

БИОИНДИКАЦИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Л.В. Пестова, О.В. Рязанцева

*Изучено влияние городской среды на фитоценозы. В качестве объекта исследований были использованы популяции *Taraxacum officinale* Wigg., произрастающие вблизи автомагистралей с интенсивной нагрузкой, а также в местах, где отсутствует автотранспортное загрязнение либо оно минимально: это парки и загородные территории. Установлено влияние автотранспорта на качественные и количественные характеристики семян. Показана возможность использования одуванчика в качестве объекта экологического мониторинга.*

В настоящее время для оценки состояния окружающей среды широко применяются биоиндикационные методы. Использование растений в качестве биоиндикаторов обусловлено их доступностью и достаточно высокой чувствительностью. За последнее время появилось достаточно много работ, в которых одуванчик является объектом биоиндикации загрязненных, в том числе и урбанизированных, территорий [1-5]. Так например, Н.С. Стволинская изучала жизнеспособность семян *Taraxacum officinale* Wigg. в популяциях города Москвы в связи с автотранспортным загрязнением [1]. В.И. Никольский также исследовал одуванчик и выявил варьирование длины семян в зависимости от условий произрастания [2]. География одуванчика как объекта экологического мониторинга постепенно расширяется: Москва [1], Красноярск [2], Нижний Новгород [3], Сыктывкар [4], Екатеринбург [5]. Фактически *T. officinale* становится достаточно популярным объектом биоиндикации территорий.

Целью настоящей работы было изучение степени влияния городской среды на фитоценозы. В качестве объекта исследований были использованы популяции *Taraxacum officinale* Wigg., как произрастающие вблизи автомагистралей с интенсивной нагрузкой, так и удаленные на 8-10 м и 15-25 м, а также из мест, где отсутствует автотранспортное загрязнение либо оно минимально (городские парки и загородные территории). Каждую популяцию изучали по двум признакам: жизнеспособность и длина семян. Кроме того было проведено флористическое обследование селитебной зоны города Барнаула.

БИОИНДИКАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2001-2002 гг. сбор семян проводили на обочинах улиц (не более 3 м от дороги), где интенсивность движения автомобилей значительная: трамвайное кольцо на Старом база-

ре, Павловский тракт, пр-т Ленина, пр-т Космонавтов, ул. Малахова, ул. Папанинцев, ул. Попова, ул. Советской Армии, ул. Юрина, Гоньбинский тракт; в местах, удаленных от автомобильного воздействия (8-10 м) – пл. Советов, Гоньбинский тракт, ул. Балтийская, пл. Победы, ул. Солнечная Поляна, ул. Юрина, пр. Космонавтов; на удалении 15-25 м – ул. Юрина, пр. Космонавтов, ул. Советской Армии, Гоньбинский тракт; на территориях, где влияние автотранспорта минимально либо отсутствует – сквер на пл. Октября, парки Юбилейный, Нагорный, Центрального района, Индустриального района, Меланжевого комбината, Целинников.

В 2003 г. семена одуванчика собраны на удалении от проезжей части не более 1 м на 24 улицах г. Барнаула, а также вдоль дорог 6 улиц и 1-3 микрорайонов г. Заринска. В качестве контроля были взяты популяции, находящиеся на территории участков садоводств г. Барнаула («Обь-3» – окрестности Научного городка) и г. Заринска. Антропогенное влияние на контрольные популяции в течение последних 5 лет, по наблюдению авторов, было минимальным, что выражалось в незначительном механическом воздействии.

Семена одуванчика собирали в конце мая 2001-2003 гг. и хранили в бумажных пакетах при комнатной температуре. Их проращивание проводили в июле-августе каждого года. Семена раскладывали по 100 шт. в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной водопроводной водой, при температуре 22-25°C. Оценку каждой популяции проводили в трех повторностях. Согласно методике, на 6-е сутки от начала проведения опыта определяли энергию прорастания, а на 12-е – всхожесть семян [1]. Длину семян измеряли с помощью микроскопа МБС-10. Было выполнено по 30 измерений для каждого из вариантов, включая контроль. Для данных по признаку длины семян был проведен статистический анализ с использованием критерия Стьюдента. Рассчитывали коэффициент кор-

реляции для признаков энергии прорастания и всхожести семян, а также для признаков всхожести и длины семян [6].

