. Тухачевского, 14) присутствует небольшое количество примесей, а пробу № 4 (пос. Русская Поляна) можно считать прозрачной. Талая вода всех проб не имеет цвета, помимо проб № 1 и № 2, тон которых серый. Талая снеговая вода, которую мы получили при таянии всех проб снега, имеет pH = 6, что говорит о слабокислотной реакции воды. Слабокислый характер среды объясняется оседанием оксидов серы и иных компонентов, которые получаются при сгорании топлива на поверхности снежного покрова. Из химических загрязнителей мы выявили ионы хлора и свинца в пробах № 1 и № 2. Ионы хлора содержатся в противогололедном средстве, используется соль натрия с песком, а свинец присутствует в выхлопных газах автомобилей.

Мы исследовали проростки семян на данных образцах талой воды. Уже на второй день эксперимента семена стали давать всходы. Мы также измерили длину проростков и корней растений и сравнили их в сводной таблице.

Исходя из данной зависимости, с учётом наших наблюдений результаты следующие:

– в пробе № 4 всхожесть составила 90% – загрязнение отсутствует. Проростки ровные, мощные;

– в пробе № 3 всхожесть составила 69–89% – слабое загрязнение;

– в пробах № 1 и № 2 наименьший процент всхожести семян, в пос. Левобережный и в пос. Кордный средний уровень загрязнения. Проростки кривые, короткие.

В табл. 1 и рис. 1 приведены данные по влиянию токсичности снежного покрова на энергию прорастания семян кресс-салата сорта «Весенний сюрприз».

**Таблица 1**

Энергия прорастания семян кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) сорта «Весенний сюрприз»

Место сбора проб	Энергия прорастания, %	
	3 день	6 день
Контроль (водопроводная вода)	35,0	94,0
Проба № 1, пос. Левобережный	31,3 ± 0,38	91,5 ± 0,16
Проба № 2, пос. Кордный	25,5 ± 0,07	88,0 ± 0,18
Проба № 3, ул. наб. Тухачевского, 14	25,6 ± 0,09	92,0 ± 0,14
Проба № 4, пос. Русская Поляна	27,6 ± 0,67	90,0 ± 0,63

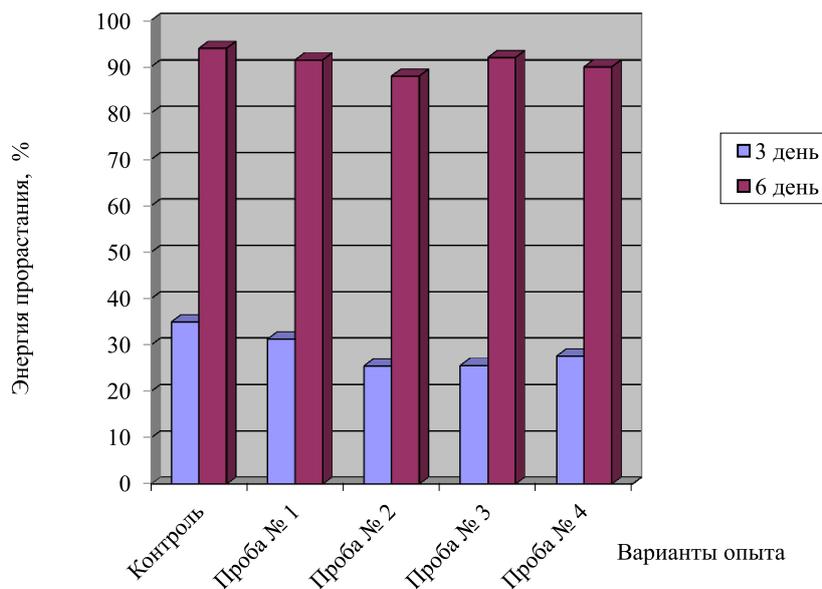


Рис. 1. Энергия прорастания семян кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) сорта «Весенний сюрприз»

Энергию прорастания определяли на третьи и шестые сутки после замачивания семян в чашках Петри. Энергия прорастания на 3-й день в контрольном варианте составила 35%.

В точке отбора пос. Левобережный наблюдалась наибольшая энергия прорастания семян, наименьшая энергия прорастания наблюдалась в точке отбора пос. Кордный.

Анализируя энергию прорастания семян кресс-салата на 3-й день, можно заметить следующее: в пробе № 3 – ул. наб. Тухачевского энергия прорастания снижается на 2% по сравнению с контролем. Та же динамика прослеживается и на 6-й день. Еще больше снизилась энергия прорастания в пробе № 1 – пос. Левобережный на 2,5%, что является вполне доступным. В пробе № 4 пос. Русская Поляна энергию прорастания по сравнению с предыдущим вариантом снизилась на 1,5%. Значительное снижение отмечено в пробе № 2 – пос. Кордный – здесь энергия прорастания ниже на 8%

по сравнению с контрольным вариантом. Достоверность различий между контролем и точками отбора проб подтверждается критерием Стьюдента. Подводя итоги, по энергии прорастания можно сделать вывод, что наибольшая энергия прорастания семян кресс-салата была отмечена в контрольной пробе, а наименьшая зарегистрирована в пробе № 2 – пос. Кордный.

В наших опытах исследовались также всхожесть семян, данные представлены в табл. 2 и на рис. 2.

