

Татьяна Николаевна ЦАПЦОВА —
учитель биологии МОУ СОШ № 9,
аспирант кафедры зоологии и экологии
Тобольского государственного института
им. Д. И. Менделеева

Рольф Максимович ЦОЙ —
зав. кафедрой экологии и генетики Тюменского
государственного университета,
доктор биологических наук, профессор

УДК 581.5

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ РАСТЕНИЙ *TUSSILAGO FARFARA* ГЕНЕРАТИВНОГО ПЕРИОДА В УСЛОВИЯХ РАЗНОГО УРОВНЯ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

АННОТАЦИЯ. В статье представлены результаты трехлетнего изучения морфологических признаков растения *Tussilago farfara*, произраставших в условиях разной степени антропогенного загрязнения. Растения *Tussilago farfara*, которые выросли в условиях большей степени загрязнения воздуха и почвы, уступают по морфологическим параметрам растениям данного вида, выросшим в экологически чистых условиях.

The article presents the results of three-year studies of morphological attributes of the plant Tussilago farfara growing in conditions of different degree of anthropogenesis pollution. The plants Tussilago farfara which have grown in conditions of a greater degree of air and soil pollution are inferior in morphological parameters to the plants of the given kind, grown in non-polluted areas.

На территории России встречается множество растений, обладающих разнообразными полезными свойствами. Использование их в практических целях еще далеко от желаемого. Достаточно отметить, что из 300 тыс. видов мировой флоры высших растений используются человеком в хозяйственной деятельности систематически только около 2500 видов, а периодически — до 20 тыс. видов [1]

Растение *Tussilago farfara* (мать-и-мачеха обыкновенная) является одним из самых распространенных лекарственных растений, применяемых в народной медицине. Оно также входит в группу 250 растений, используемых в современной научной медицине, служит сырьем для фармацевтической промышленности, входит в состав многих традиционных лекарственных сборов. Ежегодно большое количество *Tussilago farfara* заготавливается для этих целей. Это растение первым поселяется на нарушенных деятельностью человека землях.

Большое влияние на рост и развитие растений оказывают промышленные выбросы. Попадая в атмосферный воздух, они в конечном итоге оседают на растения. Рост растения может замедлиться в два раза, а иногда и больше [2]. Растения резко реагируют на изменение внешних условий. Воздействие выхлопных газов автомобилей проявляется на некоторых растениях настолько отчетливо, что их с успехом можно использовать для обнаружения опасной для людей концентрации этих газов.

Оценку экологической пластичности *Tussilago farfara* мы осуществляли по показателям роста и развития растений, формирования у них морфологических признаков в различные периоды онтогенеза [3], а также по общей фенотипической изменчивости растений, произрастающих на фоне экологических условий четырех биотопов.

Для оценки качества репродуктивных показателей растений у *Tussilago farfara* измеряли диаметр и массу цветочных корзинок, высоту цветоносного стебля, длину семени, длину и ширину листовой пластинки, длину черешка, массу растительной сырой, массу семян.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты проведенных исследований показали, что самым экологически чистым является биотоп 1, который находится в районе Дома отдыха «Тобольский» (табл. 1). На втором месте находится биотоп 2, расположенный в центре Тобольска в районе МОУ СОШ № 9. На третьем месте — биотоп 4. Он расположен вблизи нефтехимического комбината и ТЭЦ. Самый загрязненный — биотоп 3, — расположен в районе автотранспортного предприятия, АЗС, гормолзавода и молокозавода.

Таблица 1

Загрязняющие вещества	Биотопы			
	1	2	3	4
Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в мг\м ³				
CO	0,54 ± 0,08	2,95 ± 0,04	3,36 ± 0,36*	3,03 ± 0,03
SO ₂	0,03 ± 0,04	0,04 ± 0,003**	0,041 ± 0,01**	0,04 ± 0,0028*
NO ₂	0	0,07 ± 0,007	0,08 ± 0,001	0,08 ± 0,002
Интенсивность движения автотранспорта в час	1	391,74	882,56	36,30
Содержание загрязняющих веществ в почве в мг\кг				
Zn	0,87 ± 0,44	2,87 ± 1,39*	3,79 ± 1,90*	2,49 ± 1,25*
Pb	3,45 ± 0,60	2,11 ± 0,23*	7,76 ± 0,75*	6,86 ± 0,75*