Сообщества, расположенные около дорог, значительно отличаются от фитоценозов, удаленных от них. По обочинам дорог травянистые растения не образуют сплошного покрова, растут островками или одиночно. В большинстве случаев доминируют одуванчик, злаки и полыни, встречаются представители семейства маревых. По мере удаления от дорог количество и видовое разнообразие растений на единице площади увеличивается, достигая максимума в парках.

Воздействие автотранспортного загрязнения сказывается, прежде всего, на жизнеспособности семян одуванчика лекарственного. На 6-е сутки прорастает не менее 50% семян, полученных от растений из экологически чистых мест. Нормально проросшими считали семена, у которых зародышевый корешок составляет не менее 3 мм.

В результате эксперимента было установлено, что наиболее высокий уровень энергии прорастания и всхожести семян характерен для растений из популяций, не испытывающих на себе влияния автотранспортного загрязнения либо значительно удаленных от автомобильных магистралей. Энергия прорастания варьирует от 69,3 до 79,7% (2001) и от 42,0 до 69,0 (2002), а всхожесть достигает 90% и более (рис. 1, табл. 1).

Низкие уровни энергии прорастания и всхожести семян одуванчика установлены для популяций, произрастающих вблизи дорог с интенсивным автомобильным движением. Энергия прорастания в 2001 г. не превышала 49%, в 2002 – отмечена в пределах от 11,0 до 29,0%, а всхожесть составила от 36,3 до 56,7% (2001) и от 20,5 до 45,0% (2002). Значения признаков для контрольных популяций составили соответственно 79,7 и 91,0% в 2001 г. и 68,0 и 90,5% – в 2002 г.

В 2003 г. энергия прорастания варьировала в пределах от 16,4 до 48,8% (Барнаул) и от 22,0 до 70,8% (Заринск), а всхожесть – 42,0-84,8% (Барнаул) и 43,2-88,0% (Заринск). Такой размах изменчивости может быть обусловлен различной интенсивностью воздействия изучаемого фактора. Для контрольных вариантов значения признаков установлены на уровне 74,8 и 94,8% (Барнаул), а также 78,0 и 95,2% (Заринск), соответственно (табл. 2-3).

Диаграммы с иллюстрацией энергии прорастания и всхожести семян одуванчика позволяют судить о значительной корреляции

признаков между собой (рис. 1). Для этих признаков был рассчитан коэффициент корреляции, который имел довольно высокий уровень – 0,94.

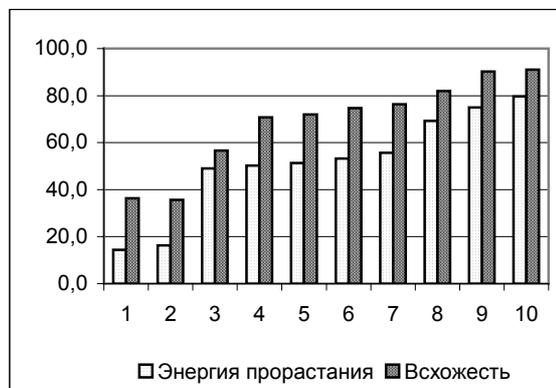


Рис. 1. Энергия прорастания и всхожесть семян одуванчика (2001 г.), %:

1 – Старый базар; 2 – Гоньбинский тракт; 3 – Павловский тракт; 4 – пл. Победы; 5 – пр. Космонавтов; 6 – ул. Юрина; 7 – пл. Советов; 8 – ул. Солнечная поляна; 9 – парк Целинников; 10 – контроль

Изучение популяций одуванчика проводили также методом трансект. Это позволило судить о влиянии автомобильного загрязнения на прилегающие к дорогам территории (рис. 2). На рисунке 2 показана зависимость всхожести семян одуванчика при удалении от автомобильных магистралей. Особенно ярко это проявляется на Гоньбинском тракте и проспекте Космонавтов.

