

ISSN 0367-0597

Номер 1

Январь - Февраль 2017



ЭКОЛОГИЯ



<http://www.naukaran.com>



"НАУКА"

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ВСТРЕЧАЕМОСТИ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО (*HERACLEUM SOSNOWSKYI MANDEN*) В СВЯЗИ СО СТЕПЕНЬЮ АРИДНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ЕГО КАРТИРОВАНИЕ ДЛЯ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

© 2017 г. А. Н. Афонин^{a,*}, Н. Н. Лунева^{b, **}, Ю. С. Ли^{c, ***}, Н. В. Коцарева^{d, ****}

^aСанкт-Петербургский государственный университет,
199178 Санкт-Петербург, 10-я линия ВО, д. 33–35

^bВсероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
196608 Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3

^cФедеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова,
190000 Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44

^dБелгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина,
308503 Белгородская обл., п. Майский, ул. Вавилова, 1

e-mail: *afonin-biogis@yandex.ru; **natalja.luneva2010@yandex.ru;
Petrelius1150@yandex.ru; *info@bsaa.edu.ru

Поступила в редакцию 19.02.2015 г.

Ключевые слова: борщевик Сосновского, встречаемость, эколого-географический анализ, гидротермический коэффициент, карта потенциальной встречаемости.

DOI: 10.7868/S0367059717010036

Естественный ареал борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi Manden*), экспансия которого охватила в настоящее время Центральный и Северо-Западный регионы РФ, расположен в восточной части Большого Кавказа, Восточном и Юго-Восточном Закавказье, на Северо-Востоке Турции (Манденова, 1944). Антропогенная инвазия началась сравнительно недавно, вид пока не занял всю потенциально экологически пригодную для него территорию и границы его вторичного ареала окончательно не установились. Основные пути миграции этого вида пролегают вдоль дорог, где создаются благоприятные условия для его роста и распространения: достаточная освещенность, дренаж и присутствие агентов, способствующих распространению семян (транспорт, пешеходы, домашние животные). На начальном этапе формирования ареала именно дороги являются теми артериями, по которым вид стремительно распространяется от инвазионных очагов, созданных человеком, достигая своих экологических лимитов. При отсутствии эффективных мероприятий по борьбе с борщевиком Сосновского распространение и встречаемость вида вдоль дорог обусловлены, в первую очередь, природными факторами. Это дает возможность изучить особенности формирования вторичного ареала вида на ранних этапах посредством наблю-

дения его распространения вдоль дорог по градиенту лимитирующих экологических факторов среды, основным из которых на южном пределе расселения вида является увлажнение.

Цель настоящего исследования — построение эколого-географической модели вида, позволяющей уточнить карту вторичного ареала и оценить потенциал его распространения на территории России и сопредельных государств, а также отработка методики картирования с использованием количественных индексов, показывающих и количественно оценивающих встречаемость объекта картирования по территории.

Материалом для анализа послужили данные экспедиционных обследований европейской территории России в 2013–2014 гг. Учеты объекта проводили из транспорта по ходу движения по заранее выбранному маршруту вдоль градиента влажности (рис. 1) на каждом 500-метровом участке вдоль придорожной полосы. Обилие растений оценивали по 5-балльной шкале: 0 — растений нет, 1 — единичные растения, 2 — десятки растений, 3 — сотни растений, 4 — монодоминантные заросли. Встречаемость объекта оценивали на каждом 10-километровом отрезке пути как число 500-метровок, на которых присутствовало хотя бы одно растение борщевика. Количество занятых борщевиком 500-метровок делили на 20 и

