

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

ЭКОЛОГИЯ: популяция, вид, среда

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

14 – 18 апреля 2014 г.
ЕКАТЕРИНБУРГ

УДК 574 (061.3)

Э 40

*Материалы конференции изданы при финансовой поддержке
Президиума Уральского отделения РАН (проект № 14-4-МШ-32)
и Российского фонда фундаментальных исследований
(проект № 14-04-06811).*

Экология: популяция, вид, среда. Материалы конф. молодых ученых, 14 – 18 апреля 2014 г. / ИЭРиЖ УрО РАН — Екатеринбург: Гощицкий, 2014. — 176 с.

В сборнике опубликованы материалы Всероссийской конференции молодых ученых «Экология: популяция, вид, среда». Мероприятие проходило в Институте экологии растений и животных УрО РАН с 14 по 18 апреля 2014 г. Работы посвящены проблемам изучения биологического разнообразия на популяционном, видовом и экосистемном уровнях, анализу экологических закономерностей эволюции, поиску механизмов адаптации биологических систем к экстремальным условиям, а также популяционным аспектам экотоксикологии, радиобиологии и радиоэкологии.

ISBN 978-5-98829-047-6

© Авторы, 2014

© ИЭРиЖ УрО РАН, 2014

© Оформление. Издательство «Гощицкий», 2014



КАЧЕСТВО СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА *PLANTAGO MAJOR* L. ИЗ ЗОН РАДИОАКТИВНОГО И ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Н.С. Шималина*, Е.В. Антонова**

*Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

**Институт Экологии Растений и Животных УрО РАН, Екатеринбург

Ключевые слова: ценопопуляции, Plantago major L., семенное потомство, тяжелые металлы, радиация.

Пути адаптации живых организмов к разным типам техногенных воздействий разнообразны. В них присутствуют как универсальные, так и специфические компоненты, обусловленные природой действующего фактора и биологическими особенностями видов. Можно предполагать, что каждая популяция, испытывающая действие тяжелых металлов или ионизирующей радиации, пройдя многие этапы отбора, приобретает специфические черты (Безель и др., 2001; Чиркова, 2002; Pozolotina et al., 2012).

Цель настоящей работы — сравнительная оценка жизнеспособности, мутабельности и адаптивного потенциала семенного потомства подорожника большого из популяций, длительное время произрастающих в зонах радионуклидного и химического загрязнения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Семена подорожника большого (*Plantago major* L.) собирали в 2011 г. в головной части Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРСа), который сформировался в результате аварии на ПО «Маяк» в 1957 г., и в зоне воздействия Нижнетагильского металлургического комбината (НТМК). В зоне радионуклидного загрязнения были выбраны две площадки — на северном и юго-западном берегах оз. Урускуль (центральная ось следа — ВУРС-1 и ВУРС-2). В зоне химического загрязнения две пробные площадки были заложены на разном удалении от предприятия: пос. Сухоложский (НТМК-1) и Алапаевская ветка (НТМК-2). Две фоновые площадки располагались вне зоны какого-либо загрязнения (Белоярский и Каменск-Уральский районы Свердловской области).

Семена, собранные с 40–50 растений, проращивали методом рулонной культуры в дистиллированной воде в стандартных условиях (12-часовой световой день, +24 °С) в течение 21 сут. (Позолотина

и др., 2008). Жизнеспособность семян оценивали по комплексу критериев (всхожесть семян, выживаемость проростков, число растений с настоящими листьями, длина корней). Устойчивость к дополнительному облучению определяли по тем же параметрам, предварительно облучив семена в дозах 100–300 Гр. Мутабельность оценивали по частоте встречаемости в выборках проростков с различными аномалиями. Эксперимент проведен в трех повторностях, всего изучено 3600 семян. Для проверки статистических гипотез использовался дисперсионный анализ, критерий множественных сравнений Шеффе в программе STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., 2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее (Позолотина и др., 2008; Karimullina et al., 2013) было показано, что дозовые нагрузки на материнские растения на участке ВУРС-1 превышают фоновый уровень в 10 раз, а на ВУРС-2 — в 16 раз. Суммарная токсическая нагрузка на участках НТМК-1 и НТМК-2 была выше фонового уровня в 4 и 8 раз соответственно (Жуйкова, 2009; Pozolotina et al., 2012). Геоботаническое описание участков исследования представлено в работах В.Н. Позолотиной с соавт. (2008) и Т.В. Жуйковой (2009).