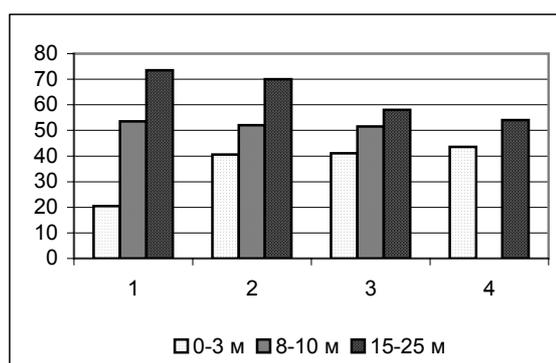


Рис. 2. Всхожесть семян одуванчика на различном удалении от дороги (2002 г.), %:

1 – Гоньбинский тракт; 2 – пр-т Космонавтов; 3 – ул. Юрина; 4 – ул. Советской Армии

В результате изучения длины семян у одуванчика установлено варьирование данного признака. Минимальное значение

Таблица 1

Жизнеспособность и длина семян *Taraxacum officinale* Wigg., г. Барнаул, 2002 г.

№	Места сбора семян	Удаленность от дороги, м	Жизнеспособность, %		Длина семян, мм	
			энергия прорастания	всхожесть	пределы варьирования	M±m
1	Гоньбинский тракт	0-3	11,0	20,5	2,80÷3,80	3,24±0,04***
2	Ул. Малахова	0-3	14,5	35,0	2,75÷4,15	3,31±0,05***
3	Пр. Космонавтов	0-3	16,0	40,5	2,10÷3,60	2,98±0,07***
4	Ул. Попова	0-3	16,5	36,0	2,70÷3,65	3,19±0,04***
5	Пр. Ленина	0-3	19,0	41,0	2,35÷3,30	2,96±0,05***
6	Ул. Юрина	0-3	20,5	41,0	2,75÷3,75	3,27±0,05***
7	Ул. Советск.Армии	0-3	22,0	43,5	2,35÷3,50	2,90±0,05***
8	Ул. Папанинцев	0-3	24,5	45,0	3,00÷3,95	3,58±0,04***
9	Ул. Юрина	8-10	21,0	51,5	2,85÷3,75	3,32±0,05***
10	Пр. Космонавтов	8-10	25,0	52,0	3,00÷3,80	3,41±0,04***
11	Пл. Победы	8-10	26,5	49,0	2,85÷4,00	3,40±0,05***
12	Гоньбинский тракт	8-10	31,0	53,5	2,60÷3,85	3,12±0,05***
13	Ул. Балтийская	8-10	41,0	64,0	3,15÷4,05	3,59±0,04***
14	Ул. Солнечн. Поляна	8-10	43,5	76,0	3,00÷4,00	3,52±0,05***
15	Ул. Юрина	15-25	22,5	58,0	2,50÷4,25	3,34±0,06***
16	Ул. Советск.Армии	15-25	38,0	54,0	3,10÷4,00	3,44±0,04***
17	Пр. Космонавтов	15-25	37,0	70,0	3,00÷4,15	3,49±0,06***
18	Гоньбинский тракт	15-25	40,0	73,5	2,75÷3,90	3,38±0,05***
19	сквер на пл.Октября		41,0	62,0	3,40÷4,00	3,65±0,03***
20	парк Юбилейный		42,0	68,0	3,35÷4,10	3,62±0,04***
21	парк Нагорный		43,5	71,5	3,10÷4,25	3,61±0,05***
22	парк Центр. р-на		43,5	74,0	3,00÷3,95	3,55±0,05***
23	парк Меланж.к-та		44,0	69,5	3,50÷4,00	3,74±0,03
24	парк Индустр.р-на		45,5	72,0	3,25÷4,05	3,67±0,04
25	парк Целинников		47,5	75,5	3,30÷4,00	3,60±0,03***
26	остров на р. Обь	контроль	69,0	94,0	3,10÷4,05	3,65±0,05
27	дачные участки	контроль	68,0	90,5	3,60÷4,25	3,83±0,03

*** – достоверно отличается от контроля при 0,001 уровне значимости

в 2001 г. отмечено на уровне от 2,15 до 3,5 мм, а максимальное – от 3,35 до 4,10 мм. Варьирование признака в контроле отмечено в пределах: от 3,40 до 4,10 мм. В 2002 г. минимальная длина семянки колебалась от 2,10 до 3,50 мм, а максимальная – от 3,30 до 4,25 мм. Диапазон признака в контроле составил от 3,60 до 4,25 мм (табл. 1). В 2003 г. варьирование длины семян отмечено в пределах от 2,25-3,45 до 2,70-3,80 мм (табл. 2,3), для контрольных точек – 3,80-4,10 (Барнаул) и 3,75-4,10 мм (Заринск).