Содержание загрязняющих веществ в исследуемых биотопах

Примечание: * различие с биотопом 1 достоверно на уровне P<0,001

** различие с биотопом 1 достоверно на уровне P<0,005

По данным количественного анализа почвы (табл. 1) биотопа 1, содержание цинка равно 0,87 ± 0,04 мг\кг. Это в 3,30 раза меньше, чем в биотопе 2, в 4,36 раз меньше, чем в биотопе 3 и в 2,86 раз меньше, чем в биотопе 4. Из всех биотопов это самое низкое значение данного показателя. Содержание свинца в почве 3,45 ± 0,60 мг\кг, это в 1,64 раза больше, чем в биотопе 2, в 2,25 раз меньше, чем в биотопе 3, и в 1,99 раз меньше, чем в биотопе 4.

Количество CO в атмосферном воздухе за 2003-2005 гг. составило в первом биотопе 0,535 ± 0,08 мг\м³. Это в 5,46 раз ниже, чем в биотопе 2, в 6,22 ниже, чем в биотопе 3 и в 5,61 раза ниже, чем в биотопе 4. SO₂ в атмосферном воздухе первого биотопа содержится 0,03 ± 0,004 мг\м³. Это в 1,33 раза ниже, чем в биотопах 2,4 и в 1,37 раз ниже, чем в биотопе 3. NO₂ в данном биотопе обнаружен не был. Количество машин в час — 1.

По данным количественного анализа химических элементов почвы (табл. 1) биотопа 2 содержание цинка составляет 2,87 ± 0,39 мг\кг, это в три раза больше, чем в контрольном биотопе (1), в 1,18 раза меньше, чем в биотопе 3 и в 1,15 раз больше, чем в биотопе 4.

Содержание свинца в почве за 2003-2005 гг. находится на уровне $2,11 \pm 0,23$ мг\кг, это в 1,64 раза меньше, чем в биотопе 1, в 1,80 раз меньше, чем в биотопе 3, в 3,25 раз меньше, чем в биотопе 4.

Количество СО в атмосферном воздухе второго биотопа за 2003-2005 гг. равно $2,95 \pm 0,04$ мг\м, что примерно в шесть раз выше по сравнению с контрольным биотопом (1), в 1,14 раз меньше, чем в биотопе 3, в 1,03 раза меньше, чем в биотопе 4.

SO₂ содержится $0,04 \pm 0,003$ мг\м³, это в 1,46 раза больше, чем в контрольном биотопе 1, в 1,03 раза меньше, чем в биотопе 3, и столько же, как в биотопе 4. NO₂ содержится $0,07 \pm 0,007$, что выше, чем в контрольном, в 1,14 раз меньше, чем в биотопах 3 и 4. Суммарное содержание загрязняющих веществ в данном биотопе (рис. 10) в 1,78 раз больше, чем в биотопе 1, в 1,88 раз меньше, чем в биотопе 3, и в 1,56 раз меньше, чем в биотопе 4.

По данным количественного анализа почвы биотопа 3, содержание цинка равно $3,79 \pm 0,90$ мг\кг, это в 4,36 раз больше, чем в контрольном биотопе (1), в 1,32 раза больше, чем в биотопе 2 и в 1,52 раза больше, чем в биотопе 4. Это самый высокий показатель содержания цинка в почве среди всех биотопов.

Содержание свинца в почве $7,76 \pm 0,85$ мг\кг, это в 2,25 раз выше по сравнению с контрольным участком, в 3,68 раз больше, чем в биотопе 2 и в 1,13 раз больше, чем в биотопе 4. Это самый высокий показатель свинца в почве по сравнению с другими биотопами.