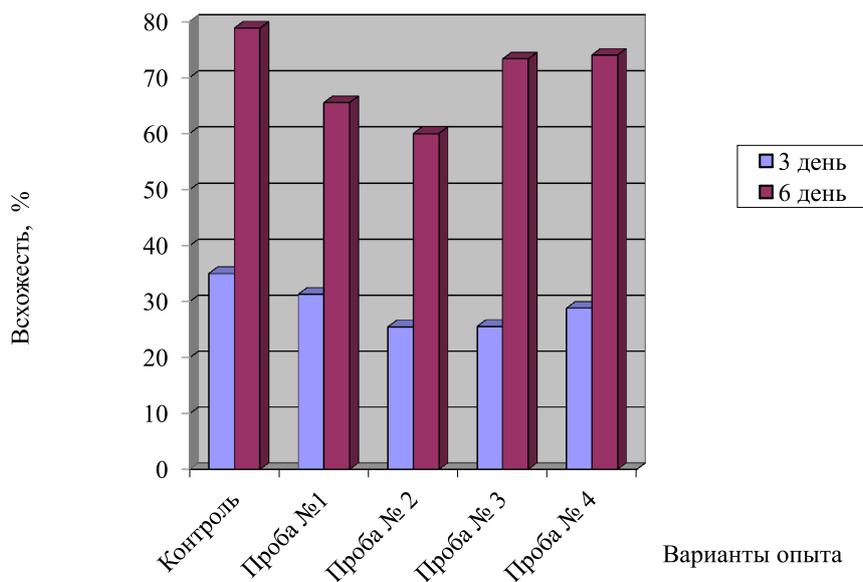
При определении всхожести семян кресс-салата были установлены следующие закономерности. Можно отметить, что все пробы привели к снижению всхожести по сравнению с контролем.

Анализируя данные шестого дня по контрольной пробе, можно отметить, что процент всхожести семян кресс-салата равен 78,8%. При рассмотрении пробы № 4 – пос. Русская Поляна прослеживается уменьшение всхожести семян на 4,8%.

Таблица 2

Всхожесть семян кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) сорта «Весенний сюрприз»

Место сбора проб	Всхожесть, %	
	3 день	6 день
Контроль (водопроводная вода)	35	78,8
Проба № 1 – пос. Левобережный	31,3 ± 0,75	65,5 ± 0,57
Проба № 2 – пос. Кордный	25,5 ± 0,64	60 ± 0,63
Проба № 3 – ул. наб. Тухачевского, 14	25,6 ± 0,04	73,3 ± 0,73
Проба № 4 – пос. Русская Поляна	28,8 ± 0,33	74,0 ± 0,15

Рис. 2. Всхожесть семян кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) сорта «Весенний сюрприз»

В пробе № 3 – пос. Левобережный – наблюдается незначительное уменьшение всхожести семян по сравнению с предыдущей пробой на 0,7%. Наименьшая всхожесть наблюдалась в пробе № 2 – пос. Кордный – на 18,8% по сравнению с контрольной пробой. Достоверность различий между контролем и точками отбора проб подтверждаются критерием Стьюдента.

Таким образом, наибольшая всхожесть наблюдалась также в контрольной пробе (78,8%). Талая вода с пос. Кордный показала наименьшую всхожесть по сравнению с контролем (60%).

### Заключение

Для выявления уровня загрязнения окружающей среды используется огромное количество экологических методов, но наиболее часто встречающимся из них является метод биоиндикации, представляющий собой оценку биотических и абиотических факторов местообитания при помощи био-

логических систем. При оценке качества состояния среды используются биоиндикаторы – это биологические объекты, которые имеют различия по уровню организации (от молекул и клеток, до экосистем и биосферы). Биоиндикация обнаруживает и определяет экологически важные антропогенные и природные нагрузки, делая упор на реакции живых организмов напрямую в среде их обитания.

Токсичность снегового покрова оказывает угнетающее влияние на интенсивность энергии прорастания и всхожести семян: при максимальной концентрации происходит снижение по сравнению с контрольным вариантом. При сравнении токсичности снеговых проб с контрольным вариантом (94,0%) было установлено, что наименьшая энергия прорастания зарегистрирована в пробе № 2 – пос. Кордный (88%). Наибольшая всхожесть наблюдалась также в контрольной пробе (78,8%). Талая вода в пробе № 2 – пос. Кордный показала наи-

меньшую всхожесть по сравнению с контролем (60%).

### Список литературы

1. Кубрина Л.В. Биологический мониторинг малых рек // Научное обозрение. Биологические науки. 2019. № 4. С. 68–72.

2. Дереча Н.Н., Чернышева С.И. Кресс-салат «весенний» как биоиндикатор загрязнения снежного покрова // Современное научное знание, идеи и концепции: сб. науч. тр. По материалам I Международного научно-практического форума молодых ученых. 2017. С. 263–269.

3. Мазный К.М., Овчинникова Н.А. Влияние внешних факторов на рост растений (на примере выращивания кресс-салата) // Юный ученый. 2018. № 11 (15). С. 55–57.

4. Ботвич А.С. Биоиндикация и биотестирование как методы контроля и оценки состояния окружающей сре-

ды: материалы II Межрегиональной научно-практической конференции. Отв. ред. Начева Любовь Васильевна. Кемерово, 2019. С. 17–22.

5. Мосягина С.Н., Уливанова Г.В. Анализ тест-способности кресс-салата при оценке степени загрязнённости почвы, воды и снега // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2016. № 1 (2). С. 44–49.

6. Тюменцева Е.Ю., Штабнова В.Л. Контроль качества водохозяйственного комплекса как вклад в обеспечение экологической безопасности г. Омска // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2016. № 2 (22). С. 79–95.

7. Кубрина Л.В. Особенности цитогенетического мониторинга техногенных территорий на примере г. Омска. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2017. С. 61–65.