Были посчитаны средние значения длины семянки для всех вариантов (M). В 2001 г. наименьшее было в точке сбора, расположенной на Гоньбинском тракте (2,94 мм), а наибольшие – в парке Целинников и в контрольной точке: 3,75 и 3,82 мм, соответственно. В 2002 г. средние значения признака

варьировали от 2,90 до 3,88 мм, а для контрольной точки средняя составила 3,83 мм. В 2003 г. средние значения длины семян изменялись в пределах от 2,50 до 3,65 мм (Барнаул) и от 2,95 до 3,65 мм (Заринск), при этом значения контроля составили 3,94 (Барнаул) и 3,91 мм (Заринск).

Средние значения длины и всхожести семян каждой популяции были проанализированы с использованием критерия Стьюдента. Популяции, произрастающие в непосредственной близости от автомобильных дорог, а также удаленные от интенсивного автотранспортного воздействия достоверно отличаются от контроля при 0,001 уровне значимости. Низкие значения t-критерия имеют популяции, не испытывающие влияние автотранспорта, а следовательно, значения признака близки к контролю.

Таблица 2
Жизнеспособность и длина семян *Taraxacum officinale* Wigg., г. Барнаул, 2003 г.

№	Место сбора семян	Жизнеспособность, %		Длина семян, мм	
		энергия прорастания	всхожесть (M±m)	пределы варьирования	M±m
1	пр. Ленина	16,4	42,0±1,67***	2,40÷2,90	2,68±0,03***
2	ул. Молодежная	18,0	44,0±0,89***	2,50÷3,00	2,86±0,03***
3	ул. А. Петрова	19,6	44,0±1,41***	2,25÷2,70	2,50±0,02***
4	ул. Малахова	20,4	44,8±1,50***	2,55÷3,00	2,79±0,02***
5	пр. Комсомольский	20,8	44,4±1,17***	2,85÷3,30	3,16±0,03***
6	Павловский тракт	21,0	40,4±0,75***	2,40÷3,00	2,61±0,02***
7	ул. Матросова	22,0	46,4±0,75***	2,65÷3,00	2,87±0,02***
8	Гоньбинский тракт	22,0	44,4±1,47***	2,45÷2,85	2,73±0,02***
9	ул. Кулагина	22,4	46,0±1,10***	2,35÷2,80	2,58±0,03***
10	пр. Строителей	24,8	45,2±1,02***	2,55÷2,90	2,71±0,02***
11	ул. Островского	24,8	48,0±1,41***	3,15÷3,50	3,30±0,02***
12	ул. Попова	25,0	43,6±1,72***	2,30÷2,70	2,52±0,02***
13	пр. Космонавтов	26,0	47,2±1,02***	2,75÷3,15	2,97±0,02***
14	ул. Солнечная Поляна	32,0	62,8±1,02***	2,90÷3,25	3,12±0,02***
15	ул. Юрина	33,0	62,0±0,63***	2,85÷3,20	3,05±0,02***
16	ул. Балтийская	34,0	64,0±1,67***	3,00÷3,30	3,15±0,02***
17	ул. Титова	35,0	65,2±1,02***	3,00÷3,40	3,20±0,02***
18	ул. Пушкина	36,4	62,8±1,50***	3,00÷3,45	3,33±0,02***
19	ул. Тимуровская	38,0	69,6±1,72***	3,30÷3,70	3,53±0,02***
20	ул. Папанинцев	41,2	83,6±1,17**	3,35÷3,75	3,53±0,02***
21	ул. Исакова	44,4	84,8±1,85**	3,45÷3,75	3,64±0,02***
22	ул. 42-ой бригады	44,8	82,4±1,72**	3,25÷3,65	3,44±0,03***
23	ул. Брянская	46,8	85,6±1,60**	3,35÷3,80	3,59±0,02***
24	ул. Червоная	48,8	84,8±1,62**	3,35÷3,80	3,65±0,03***
25	Контроль	74,8	94,8±1,36	3,80÷4,10	3,94±0,02

** – достоверно отличается от контроля при 0,01 уровне значимости; *** – при 0,001

Таблица 3
Жизнеспособность и длина семян *Taraxacum officinale* Wigg., г. Заринск, 2003 г.