Количество СО в атмосферном воздухе третьего биотопа за 2003-2005 гг. составило $3,36 \pm 0,36$ мг\м, это в 6,22 раза выше по сравнению с контрольным биотопом (1), в 1,14 раз больше, чем в биотопе 2 и в 1,11 раз больше, чем в биотопе 4. SO₂ содержится $0,0041 \pm 0,001$ мг\м³ это в 1,45 раз больше, чем в контрольном биотопе, в 1,03 раза больше, чем в биотопе 2, в 1,11 раз больше, чем в биотопе 4. NO₂ содержится $0,08 \pm 0,001$ мг\м³, это больше, чем в биотопах 1 и 2 и столько же, как в биотопе 4. Суммарное содержание загрязняющих веществ в данном биотопе (рис. 1) в 3,33 раза больше, чем в контрольном биотопе 1, в 1,88 раз больше, чем в биотопе 2, в 1,20 раза больше, чем в биотопе 4.

По всем показателям данный биотоп по сравнению с остальными является неблагоприятным (рис. 1).

Биотоп 4 находится в пятнадцати километрах от города в районе нефтехимического комбината. Учетные площадки расположены в пяти метрах от автодороги (рис. 9, 13). Количество машин в среднем равно 36,3 в час (табл. 1). Это в 36,6 раз больше, чем в биотопе 1, в 10,79 раз меньше, чем в биотопе 2, в 24,11 раз меньше, чем в биотопе 3.

По данным количественного анализа почвы биотопа 4, содержание цинка равно $2,49 \pm 0,25$ мг\кг, это в 2,86 раз больше, чем в контрольном биотопе (1), в 1,15 раз меньше, чем в биотопе 2, в 1,52 меньше, чем в биотопе 3.

Содержание свинца в почве $6,86 \pm 0,75$ мг\кг, это в два раза выше по сравнению с контрольным участком, в 3,25 раз выше по сравнению с биотопом 2, и в 1,13 раз меньше, чем в биотопе 3.

Количество СО в атмосферном воздухе четвертого биотопа за 2003-2005 гг. составило $3,03 \pm 0,03$ мг\м, что в шесть раз выше по сравнению с контрольным биотопом (1), в 1,03 раза больше, чем в биотопе 2, в 1,11 раз меньше, чем в биотопе 3. SO₂ содержится $0,04 \pm 0,0028$ мг\м³ это больше, чем в контрольном биотопе в 1,33, в 1,03 раза меньше, чем в биотопе 3, и столько же, как в биотопе 2. NO₂ содержится $0,08 \pm 0,002$ мг\м³, это больше чем в биотопах 1, 2 и столько же, как в биотопе 3. Суммарное содержание загрязняющих веществ в данном биотопе

(рис. 1) больше в 2,78 раз, чем в контрольном биотопе, в 1,56 раз больше, чем в биотопе 2 и в 1,20 раз меньше, чем в биотопе 3. Биотоп 4 является вторым по степени загрязнения после биотопа 3.

