

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОПУЛЯЦИИ И ОТДЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

УДК 504.054; 504.064

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ В РАЙОНЕ ОУХО (ПОЧЕПСКИЙ РАЙОН БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ) ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ

*В. П. Иванов, С. И. Марченко, И. Н. Глазун, Д. И. Нартов,
Н. В. Акименков, С. А. Бачегов*

(Брянская государственная инженерно-технологическая академия, РЦ
ГЭКиМ по Брянской области)

Изучалось экологическое состояние агроценозов в районе строящегося объекта уничтожения химического оружия в Почепском районе Брянской области. Выявлена корреляция показателя стабильности развития березы повислой и содержания меди почвенных образцах.

ECOLOGICAL CONDITION THE AGRARIAN GROUNDS IN AREA OUHO (AREA POCHEP OF BRYANSK REGION) ON PARAMETERS STABILITY OF DEVELOPMENT OF A BIRCH

*V. P. Ivanov, S. I. Marchenko, I. N. Glazun, D. I. Nartov,
N. V. Akimenkov, S. A. Bachegov*

The ecological condition the agrarian grounds in area of a under construction object of destruction of the chemical weapon in area Pochep of Bryansk region was studied. Correlation of a parameter of stability of development of a birch and maintenances of copper in soil samples is revealed.

Значительную часть санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) в Почепском районе Брянской области составляют земли, вышедшие из-под сельскохозяйственного использования. Почвы - разной степени освоенности и окультуренности, дерново-подзолистые, серые лесные, нередко смытые. Почвообразующие породы - покровные супеси, переотложенные лессовидные суглинки, часто с гнездами и прослойками красно-бурой морены. Значительно реже под покровными супесями встречаются древнеаллювиальные пески, моренные суглинки. Встречается эловый опоки. Пахотный горизонт, как правило,

значительно обеднен органическим веществом (серая, светло-серая окраска), сильно уплотнен, характеризуется неблагоприятными физическими свойствами.

В фитоценозах довольно много сорных и рудеральных видов травянистых растений. Брошенные поля постепенно зарастают древесно-кустарниковой растительностью. Одной из пород-пионеров является береза повислая, билатерально-симметричные листья которой являются доступным и качественным индикатором состояния окружающей природой среды (Иванов и др., 2007).

С целью оценки экологического состояния агроэкосистем в пунктах наблюдательной сети Государственного экологического контроля состояния окружающей природной среды в районе строящегося ОУХО отобрано 11 участков с естественным возобновлением березы повислой. На каждом участке отбирали не менее 100 листьев (по 10 шт. с 10 деревьев), (Захаров и др., 2000). Для увеличения точности опыта количество отбираемых с каждого дерева листьев увеличивали на 20-80%. Определение величины флуктуирующей асимметрии (ФА) листовых пластинок осуществляли по оригинальному алгоритму, разработанному С. И. Марченко (2008).

Из пахотного горизонта почвы отбирали почвенные образцы для определения содержания металлов в почве, которое осуществлялось в аналитической лаборатории РЦ ГЭКиМ по Брянской области на рентгеновском флуоресцентном спектрометре Спектроскан-МАКС-G.

Оценку степени нарушения стабильности развития в соответствии с рекомендациями (Захаров и др., 2000) выполняли по пятибалльной шкале (I балл — условная норма). Значения интегрального показателя асимметрии (величина среднего относительного различия на признак), соответствующие I баллу, наблюдаются, обычно, в выборках растений из благоприятных условий произрастания; V балл — критическое значение, отмечается в неблагоприятных условиях, когда растения находятся в сильно угнетенном состоянии. Значения показателя асимметрии, соответствующие III и IV баллам наблюдаются в загрязненных местах.

С целью интерпретации результатов исследований принимаем состояние экосистем, характеризующееся значениями I балла оценочной шкалы (величина показателя стабильности развития $<0,040$) как отличное; II — хорошее (0,040-0,044); III — удовлетворительное (0,045-0,049); IV — предкризисное (0,050-0,054) и V — кризисное ($>0,054$).

Исследования показали, что агроэкосистемы (табл. 1) характеризуются сходным, преимущественно удовлетворительным состоянием. Величина показателя стабильности развития березы повислой варьирует в пределах 0,0435-0,0503.