№	Место сбора семян	Жизнеспособность, %		Длина семян, мм	
		энергия прорастания	всхожесть (M±m)	пределы варьирования	M±m
1	ул. 25-го Партсъезда	22,0	43,2±1,50***	2,90÷3,15	3,05±0,02***
2	ул. Молодежная	2,2	46,4±1,17***	2,80÷3,10	2,95±0,02***
3	ул. Metallургов	39,6	76,8±1,50***	2,75÷3,15	3,00±0,02***
4	пр. Строителей	44,8	68,0±1,41***	2,75÷3,15	3,01±0,02***
5	1-й микрорайон	45,6	83,6±1,17***	3,40÷3,75	3,59±0,***
6	Ул. Таратынова	47,6	83,2±1,20***	2,75÷3,25	3,03±0,02***
7	2-й микрорайон	47,6	80,6±3,63***	3,45÷3,80	3,65±0,02***
8	Ул. Союза Республик	50,8	82,8±1,50***	3,05÷3,45	3,26±0,02***
9	3-й микрорайон	70,8	88,0±1,79*	3,30÷3,65	3,49±0,02***
10	Контроль	78,0	95,2±1,02	3,75÷4,10	3,91±0,02

* – достоверно отличается от контроля при 0,05 уровне значимости; *** – при 0,001

Для признаков всхожести и длины семян был рассчитан коэффициент корреляции. Его значение составило 0,91 для популяций г. Барнаула и 0,88 – для Заринска. Между анализируемыми признаками выявлена линейная зависимость, представленная на рис. 3. Это демонстрирует равноценность признаков, используемых в биоиндикационных целях.

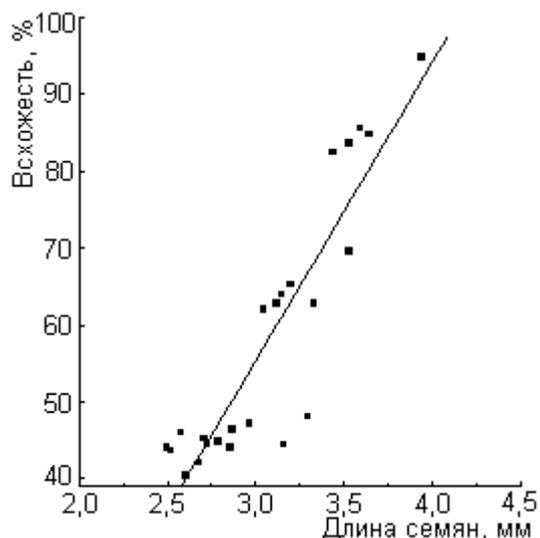


Рис. 3. Взаимосвязь биоиндикационных признаков *Taraxacum officinale* Wigg., Барнаул, 2003 г.

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Было изучено также флористическое разнообразие селитебной зоны города Барнаула (табл. 4). С этой целью в 2002 г. были обследованы следующие улицы: Анатолия (от пр. Красноармейского до ул. Челюскинцев), Исакова (1 участок – от ул. 2-ой Северо-Западной до ул. 42-ой бригады; 2 участок – от ул. 42-ой бригады до ул. Малахова), пр-т Космонавтов (от ул. Малахова до ул. Попова), пр-т Красноармейский (от ул. Папанинцев до ул. Анатолия), Малахова (1 участок – от ул. Петрова до ул. С.-Батора, четная сторона; 2 участок – от ул. Петрова до ул. С.-Батора, нечетная сторона), Матросова (от ул. Исакова до ул. Советской Армии), Никитина (от ул. Горького до ул. Промышленной), Павловский тракт (от ул. Советской Армии до Зеркальной фабрики), Папанинцев (от ул. Челюскинцев до пр. Красноармейского), Партизанская (от пр. Социалистического до пр. Ленина), Петрова (1 участок – от ул. 2-ой Северо-Западной до ул. 42-ой бригады; 2 участок – от ул. Островского до ул. Попова), Попова (от ул. Энтузиастов до ул. Петрова), Промыш-

ленная (от ул. Никитина до ул. Пушкина), Солнечная Поляна (от ул. Юрина до ул. Исакова), пр-т Социалистический (от ул. Чкалова до ул. Партизанской), Сухэ-Батора (от ул. Малахова до ул. Георгиева), Толстого (от пр. Комсомольского до пр. Ленина).