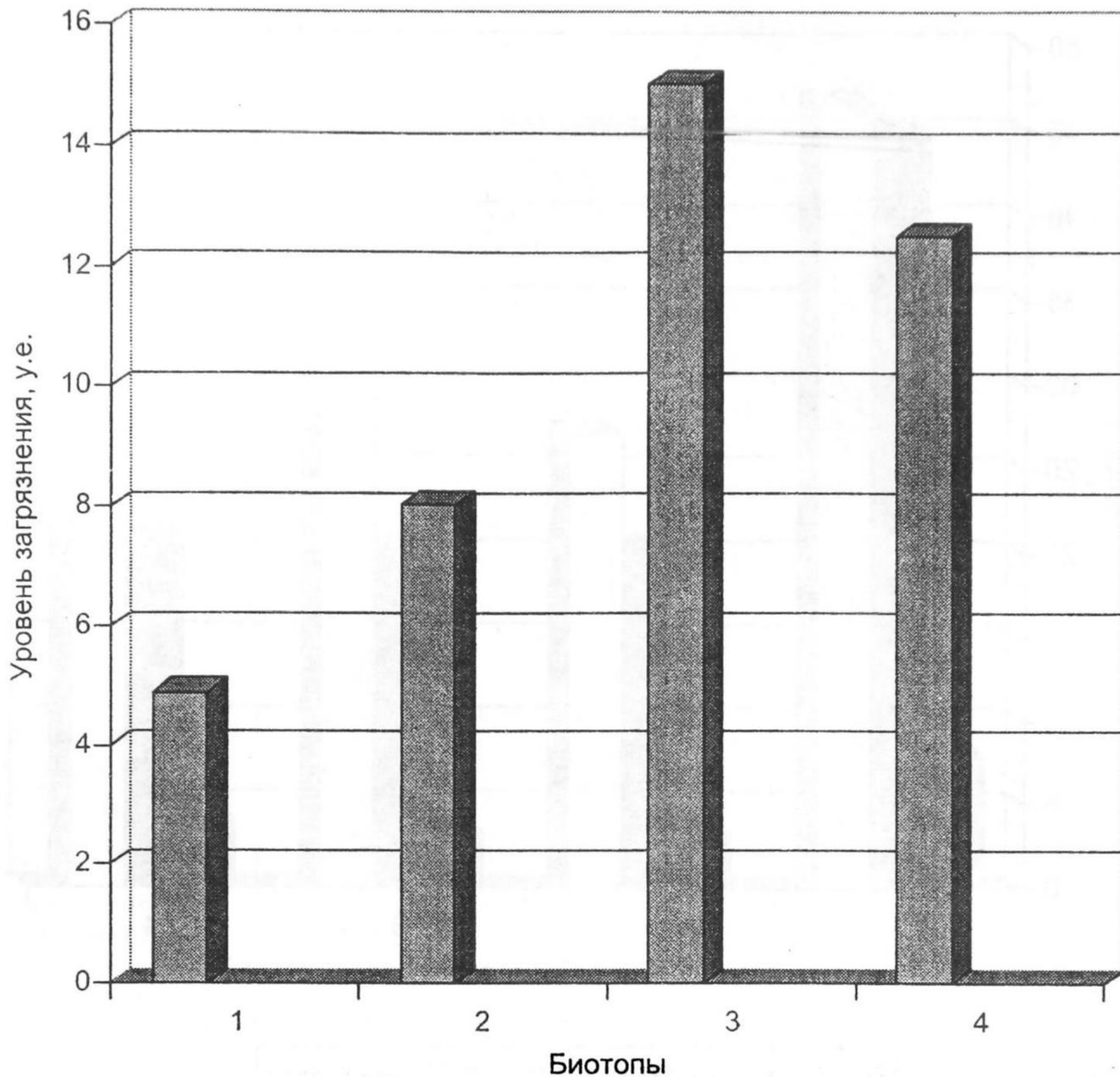


Рис. 1. Суммарное содержание загрязняющих веществ (в у.е.) биотопов 1, 2, 3, 4

Суммарное содержание загрязняющих веществ в биотопе 1 (рис. 1) в 1,78 раз меньше, чем в биотопе 2, в 3,33 раза меньше, чем в биотопе 3 и в 2,78 раз меньше, чем в биотопе 4. Результаты исследования показали, что из всех исследуемых биотопов биотоп 1 является экологически чистым.

В табл. 2 представлены особенности морфологической структуры растений *Tussilago farfara* генеративного периода исследуемых биотопов. Результаты измерения пяти морфологических признаков, а также отношение длины черешка к длине листовой пластинки, выявили преимущество растений биотопа 1 над растениями других биотопов. На рис. 2 показано, как изменялась масса растений *Tussilago farfara* на разных стадиях генеративного периода.

На всех трех стадиях развития растения, произраставшие в условиях контрольного биотопа 1, имеют большую массу, чем растения, выросшие в условиях биотопов с повышенным уровнем загрязнения. Различия статистически достоверны (табл. 2). Размеры листовой пластинки: длина, ширина и длина черешка, растений контрольного биотопа 1 значительно превышают данные показатели исследуемых биотопов 2, 3, 4. Статистически достоверными являются различия по сравнению с контрольным биотопом 1, данные длины листовой пластинки молодого генеративного состояния биотопов 2 и 3, зрелого

генеративного состояния биотопа 4; ширины листовой пластинки биотопов 2 и 3 молодого генеративного состояния, а также 2 и 4 биотопов старого генеративного состояния.