Оценка жизнеспособности семенного потомства. Показано, что выживаемость проростков в выборке ВУРС-2 была значимо выше (рис. 1), чем в ценопопуляциях Фоновая-1, НТМК-1 и НТМК-2 ($p=0.0017$). Выявлена тенденция к снижению выживаемости проростков подорожника из зоны НТМК по сравнению с остальными выборками ($p>0.19$).

Длина главного корня проростков была значимо выше в выборке ВУРС-2 по сравнению с остальными участками ($p\ll 0.0001$), кроме популяции Фоновая-1. В зоне НТМК этот показатель был значимо ниже, чем в фоновых выборках ($p\ll 0.0001$). В обеих фоновых популяциях боковые корни встречались у 22.5–32% проростков, минимальное их количество отмечено в условиях загрязнения тяжелыми металлами (4.7 и 11.1%, различия с выборкой Фоновая-2 значимы, $p=0.001$). Максимальное значение признака было характерно для выборки ВУРС-2 (62.3%, различия значимы со всеми группами), в ней отмечено также наибольшее число проростков с настоящими листьями (62.9%, $p<0.001$). Следовательно, эта ценопопуляция была наиболее успешна по всем показателям. В популяциях НТМК-1 и НТМК-2 отмечены минимальные количества проростков с настоящими листьями (5.3 и 9.0%, различия значимы с выборками Фоновая-2 и ВУРС-2, $p<0.047$).

Оценка радиочувствительности семенного потомства. Установлено, что выборки семян из зоны ВУРСа и фоновых популяций