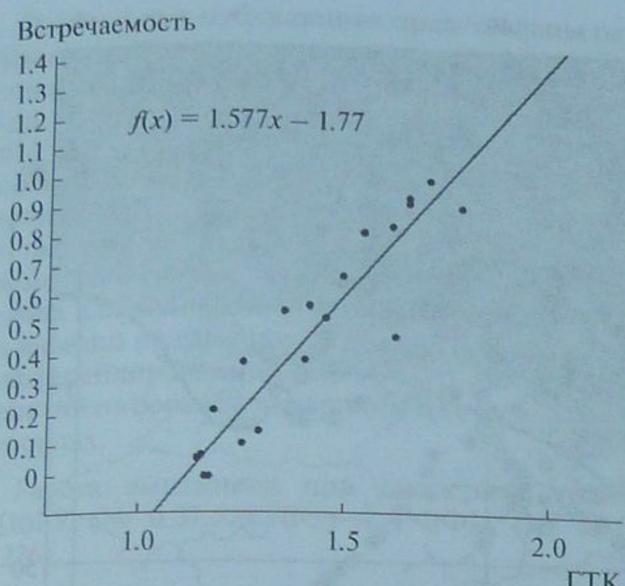


Рис. 1. Связь встречаемости борщевика с показателем увлажнения территорий областей, выраженного гидротермическим коэффициентом Селянинова (ГТК).

получали показатель встречаемости, изменяющийся от 0 до 1. Расстояния определяли по километровым столбам или спидометру автомобиля, коорди-

наты начальной точки каждой 10-километровки за- секали по GPS-навигатору Garmin Etrex. Встречаемость вида в границах административных областей оценивали как его среднюю встречаемость на 10-километровках в пределах области.

Гидротермический коэффициент (ГТК) для участков обследования определяли по растровым картам, взятым из "Агроэкологического атласа" (Афонин и др., 2008). Пространственное разрешение карт – 10 км на клетку растра. Значения ГТК снимали с карты по координатам точек, определенных по GPS. Также были использованы уточненные температурные карты на террито-рию России и сопредельных стран, подготовленные в рамках проекта СПБГУ 0.37.526.2013. Методика составления карт описана ранее (Greene et al., 1999; Kartashov et al., 2014). Эколого-географический анализ проводился с использованием ГИС ПО Idrisi 32 (Eastman, 2001). Статистические расчеты проводили в программе Statistica 6.0 (StatSoft Inc., 2001).

Распространение и встречаемость борщевика Сосновского в границах обследованной террито-рии соответствуют градиенту влажности (см. таб-лицу). Его инвазионный потенциал снижается при продвижении в сухую зону. Корреляция меж-

Оценка встречаемости и обилия борщевика Сосновского по обследованным регионам России в связи с характеристикой увлажнения в точках наблюдения

Регион	Количество оцененных 10-км участков	Среднее обилие	Встречаемость	ГТК средний по областям на участках обследования
Области:				
Пензенская	17	1	0.06	1.15
Белгородская	22	0	0	1.17
Воронежская	10	0	0	1.17
Липецкая	12	0	0	1.18
Рязанская	23	1.6	0.22	1.19
Нижегородская	28	1.57	0.11	1.26
Орловская	13	1.89	0.38	1.26
Курская	13	1	0.15	1.3
Тульская	22	1.88	0.55	1.36
Владимирская	23	1.82	0.39	1.41
Московская	28	1.96	0.57	1.42
Брянская	15	1.85	0.53	1.46
Костромская	5	2.63	0.67	1.5
Ивановская	11	1.94	0.82	1.55
Ярославская	25	1.99	0.84	1.62
Смоленская	19	1.78	0.47	1.63
Псковская	17	2.09	0.94	1.66
Тверская	26	2.14	0.92	1.66
Ленинградская	17	2.21	1	1.71
Новгородская	22	2.02	0.91	1.79
Республики:				
Мордовия	14	1	0.07	1.16
Корреляция с ГТК		0.729	0.936	