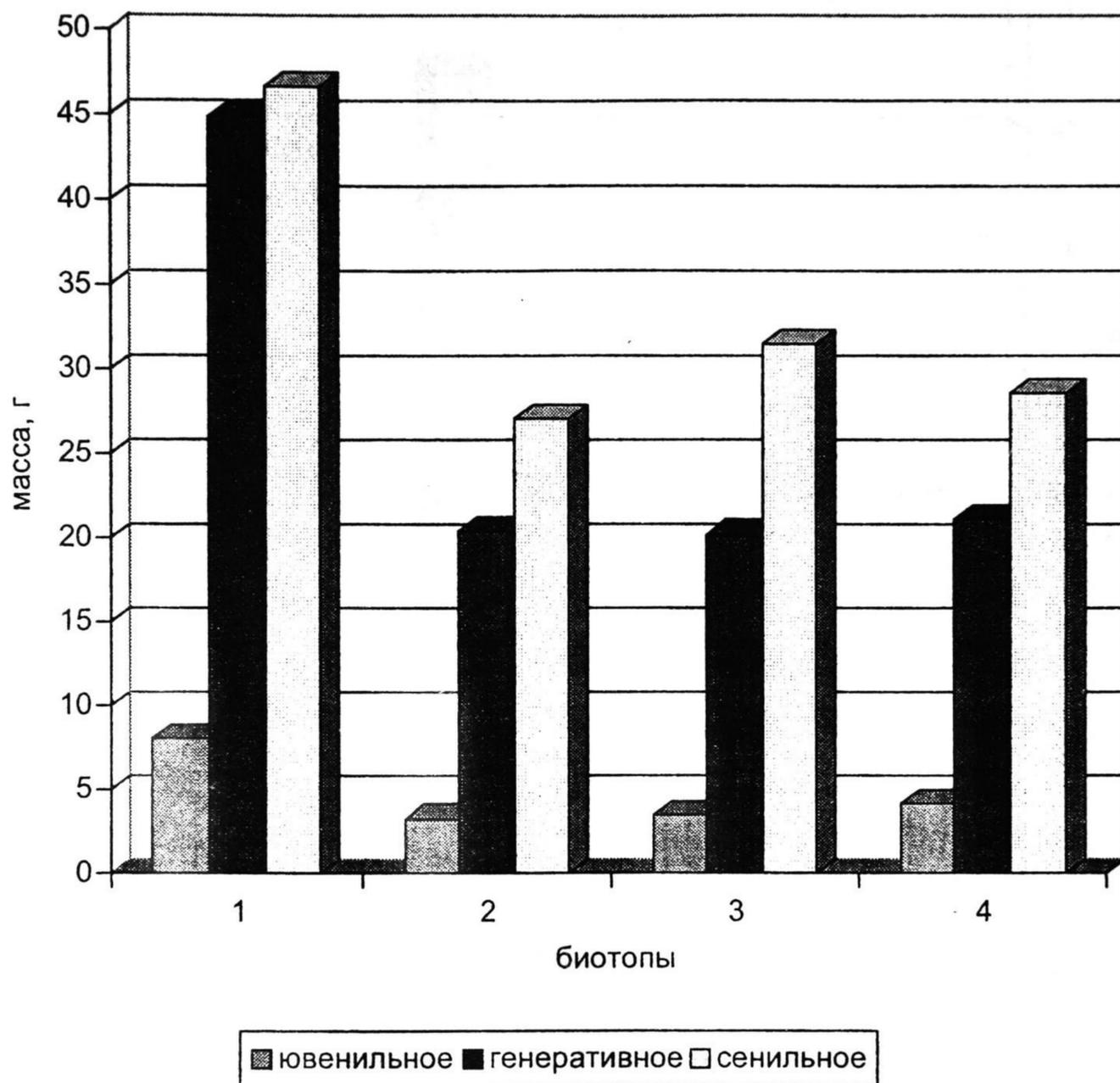


Рис. 2. Масса растений (сырая) *Tussilago farfara* исследуемых биотопов на разных стадиях генеративного периода