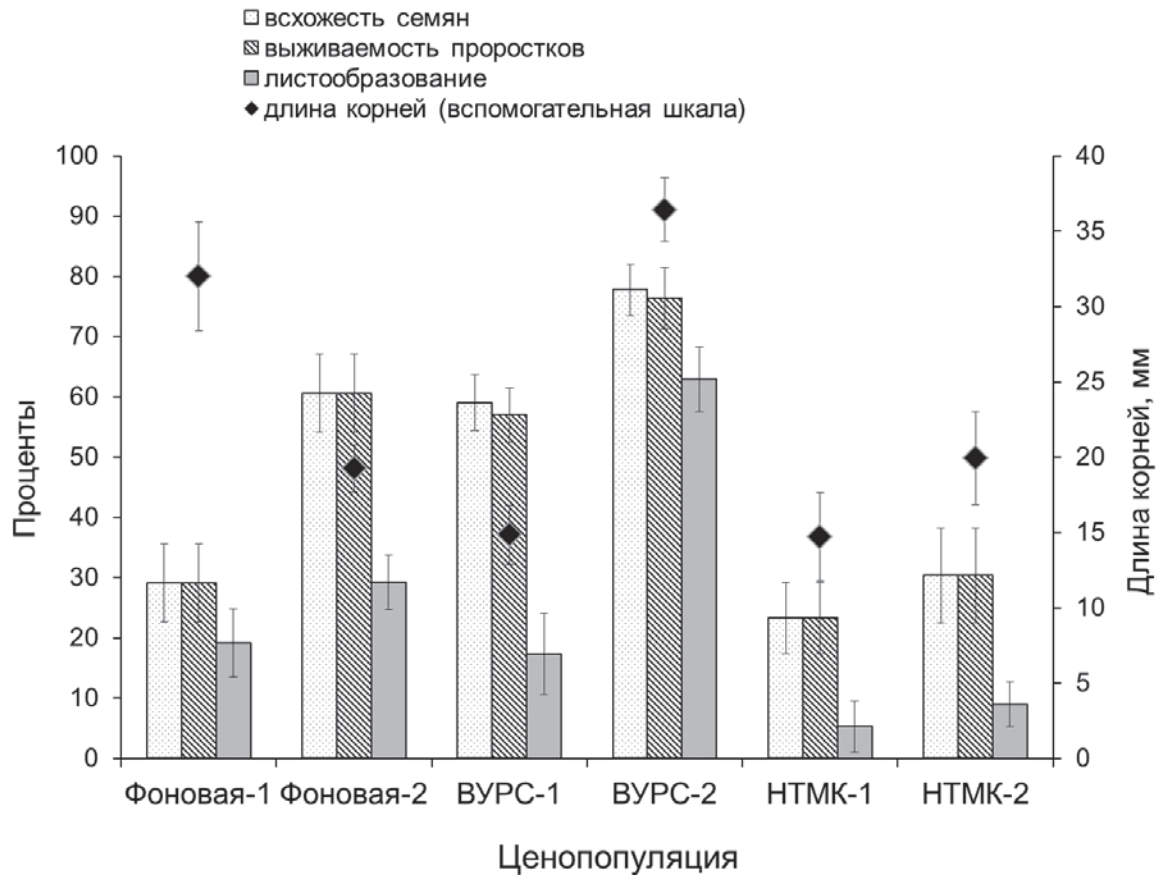


Рис. 1. Основные показатели жизнеспособности семенного потомства *P. major* из разных зон.

оказались очень чувствительны к провокационному облучению. Настоящие листья у проростков не формировались даже после облучения в дозе 100 Гр. В то же время в выборках из зоны НТМК при этой дозе отмечена тенденция к стимулированию листообразования (рис. 2). При максимальной дозе облучения доля проростков с настоящими листьями составила 38.0 – 51.8%, т.е. выборки из зоны НТМК оказались наиболее радиостойчивыми.

Оценка мутабельности семенного потомства. В исследованных выборках подорожника встречались следующие аномалии: некрозы корней и семядолей, изменение цвета семядолей, глубокие изменения всех органов. Проростки с измененной формой настоящих листьев встречались только в зоне химического загрязнения, в то же время у них отсутствовали некрозы корней.

После провокационного облучения доля проростков с некрозами корней в большинстве выборок увеличилась, особенно в зоне ВУРСа (рис. 3). Частота встречаемости проростков с некрозами корней в зоне НТМК после облучения осталась минимальной. Эти данные свидетельствуют о высокой доле скрытых повреждений у семенного потомства из зоны радиационной аварии и отсутствии этого эффекта у проростков из зоны химического загрязнения. Подобные

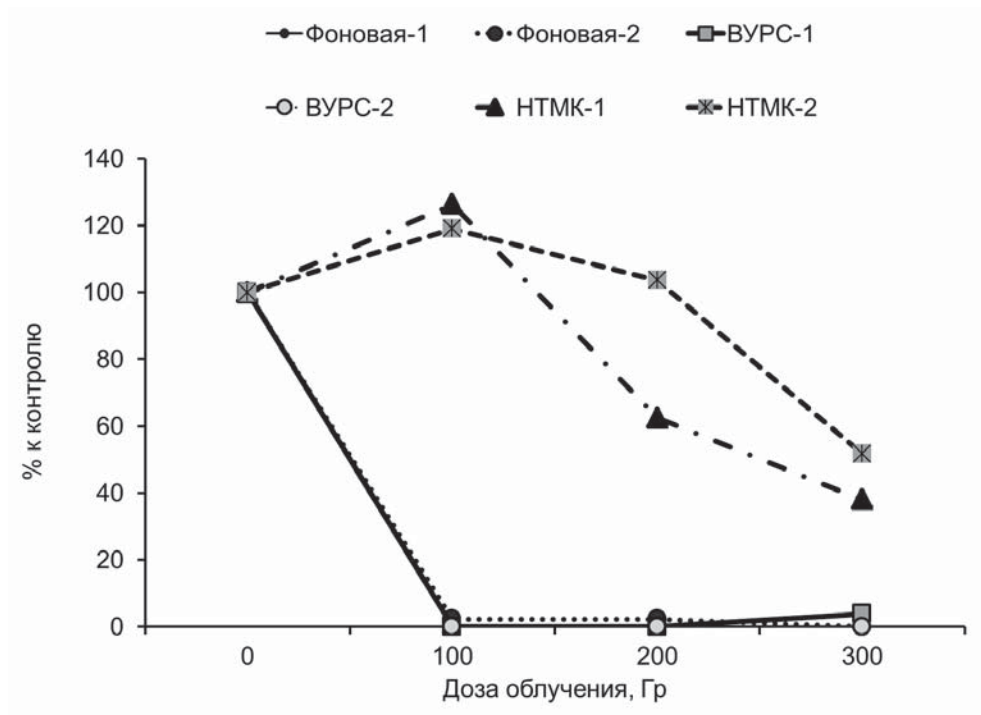


Рис. 2. Число проростков *P. major* с настоящими листьями в разных выборках после провокационного облучения.