Сделана попытка, используя регрессионный анализ, проследить за возможным влиянием на величину флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой содержания общего фосфора и некоторых металлов в почве (табл. 2). Расчеты выполнены средствами электронной таблицы Microsoft Excel (Макарова, Трофимец, 2002).

Установлена весьма высокая тесная связь (по Чедлоку) между величиной показателя стабильности развития березы повислой в агроценозах вблизи ОУХО и содержанием в почвах общего фосфора, мышьяка, стронция, цинка, меди, никеля, железа и марганца (в мг/кг). Показатель множественного коэффициента корреляции близок к единице ($r=0,99$); коэффициент детерминации $R^2=0,98$. Это свидетельствует, что более 98% общей вариации резуль- тативного признака (величины показателя стабильности развития березы повислой) объясняется варьированием факторных признаков (содержание в почвах указанных химических элементов). Можно предположить, что анализируемые факторы (содержание металлов в почве) существенно влияют на величину показателя стабильности развития березы повислой.

Таблица 1

Основные статистические показатели флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой

№ пункта	Кол-во листьев, шт.	$(T_x \pm T_{cr})$	$M_x \pm T_{Mx}$	$C_x, \%$	$P_x, \%$	Состояние экосистем
33	158	0,0255±0,0014	0,0475±0,0020	53,67	4,27	удовл.
37	138	0,0234±0,0014	0,0457±0,0020	51,22	4,36	удовл.
74	124	0,0221±0,0014	0,0465±0,0020	47,45	4,26	удовл.
84	160	0,0224±0,0012	0,0435±0,0018	51,44	4,07	хорошее
86	160	0,0237±0,0013	0,0501±0,0019	47,40	3,75	предкриз.
102	160	0,0240±0,0013	0,0459±0,0019	52,33	4,14	удовл.
103	160	0,0253±0,0014	0,0465±0,0020	54,32	4,29	удовл.
108	130	0,0227±0,0014	0,0496±0,0020	45,75	4,01	удовл.
112	160	0,0220±0,0012	0,0494±0,0017	44,59	3,52	удовл.
115	160	0,0234±0,0013	0,0458±0,0018	51,08	4,04	удовл.
120	181	0,0233±0,0012	0,0503±0,0017	46,19	3,43	предкриз.

Где $\langle T_x \pm T_{cr} \rangle$ — основное (стандартное) отклонение с основной ошибкой; $M_x \pm T_{Mx}$ — среднесадриметрическая величина с основной ошибкой; C_x — коэффициент изменчивости; P_x — точность опыта.

Таблица 2

Регрессионный анализ влияния на величину флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой содержания элементов в почве

Регрессионная статистика						
Множественный R	0,994371					
R-квадрат	0,988774					
Нормированный R-квадрат	0,943869					
Стандартная ошибка	0,000504					
Наблюдения	11					
Дисперсионный анализ						
	df	SS	MS	F	Значимость F	
Регрессия	8	4,47E-05	5,59E-06	22,0192	0,044155	
Остаток	2	5,07E-07	2,54E-07			
Итого	10	4,52E-05				
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижние 95%	Верхние 95%
У-пересечение	0,063333	0,005989	10,57517	0,008824	0,037565	0,089101
Общий фосфор	-0,00052	6,76E-05	-7,62456	0,01677	-0,00081	-0,00022
Мышьяк	0,000261	0,00022	1,185018	0,357737	-0,00069	0,001207
Стронций	-1,9E-06	4,16E-05	-0,04666	0,967026	-0,00018	0,000177
Цинк	0,00047	6,99E-05	6,715636	0,021462	0,000169	0,000771
Мель	-1,2E-05	0,000137	-0,08503	0,939981	-0,0006	0,000576
Никель	-0,00142	0,000239	-5,969	0,026938	-0,00245	-0,0004
Железо	-1,8E-07	1,83E-07	-0,98742	0,427521	-9,7E-07	6,07E-07
Марганец	5E-06	1,62E-06	3,08297	0,091068	-2E-06	1,2E-05

Рассчитанный уровень значимости $F=0,044 < 0,05$ подтверждает значимость полученного коэффициента детерминации.