В молодом генеративном состоянии отношение длины листовой пластинки к ее ширине в условиях контрольного биотопа 1 равно $94,25 \pm 2,69\%$. Этот показатель превышает аналогичный в биотопах 2 ($92,56 \pm 2,58\%$) — различия с контрольным биотопом 1 статистически достоверны, 3 ($87,52 \pm 2,47\%$), 4 ($86,7 \pm 2,50\%$). В зрелом генеративном состоянии в условиях контрольного биотопа 1 отношение длины листовой пластинки к ее ширине составляет $79,50 \pm 2,69\%$. Это больше, чем в условиях биотопов 2 ($74,78 \pm 2,09\%$) — различия с контрольным биотопом 1 статистически достоверно, 3 ($73,93 \pm 2,09\%$), 4 ($76,13 \pm 2,27\%$). В старом генеративном состоянии в условиях контрольного биотопа 1 отношение длины листовой пластинки к ее ширине равно $67,17 \pm 1,92\%$. Этот показатель меньше, чем в исследуемых биотопах 2 ($70,89 \pm 1,98\%$), 3 ($72,44 \pm 2,05\%$) — различия статистически достоверны по отношению с контрольным биотопом 1, 4 ($72,29 \pm 2,16\%$).

Отношение длины черешка к длине листовой пластинки молодого генеративного состояния растений *Tussilago farfara* в условиях контрольного биотопа 1 составляет $1,14 \pm 0,03$. Этот показатель превышает аналогичный в биотопах 4 ($0,84 \pm 0,02$), 2 ($0,84 \pm 0,02$) и 3 ($0,75 \pm 0,02$).

Таблица 2

Показатели морфологических признаков ($\bar{X} \pm m\bar{x}$) растения *Tussilago farfara* на разных стадиях генеративного периода развития в условиях разных биотопов

Морфологические признаки	Биотоп	n	Генеративное состояние		
			Молодое	Зрелое	Старое
Масса растения (сырая), г	1	100	8,15 ± 0,82	44,80 ± 4,45	46,67 ± 4,70
	2	100	3,32 ± 0,01*	20,49 ± 0,40*	27,05 ± 0,32*
	3	100	3,55 ± 0,36*	20,22 ± 2,20*	31,50 ± 3,15*
	4	100	4,18 ± 0,42*	21,15 ± 2,12*	28,57 ± 2,86*
Длина листовой пластинки, мм	1	1224	57,93 ± 1,66	89,78 ± 2,57	117,87 ± 3,37
	2	1284	49,78 ± 1,39*	61,88 ± 1,73*	112,79 ± 3,15
	3	1252	51,27 ± 1,45*	60,99 ± 1,72*	125,96 ± 3,56
	4	1120	42,34 ± 1,27*	82,02 ± 2,45*	114,66 ± 3,42
Ширина листовой пластинки, мм	1	1224	65,74 ± 1,88	117,69 ± 3,36	174,55 ± 4,99
	2	1284	55,12 ± 1,54*	86,96 ± 2,43*	157,07 ± 4,38*
	3	1252	59,42 ± 1,68*	84,85 ± 2,39*	170,81 ± 4,83
	4	1120	51,81 ± 1,54*	108,91 ± 3,25	156,16 ± 4,66*
Длина черешка, мм	1	1224	55,00 ± 1,57	172,96 ± 4,94	263,29 ± 7,52
	2	1284	59,71 ± 1,67	128,49 ± 3,59*	201,58 ± 5,63*
	3	1252	67,10 ± 1,89*	116,53 ± 3,29*	253,56 ± 7,67
	4	1120	42,39 ± 1,26*	127,54 ± 3,81*	237,15 ± 7,09*
Отношение длины листовой пластинки к ее ширине, %	1	1224	94,25 ± 2,69	79,50 ± 2,19	67,17 ± 1,92
	2	1284	92,56 ± 2,58	74,78 ± 2,09*	70,89 ± 1,98
	3	1252	87,52 ± 2,47*	73,93 ± 2,09*	72,44 ± 2,05*
	4	1120	86,70 ± 2,50*	76,13 ± 2,27	72,29 ± 2,16*
Отношение длины черешка к длине листовой пластинки	1	1224	1,14 ± 0,03	0,55 ± 0,16	0,44 ± 0,12
	2	1284	0,84 ± 0,02*	0,54 ± 0,02	0,68 ± 0,02
	3	1252	0,75 ± 0,02*	0,52 ± 0,02	0,55 ± 0,02
	4	1120	1,00 ± 0,03*	0,69 ± 0,02*	0,58 ± 0,02
Количество листьев, шт.	1	300	3,23 ± 0,19	4,05 ± 0,23	3,57 ± 0,21
	2	340	2,13 ± 0,11*	3,80 ± 0,21	3,03 ± 0,16*
	3	360	3,40 ± 0,18	3,51 ± 0,19*	2,77 ± 0,15*
	4	384	2,94 ± 0,15*	2,97 ± 0,15*	2,63 ± 0,13*