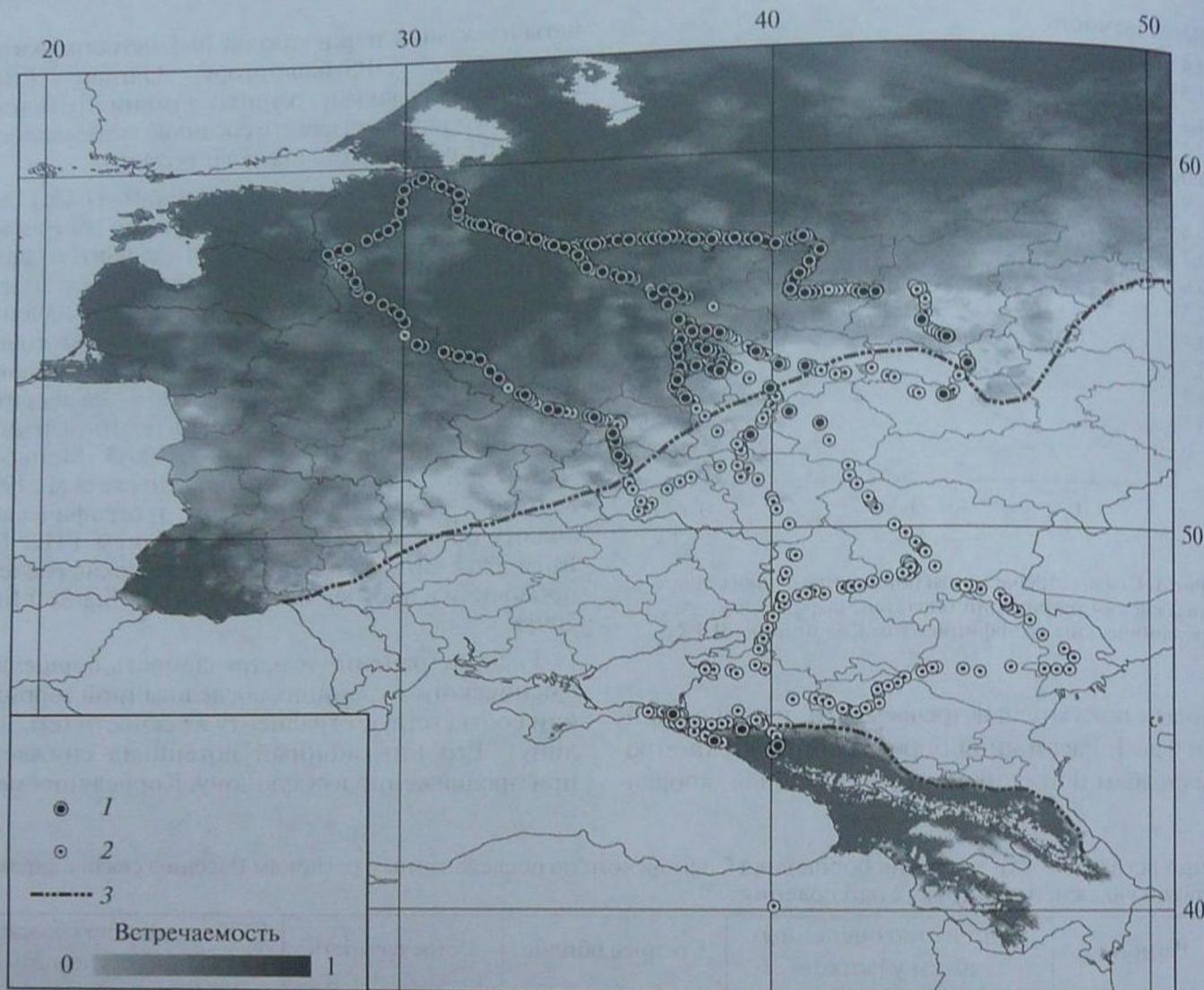


Рис. 2. Экологическая пригодность территорий Европейской России и сопредельных стран для произрастания борщевика, выраженная показателем потенциальной встречаемости (рост интенсивности окраски пропорционален росту частоты встречаемости). 1 – борщевик присутствует; 2 – борщевик отсутствует; 3 – граница распространения борщевика.

ду встречаемостью этого вида и средними значениями ГТК на участках обследования по областям России составила 0.94. При этом среднее обилие борщевика на 10-километровках по областям меньше коррелировало с ГТК – коэффициент корреляции 0.78.