В пределах городской территории выявлено 109 видов из 25 семейств [7-10]. Среди часто встречаемых видов следует отметить следующие: *Convolvulus arvensis* L., *Atriplex tatarica* L., *Polygonum aviculare* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Bromopsis inermis* (Leysser) Holub. Наиболее представлены такие семейства, как Asteraceae (22 вида), Poaceae (13 видов), Fabaceae (11 видов), Brassicaceae (10 видов), Lamiaceae (7 видов). Максимальное флористическое богатство установлено на ул. Папанинцев – 58, Матросова – 54, Исакова – 53, Малахова – 51 видов. Наименьшее видовое разнообразие наблюдается по ул. Партизанской – 21, Петрова – 22, Промышленной – 24, пр-ту Социалистическому – 27 видов.

На ул. Промышленной, вдоль железнодорожных путей (район элеватора), обнаружен нетипичный для флоры региона вид – *Syclaena xanthiifolia* (Nutt.) Fres. Впервые он был выявлен в Алтайском крае в с. Михайловка Михайловского района в 1994 г. В настоящее время он активно распространяется по территории края [11].

На ул. Папанинцев отмечено произрастание еще одного заносного вида из рода *Tradescantia*, внешне схожего с *Tradescantia virginiana*. Часть растений была перенесена на дачный участок. После цветения были собраны хорошо выполненные и всхожие семена. Вид успешно зимует, размножается семенами.

Сделано предположение о наличии взаимосвязи между флористическим разнообразием линейных элементов ландшафта города и уровнем автомобильного загрязнения, который оценивался в результате биоиндикационных исследований. Однако коэффициенты корреляции, рассчитанные для следующих пар признаков: количество видов на обследованном участке (с одной стороны) и морфологические либо физиологические характеристики биоиндикатора (с другой стороны), были не высоки. Они составили 0,65 (флористические показатели – всхожесть семян) и 0,63 (встречаемость видов – длина семян).

Несомненно, флористическое разнообразие обусловлено целым рядом факторов, и определённый вклад в настоящее время вносит антропогенное воздействие, которое

является довольно серьезной причиной для урбанизированных территориях и определяет снижения количества ботанических видов на

Таблица 4

Список видов синантропной флоры г. Барнаула, 2002 г.

Виды растений	Улицы города																				Частота встречаемости вида
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<i>Chelidonium majus</i> L.	+		+									+				+			+		5
<i>Oberna behen</i> (L.) Ikonn.										+					+		+		+		4
<i>Stellaria graminea</i> L.					+									+			+	+	+		5
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.							+	+	+			+	+	+	+						8
<i>Amarantus blitoides</i> S. Wats.																			+		1
<i>Amarantus retroflexus</i> L.	+			+			+	+	+		+		+		+	+	+		+	+	12
<i>Atriplex tatarica</i> L.	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	19
<i>Chenopodium album</i> L.	+		+	+		+	+	+	+			+	+	+	+		+	+	+	+	16
<i>Chenopodium hybridum</i> L.																+					1
<i>Chenopodium glaucum</i> L.																				+	1
<i>Kochia densiflora</i> (Moq.) Aellen	+		+	+	+		+		+	+	+	+				+	+		+	+	13
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.								+			+							+			3
<i>Polygonum aviculare</i> L.	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	19
<i>Rumex confertus</i> Willd.																				+	2
<i>Rumex crispus</i> L.					+	+				+			+						+		5
<i>Hypericum perforatum</i> L.																				+	1
<i>Armoracia rusticana</i> Gaertn.																				+	1
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	17
<i>Brassica campestris</i> L.														+			+	+		+	4
<i>Bunias orientalis</i> L.																				+	1
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.							+				+	+	+		+	+		+	+		8
<i>Lepidium affine</i> Ledeb.												+						+			2
<i>Lepidium ruderales</i> L.	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+	16
<i>Sisymbrium loeselii</i> L.			+				+		+	+	+			+	+	+			+	+	10
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.					+		+					+				+		+	+		6
<i>Thlaspi arvense</i> L.								+		+		+									3
<i>Malva pusilla</i> Smith.	+			+	+			+	+		+	+				+				+	10
<i>Cannabis sativa</i> L.			+					+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	12
<i>Humulus lupulus</i> L.												+									1
<i>Urtica cannabina</i> L.			+				+		+			+				+				+	6
<i>Urtica dioica</i> L.									+				+								2
<i>Urtica urens</i> L.													+								1
<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. et Kit.		+		+		+				+		+	+			+	+	+		+	10
<i>Fragaria viridis</i> Duch.																			+		1
<i>Geum aleppicum</i> Jacq.														+	+						2
<i>Potentilla argentea</i> L.		+		+								+	+	+			+	+			7
<i>Potentilla paradoxa</i> Nutt. et Torr. et C.							+												+	+	3
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.										+								+	+		3
<i>Medicago falcata</i> L.		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17
<i>Medicago lupulina</i> L.														+			+		+		3
<i>Medicago sativa</i> L.																				+	1
<i>Melilotus albus</i> Medik.		+		+		+			+	+		+	+		+		+	+	+	+	12
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.		+		+				+		+	+	+	+	+	+		+	+	+		12
<i>Onobrychis arenaria</i> (Kit.) DC.										+											1
<i>Oxytropis campanulata</i> Vass.																		+			1
<i>Trifolium arvense</i> L.		+	+		+				+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	14
<i>Trifolium pratense</i> L.	+	+		+				+			+			+	+		+	+	+	+	11
<i>Vicia cracca</i> L.																				+	2
<i>Geranium sibiricum</i> L.				+			+	+			+		+		+				+	+	9
<i>Anethum graveolens</i> L.																				+	1

БИОИНДИКАЦИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<i>Carum carvi</i> L.										+				+	+			+			4
<i>Eryngium planum</i> L.																		+		+	2
<i>Pastinaca sylvestris</i> Mill.				+		+			+		+		+	+	+		+	+			9
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.														+				+			2
<i>Solanum kitagawae</i> Schonbeck-Temesy																+					1
<i>Solanum nigrum</i> L.	+						+									+			+	+	5
<i>Oenothera biennis</i> L.														+	+					+	4
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	20
<i>Echium vulgare</i> L.				+		+	+			+	+	+		+	+	+					9
<i>Nonea pulla</i> L.																	+			+	2
<i>Lapulla squarosa</i> (Retz.) Dumort.						+													+	+	3
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.						+				+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	11
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+										+			+	+		+	+			6
<i>Plantago major</i> L.		+		+			+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	15
<i>Elsholtzia ciliata</i> (Thunb.) Hyl.				+			+										+				3
<i>Galeopsis bifida</i> Boenn.								+	+						+				+	+	5
<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.			+			+	+						+	+	+		+	+			8
<i>Mentha arvensis</i> L.														+	+						2
<i>Scutellaria scordiifolia</i> Fisch. ex Schranc														+							1
<i>Stachys annua</i> L.																				+	1
<i>Stachys palustris</i> L.																	+			+	2
<i>Achillea asiatica</i> Serg.				+	+	+		+		+			+	+	+	+	+	+	+	+	13
<i>Arctium leiospermum</i> Juz. et C. Serg.													+						+	+	3
<i>Arctium tomentosum</i> Mill.						+			+				+	+	+	+		+	+		8
<i>Artemisia frigida</i> Willd.	+		+			+		+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	13
<i>Artemisia scoparia</i> Waldst. et Kit											+						+	+		+	4
<i>Artemisia vulgaris</i> L.		+	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	15
<i>Cichorium intybus</i> L.	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	15
<i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Bess.						+		+			+						+	+		+	7
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.						+								+					+		3
<i>Cyclachaena xanthiifolia</i> (Nutt.) Fres.				+																	1
<i>Erigeron canadensis</i> L.	+		+		+	+		+	+	+	+	+			+	+			+	+	13
<i>Heliantus tuberosus</i> L.																				+	1
<i>Hieracium umbellatum</i> L.		+													+						2
<i>Inula salicina</i> L.		+						+					+	+		+	+	+			7
<i>Lactuca serriola</i> L.	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+				+			+	+	13
<i>Lactuca tatarica</i> (L.) C. A. Mey.				+				+												+	3
<i>Chamomilla suaveolens</i> (Pursch) Rydb.								+		+					+		+		+		6
<i>Matricaria perforata</i> Merat.			+					+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	11
<i>Pilosella procera</i> (Fries.) F. Schultz et Sch. Bip.																	+				1
<i>Senecio jacobaea</i> L.				+								+	+				+	+		+	6
<i>Sonchus arvensis</i> L.	+		+		+	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	14
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	+	+					+	+	+	+		+	+			+		+	+	+	12
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	19
<i>Xanthium strumarium</i> L.																				+	1
<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Beauv.		+						+				+			+	+	+	+	+	+	8
<i>Agrostis stolonifera</i> L.														+			+	+			3
<i>Avena fatua</i> L.					+																1
<i>Bromopsis inermis</i> (Leyss.) Holub	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	18
<i>Dactylis glomerata</i> L.					+		+	+			+		+	+	+			+	+	+	10
<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.	+				+		+	+	+	+	+					+	+	+	+	+	13
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski		+		+		+	+		+		+	+	+	+			+	+	+	+	14
<i>Festuca pratensis</i> Huds.																				+	1
<i>Hordeum jubatum</i> L.					+	+				+	+				+		+	+			7
<i>Panicum mileaceum</i> L.					+	+														+	3
<i>Phleum pratense</i> L.					+								+		+			+	+		5
<i>Poa pratensis</i> L.		+			+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	13
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.			+				+		+	+	+				+	+		+	+	+	10
<i>Tradescantia</i> sp.																				+	1
Всего видов	21	22	24	27	28	29	31	33	34	34	34	38	39	41	43	44	51	53	54	58	