Примечание: * различия с биотопом 1 (контрольным) статистически достоверны

Отношение длины черешка к длине листовой пластинки зрелого генеративного состояния в условиях контрольного биотопа 1 равно $0,55 \pm 0,06$. Это ниже, чем в условиях биотопа 4 ($0,69 \pm 0,02$) и выше, чем в условиях биотопов 2 ($0,54 \pm 0,02$) и 3 ($0,52 \pm 0,02$). Отношение длины черешка к длине листовой пластинки старого генеративного состояния в условиях контрольного биотопа 1 равно $0,44 \pm 0,01$. Этот показатель ниже аналогичных показателей в исследуемых биотопах 2 ($0,68 \pm 0,02$), 3 ($0,55 \pm 0,2$) и 4 ($0,58 \pm 0,02$).

К признакам с высокой изменчивостью относятся: высота проростка, длина корешка проростка, длина и ширина листовой пластинки, длина черешка. Средняя изменчивость наблюдается у следующих признаков: масса растений и соцветий, диаметр соцветий, высота стебля, длина семени, количество листьев на растении. Отношение длины листовой пластинки к ширине листа и масса семян обладают низкой изменчивостью.

На изменчивость признаков *Tussilago farfara* на загрязненных биотопах, по видимому, влияло состояние атмосферного воздуха и почвы, которые были загрязнены в результате негативного воздействия предприятий г. Тобольска и автомобильного транспорта.

Выводы

1. Самым экологически чистым является биотоп 1, который находится в районе Дома отдыха «Тобольский» (табл. 1). На втором месте находится биотоп 2, расположенный в центре города Тобольска в районе МОУ СОШ № 9. На третьем месте — биотоп 4. Он расположен вблизи нефтехимического комбината и ТЭЦ. Самый загрязненный биотоп 3, расположенный в районе автотранспортного предприятия, АЗС, гормолзавода и молокозавода.
2. Растения *Tussilago farfaga* в биотопах 2 и 3 имеют худшие показатели развития, чем в биотопе 1. Растения *Tussilago farfaga*, которые выросли в условиях большей степени загрязнения воздуха и почвы, уступают по морфологическим параметрам растениям данного вида, выросшим в экологически чистых условиях.
3. Изменчивость морфологических признаков *Tussilago farfaga* является результатом загрязнения атмосферного воздуха и почвы предприятиями г. Тобольска и автотранспортом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степановских А. С. Экология. М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2001. 703 с.
2. Гаммерман А. Ф., Кадаев Г. Н., Яценко-Хмелевский А. А. Лекарственные растения: Справ. пособие. М.: Высш. шк., 1983. 400 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта, М: Колос, 1973. 336 с.
4. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1980. 291 с.

*Сергей Александрович АНЧУГОВ —
соискатель Сургутского
государственного университета*

*Владимир Павлович СТАРИКОВ —
профессор Сургутского государственного
университета, доктор биологических наук*

УДК 591.53: 591.9 (470.58): 599.322.3

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ РЕЧНОГО БОБРА В ЮЖНОМ ЗАУРАЛЬЕ

*АННОТАЦИЯ. В работе представлены результаты изучения питания речного бобра (*Castor fiber* L., 1758) в Южном Зауралье (Курганская область). Выявлены региональные, сезонные и биотопические особенности; составлен список основных видов кормовых растений.*

*The analysis of European beaver (*Castor fiber* L., 1758) feeding in Southern Trans-Ural is done. Regional, season and biotopic dietary habits is showing up. The base forage plants are listed.*

Введение

Речной бобр — это типичный, исключительно растительноядный, эврифаг. Он поедает практически любые растительные корма, как древесно-кустарниковые, так и травянистые. В настоящее время количество растений, поедаемых