Альтернативным подходом к проверке чкгпмипи коэффициента детерминации является попадание! расчетной! критерии Фишера (F) в критическую область ($F_{p, nr} < F_{crit}$). В данном пдчис ленам граница правостороннего критического значения F_{j, α, n_1, n_2} для 95%-го уровня значимости. Так как $F=22,02$ попадает и критический интервал (19,37; +∞), то нулевая гипотеза ($H_0: R^2=0$) от иергается, то есть коэффициент детерминации R^2 признается значимым при $\alpha = 0,05$.

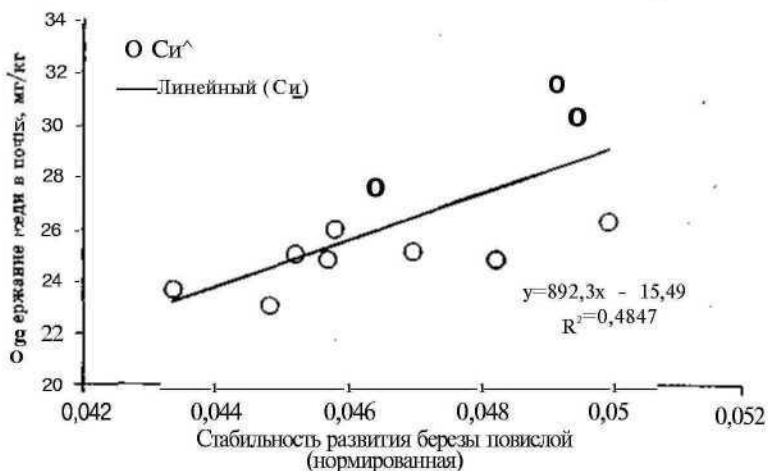
Следующим этапом является проверка значимости коэффициентов регрессии. В полученной модели почти все абсолютные значения коэффициентов (включая свободный член) больше их стандартных ошибок (исключение составляют коэффициенты для стронция, меди и железа). Полученное уравнение регрессии имеет вид

$$FA = 0,063333 - 0,00052 \cdot P + 0,000261 \cdot As - 0,000019 \cdot Sr + 0,00047 \cdot Zn - 0,000012 \cdot Si - 0,00142 \cdot Ni - 0,00000018 \cdot Fe + 0,000005 \cdot Mn,$$

где FA — показатель стабильности развития березы повислой (рассчитан по величине флуктуирующей асимметрии листьев);

P, As, Sr, Zn, Si, Ni, Fe и Mn, соответственно, содержание указанных элементов в мг/кг почвы.

Наиболее тесно с нормированной (приведенной к июлю) величиной стабильности развития березы повислой коррелирует содержание меди в почве (рис.).



Корреляция показателя стабильности развития березы повислой и содержания меди в почвенных образцах

Теснота связи может характеризоваться как заметная (по Чеддоку): $r=0,696 \pm 0,239$; $t_r=2,91$. Количество пунктов наблюдений оказалось достаточно для обоснования достоверности выводов — величина преобразованного коэффициента корреляции $z=0,860$ оказалась значимой $t_z=2,43$ — больше критического значения для 95%-го уровня значимости $t_{0,5\%}=2,26$.

Результаты исследования характеризуют фоновое состояние экосистем — до начала строительства объекта УХО, и будут использоваться в качестве эталона для сравнения с данными, которые будут получены при его эксплуатации и после уничтожения ХО.

Литература

1. Здоровье среды: методика оценки [текст] / В. М. Захаров, А. С. Баранов, В. И. Борисов, А. В. Валецкий, Н. Г. Кряжева, Е. К. Чистякова, А. Т. Чубинишвили.— М.: Центр экологической политики России, 2000.— 68 с.
2. Использование интегрированного показателя стабильности развития березы повислой в мониторинговых исследованиях [текст] / В. П. Иванов, С. И. Марченко, И. Н. Глазун, Д. И. Нартов, Н. В. Акименков // Мониторинг природных экосистем в зонах защитных мероприятий объектов по уничтожению химического оружия.— Пенза, 2007.— С. 47-53.
3. Макарова Н. В. Статистика в Excel: Учеб. пособие [текст] / Н. В. Макарова, В. Я. Трофимец.— М.: Финансы и статистика, 2002.— 368 с.
4. Марченко С. И. Техника выполнения измерительных работ с использованием компьютера: учеб. пособие [текст] / С. И. Марченко.— Брянск: БГИТА, 2008.— 20 с.