1. Ул. Сухэ-Батора;
2. Пр-т Космонавтов;
3. Ул. Партизанская;
4. Ул. Петрова (1 участок);
5. Ул. Промышленная;
6. Пр-т Социалистический;
7. Ул. Толстого;

8. Ул. Солнечная поляна;
9. Ул. Анатолия;
10. Ул. Малахова (2 уч-к);
11. Ул. Попова;
12. Пр-т Красноармейский;
13. Павловский тракт;
14. Ул. Петрова (2 участок);

15. Ул. Исакова (2 участок);
16. Ул. Никитина;
17. Ул. Малахова (1 уч-к);
18. Ул. Исакова (1 участок);
19. Ул. Матросова;
20. Ул. Папанинцев.

в целом флористическую обстановку в городах. Обеднение флоры не только способствует ограничению экологического статуса селитебных и прилегающих к ним территорий, но и повышает степень монотонности окружающего пространства, что негативно отражается на психо-эмоциональном состоянии городских жителей.

Методы биоиндикации, предложенные Н.С. Стволинской и В.И. Никольским [1, 2] и апробированные в условиях гг. Барнаула и Заринска, позволили установить влияние автотранспорта на качественные и количественные характеристики семян. Анализ данных говорит о возможности использовать одуванчик в качестве объекта экологического мониторинга.

Результаты исследований популяций *T. officinale* в пределах г. Барнаула позволяют сделать следующие выводы:

1. Популяции одуванчика лекарственного, произрастающие вблизи магистралей с интенсивным автомобильным движением, имеют низкую энергию прорастания и всхожесть семян.

2. Отмечено статистически достоверное снижение длины семени у одуванчика в популяциях, произрастающих вдоль автомобильных дорог по сравнению с контролем.

3. Признаки длины и жизнеспособности семян можно использовать в целях фитоиндикации автотранспортного воздействия на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стволинская Н.С. Жизнеспособность *Taraxacum officinale* Wigg. в популяциях города Москвы в связи с автотранспортным за-

грязнением // Экология. – 2000. – № 2. – С. 147-150.

2. Никольский В.И. Одуванчик как возможный объект фенотипического мониторинга природных экосистем // Проблемы устойчивости биологических систем. Тез. докл. всесоюзн. школы. – Харьков, 1990. – С. 99–101.

3. Савинов А.В. Анализ фенотипической изменчивости одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) из биотипов с разными уровнями техногенного загрязнения // Экология. – 1998. – № 5. – С. 362-365.

4. Евсеева Т.И., Гераськин С.А., Фролова Н.П., Храмова Е.С. Использование природных популяций *Taraxacum officinale* Wigg. для оценки состояния техногенно нарушенных территорий // Экология. – 2002. – № 5. – С. 393-396.

5. Жуйкова Т.В., Безель В.С., Позолотина В.Н., Северюхина О.А. Репродуктивные возможности растений в градиенте химического загрязнения среды // Экология. – 2002. – № 6. – С. 432-437.

6. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: МГУ, 1970. – 367 с.

7. Определитель растений Новосибирской области. – Новосибирск: Наука, 2000. – 429 с.

8. Определитель растений Кемеровской области. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2001. – 477 с.

9. Флора Сибири. Т. 7. Berberidaceae – Grossulariaceae. – Новосибирск: Наука, 1994. – 312 с.

10. Флора СССР. Т. 25.– М., Л.: 1959. – 515 с.

11. Терехина Т.А. Антропогенные фитосистемы. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2000. – 250 с.