Граница суходольного распространения борщевика Сосновского на южном пределе вторичного ареала соответствует изолинии ГТК, равной 1.25. Высокая корреляция между встречаемостью изучаемого объекта и значениями ГТК позволяет рассчитать его потенциальную встречаемость по областям и территориям, основываясь на данных ГТК. Для расчета уравнения регрессии, связывающего встречаемость вида с ГТК, мы использовали данные обследования, приведенные в таблице.

Зависимость между встречаемостью борщевика и значениями ГТК оказалась линейной (см. рис. 1);

$$\text{Встречаемость} = -1.77 + 1.57792 \times \text{ГТК} (R^2 = 0.872; \text{станд. ошибка } 0.13).$$

Точки на графике соответствуют обследованным областям. Отклонения фактической встречаемости от расчетной линии регрессии, как правило, не превышают 0.1–0.2. Наиболее отстоящая от линии регрессии точка относится к г. Смоленску (встречаемость 0.47 при ГТК 1.63), что связано, по-видимому, с эффективными мероприятиями по борьбе с этим видом в самой области и граничащей с ней Беларуси.

Выявленные закономерности использованы нами при построении карты потенциальной встречаемости борщевика Сосновского на части европейской территории РФ (рис. 2). Отметим, что вторичный анклав вида возник недавно, и его распространение в пределах потенциально пригодной территории еще продолжается.

В отдельных публикациях представлены региональные карты распространения инвазивных видов борщевиков (Масловский, 2010; Ламан и др., 2009; Далькэ, 2011; Карта распространения..., 2014; Богданов, 2010). Предлагаемая нами прогностическая карта не только описывает распространение этого вида на обширной территории, но также количественно характеризует его встречаемость. В связи с этим она может быть использована для количественной характеристики риска инвазий вида на новые для него территории и дифференцированной оценки затратности мероприятий по борьбе с инвазиями на отдельных территориях.

Работа выполнена при поддержке грантов СПбГУ (№ 0.37.526.2013) и РФФИ (№ 15-04-01226).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Афонин А.Н., Ли Ю.С., Липтийнен К.Л., Цепелев В.Ю.* Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) за вегетационный период (карта) // Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения / Под. ред. Афонина А.Н., Грина С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролова А.Н. 2008. // Url://http://www.agroatlas.ru/ru/content/climatic_maps/GTK/GTK/
- Богданов В.Л., Николаев Р.В., Шмелева И.В.* Биологическое загрязнение территории экологически опасным растением борщевиком Сосновского // Фундаментальные медико-биологические науки и практичес-

ское здравоохранение: Сб. науч. тр. 1-й межд. телеконференции. Томск: СибГМУ, 2010. С. 27–29.

Далькэ И.В. К вопросу о картировании мест произрастания борщевика Сосновского. 2011 //Url://<http://pro-borschhevik.ru/>

Карта распространения гигантского борщевика (*Hercleum mantegazzianum*). Department of environmental conservation. New York, 2016 //Url: //<http://www.dec.ny.gov/animals/41952.html>

Ламан Н.А., Прохоров В.Н., Масловский О.М. Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси. Минск: Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, 2009. 40 с.

Манденова И.П. Фрагменты монографии кавказских борщевиков // Заметки по систематике и географии растений. 1944. Вып. 12. С. 15–19.

Масловский О.М. Борщевик на карте Беларуси (карта). Дикая природа Беларуси. Минск, 2010 // Url://<http://www.wildlife.by/node/2812>

Eastman J.R. Idrisi32: Idrisi for Workstations, Release 2. Worcester, MA: Clark University, 2001.

Greene S.L., Hart T.C., Afonin A. Using geographic information to acquire wild crop germplasm for ex situ collections: map development and field use // Crop Science. 1999. V. 39. P. 836–842.

Kartashev V., Afonin A., Javier González-Miguel et al. Regional Warming and Emerging Vector-Borne Zoonotic Dirofilariosis in the Russian Federation, Ukraine, and Other Post-Soviet States from 1981 to 2011 and Projection by 2030 // BioMed Research International Volume, 2014. 11 pages.

StatSoft, Inc. (2001). STATISTICA (data analysis software system), version 6 //Url://www.statsoft.com