

Анатомо-морфологические изменения тысячелистника обыкновенного в техногенной зоне

О.Н. Немерешина, к.б.н., Оренбургская ГМА;

Н.Ф. Гусев, д.б.н., профессор,

А.В. Филиппова, д.б.н., профессор, Оренбургский ГАУ

Сложной задачей современной биологической науки является изучение влияния атмосферных примесей антропогенного происхождения на организмы растений. Характер и степень воздействия поллютантов на растения зависят не только от особенностей структуры веществ, их концентрации и дозы, но и от факторов окружающей среды — климатических, орографических, погодных условий, физико-химических особенностей почвенного покрова, характеристик растительного покрова, а также от особенностей самого организма — таксономической принадлежности, сорта, возраста, фенофазы, особенностей филогенеза и генотипа [1, 2].

В зависимости от вышеперечисленных факторов фитотоксичные примеси нередко приводят к выраженным морфологическим, анатомическим, физиологическим, биохимическим и генетическим изменениям растений [3, 4, 10]. Насыщенность воздуха токсичными компонентами снижает скорость ассимиляции и нарушает нормальное функционирование ризосферы [5, 6].

Надземные органы травянистых растений являются достаточно пластичными и при выполнении своих функций в значительной степени зависят от интенсивности воздействия газовой среды, тогда как взаимосвязь изменений корневой системы растений с загрязнением атмосферы просматривается не столь явно [7]. Поражение растений токсичными газообразными веществами начинается с момента проникновения их в верхние слои листа или побега, и, следовательно, ассимилирующие органы сильнее всего подвержены влиянию аэротехногенного загрязнения [5, 7]. Поэтому наиболее удобными для непосредственного изучения представляются стебли и листья растений, произрастающих в зонах с различным уровнем антропогенной нагрузки.

В техногенных зонах под действием токсиантов нередко нарушается целостность кутикулярного покрова листа, расширяются его поры и водные каналы, что ведёт к усилению внеустьичной транспирации и иссушению листа. Загрязнение атмосферы приводит к формированию водного дефицита у растений в результате уменьшения скорости водопоглощения и снижения способности листа регулировать расход воды на транспирацию. Ряд авторов утверждает, что обводнённость листьев растений в условиях загрязнённого воздуха на 10–25% ниже, чем у растений, произрастающих в относительно чистой атмосфере [6]. Недостаток влаги способствует повышению чувствительности растений к действию токсичных поллютантов и возрастанию уровня окислительного стресса [4].

Цель исследования — выявление изменений анатомических и морфологических показателей надземной части травянистых растений Южного Предуралья, произрастающих в условиях повышенной химической нагрузки на территории крупнейшего в Европе газоперерабатывающего комплекса (Оренбургского газоперерабатывающего завода, ООО «Газпром добыча Оренбург»).

Материалы и методы. Объектом исследования является надземная часть (трава) тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.), произрастающего на территории производственной и санитарно-защитной зон Оренбургского газоперерабатывающего завода.

Тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium* L. (сем. *Asteraceae* Dumort.) — евроазиатский вид, травянистый многолетник, 5–120 см высотой, распространённый повсеместно в европейской части России, в Западной и Восточной Сибири, реже в Средней Азии. Ксеромезофит, в равной степени характерен как для естественной степной флоры, так и рудеральной. В Оренбургской области часто произрастает по сухим лугам, полям, межам, среди кустарников, вдоль опушек и дорог. Местами образует заросли с обилием 2–3 балла по шкале

Друде и играет значительную роль в формировании фитоценозов [8].

Стебель растения упругий, прямостоячий. Корневище ползучее, с побегами, в основании развивающее прикорневые листья. Листья дважды перисторассечённые, с мелкими линейными заострёнными долями, слабоопушённые, сидячие. Соцветия – корзинки собраны в сложный щиток, обычно белые, реже розоватые. Краевые цветки в корзинках ложноязычковые, срединные – трубчатые, обоеполые (от 3 до 30 цветков). Обёртка сложена из прилегающих черепитчато-расположенных листочков, по краям чешуйчатых, коричневатого оттенка, в середине серо-зелёных. Цветёт с мая по сентябрь.

Тысячелистник обыкновенный – ценное лекарственное растение. Трава и цветки применяются в качестве кровоостанавливающего средства. Надземная часть его в виде экстракта и настоя широко применяется в официальной и практической медицине, а также в гомеопатии при наружных и внутренних кровотечениях, в составе сборов для возбуждения аппетита, желчегонного, противогеморроидального и слабительного сборов. Тысячелистник используется в индийской, тибетской и русской народной медицине [8]. Растение обладает вяжущим, мочегонным, потогонным, молокогонным действием. Поедается сельскохозяйственными животными в составе травостоя и сена.

Сырьё тысячелистника (трава) было собрано нами в 2012–2013 гг. в период цветения растения на территории промышленной площадки Оренбургского газоперерабатывающего завода (ОГПЗ), в санитарно-защитной зоне в 5 км от предприятия (полигон ОГПЗ и окрестности пос. Холодные Ключи) в количестве не менее 20 растений с участка. Контрольные образцы были отобраны на остепнённом лугу в окрестностях поселка Каменноозёрное Оренбургского района (табл. 1).

Для изучения анатомо-морфологических признаков растений нами были использованы методы, принятые в ботанике – анатомии и морфологии растений [9, 10].