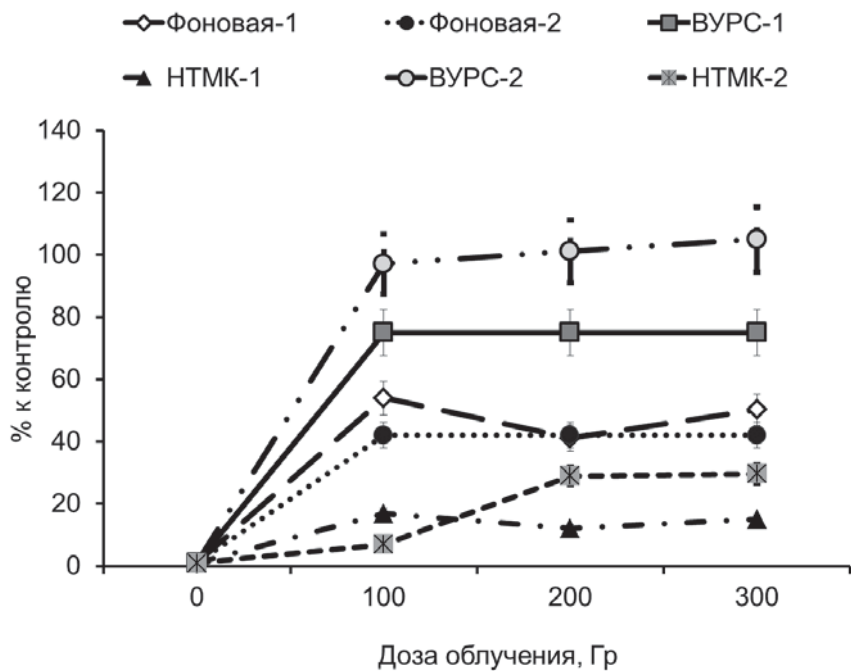


Рис. 3. Частота встречаемости проростков *P. major* с некрозами корней в разных выборках.

результаты были получены ранее для других видов растений (Позолотина и др., 2008; Pozolotina et al., 2012).

Таким образом, семенное потомство подорожника большого из зоны химического загрязнения обладало низкой жизнеспособностью, однако для него был характерен высокий адаптивный потенциал к «новому» фактору (дополнительному облучению). Семена подорожника из зоны радионуклидного загрязнения показали высокую жизнеспособность, но при дополнительном облучении («привычный» фактор), оказались чувствительными, что свидетельствует о скрытых генетических повреждениях. Это заключение подтверждается также большей частотой встречаемости в выборках ВУРСа проростков с аномалиями в развитии.

Работа проводилась при финансовой поддержке Программы междисциплинарных исследований между институтами УрО РАН (проект № 12-М-24-2016) и Федеральной программы поддержки ведущих научных школ (НШ-2840.2014.4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Безель В.С., Позолотина В.Н., Бельский Е.А., Жуйкова Т.В. Изменчивость популяционных параметров: Адаптация к токсическим факторам среды // Экология. 2001. № 6. С. 447–453.
- Жуйкова Т.В. Реакция ценопопуляций и травянистых сообществ на химическое загрязнение среды: Автореферат дис. ... докт. биол. наук. Екатеринбург, 2009. 40 с.
- Позолотина В.Н., Молчанова И.В., Караваева Е.Н. и др. Современное состояние наземных экосистем зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа. Екатеринбург: Гощицкий, 2008. 204 с.
- Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб: Изд-во СПбГУ, 2002. 244 с.
- Karimullina E.M., Antonova E.V., Pozolotina V.N. Assessing radiation exposure of herbaceous plant species at East-Ural Radioactive Trace // J. of Environmental Radioactivity. 2013. V. 124. P. 113–120.
- Pozolotina V.N., Antonova E.V., Bezel V.S. Comparison of remote consequences in *Taraxacum officinale* seed progeny collected in radioactively or chemically contaminated areas // Ecotoxicology. 2012. V. 21. № 7. P. 1979–1988.