Результаты и обсуждение. Растения тысячелистника обыкновенного, произрастающие в местообитаниях с различной аэротехногенной нагрузкой, имеют значительные морфологические и анатомические отличия (табл. 1). В типичных условиях произрастания, на разнотравном остепнённом лугу, в контроле (окрестности с. Каменноозёрного), тысячелистник обыкновенный имеет прямостоячий стебель высотой 30–32 см, с числом боковых побегов $1 \pm 0,2$. Общее число листьев составляет 26028. Листья дважды перисторассечённые длиной 4,4–4,8 см, шириной 1,5–1,6 см. Соцветия – корзинки диаметром 0,30–0,37 см собраны в щиток

1. Биометрические показатели *Achillea millefolium* в различных местообитаниях оренбургского Предуралья

Признак	Место сбора							
	рекультивированный участок на территории промышленной площадки завода		суходольный луг на территории полигона завода (санитарно-защитная зона)		остепнённый луг в окрестностях п. Холодные Ключи (санитарно-защитная зона)		остепнённые луга в окрестностях п. Каменноозёрное (контроль)	
	год							
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Высота стебля, см	34±2	35±2	25±2	28±1	35±2	37±1	32±1	30±1
Число боковых побегов, шт.	2±0,2	2±0,2	3±0,2	3±0,3	2±0,2	2±0,2	1±0,2	1±0,2
Число листьев, шт.	20±2	21±2	19±2	20±2	24±2	25±2	26±2	28±2
Длина листа, мм	36±3	38±2	41±3	42±3	43±3	42±3	44±4	48±3
Ширина листа, мм	12±1	11±1	12±1	11±1	13±1	15±1	15±1	16±1
Число корзинок в щитке, шт.	113±8	125±9	111±9	109±5	105±9	110±8	97±9	98±7
Число цветков в соцветии, шт.	1 – 3	1 – 3	1 – 3	1 – 3	1 – 3	1 – 3	1 – 3	1 – 3
Диаметр щитка, мм	40±4	44±4	74±6	75±4	64±4	61±3	79±4	77±5
Диаметр корзинки, мм	42±6	43±5	32±6	35±4	41±5	43±5	30±5	37±5
Количество плодов, шт.	88±2	91±3	87±1	89±5	88±2	89±5	77±2	79±2
Масса семян, г на 1000 шт.	11,05±0,02	12,01±0,02	11,54±0,02	12,14±0,02	12,10±0,02	12,25±0,02	14,46±0,02	14,25±0,02

диаметром 7,7–7,9 см, количество плодов составляет 77–79 (табл. 1).

Лист изолатеральный, амфистоматический, толщиной 150 мкм, с анемоцитным устьичным аппаратом. Толщина мезофилла на поперечном разрезе 105 мкм. Число рядов клеток столбчатой хлоренхимы (верхней и нижней) – 1. В типичном местообитании на остепнённом лугу длина клеток верхнего слоя столбчатой ткани тысячелистника обыкновенного составляет 32–50 мкм, ширина – 8–10 мкм, нижнего слоя – соответственно 11–20 мкм и 9–10 мкм. С верхней стороны лист покрыт кутикулой, толщина которой в среднем до 3,4 мкм. Клетки эпидермиса на поперечном разрезе имеют прямоугольную форму. Ширина клеток эпидермиса верхней стороны листа 12,0–6,1 мкм, а их высота равна 18,5–10 мкм. Ширина клеток эпидермиса нижней стороны листа тысячелистника обыкновенного равна 15,9–4,4 мкм, а высота – 10,4–2,4 мкм (табл. 2).

Биометрические показатели тысячелистника, произрастающего вблизи промышленных площадок ОГПЗ первой очереди, отличаются от показателей растений, собранных в контрольной зоне. Средняя высота стеблей у растений, произрастающих на территории санитарно-защитной зоны, была ниже (25–28 см и 37–38 см), а число листьев – больше, чем у растений исследуемой зоны (25–27 и 20–22 шт). В загрязнённой зоне также отмечается уменьшение длины и ширины листовой пластинки, что косвенно свидетельствует о процессах ксерофитизации и снижении ассимиляционных процессов (рис. 1).

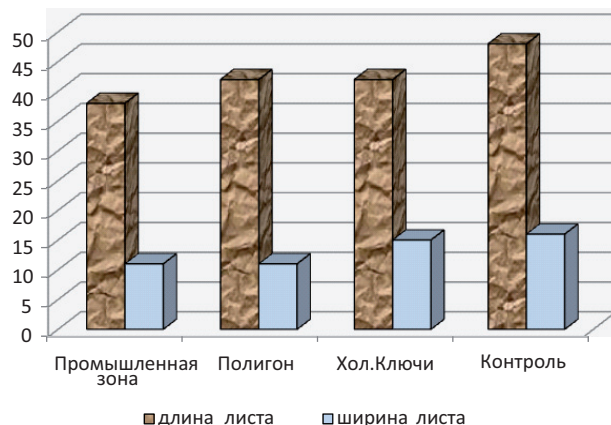


Рис. 1 – Изменение размеров листа *Achillea millefolium*, мм; 2013 г.

Отмечено увеличение на 30 мкм толщины листовой пластинки растений, произрастающих на рекультивированных участках в промышленной зоне, а также увеличение толщины кутикулы листа (табл. 2). У растений, произрастающих на территории санитарно-защитной зоны газоперерабатывающего завода (полигон ОГПЗ и п. Холодные Ключи), зафиксированы аналогичные изменения величин анатомических элементов. Отмечалось увеличение толщины листа, размеров клеток мезофилла. Толщина кутикулы листа растений контрольного участка составила 3,4 мкм, у растений промышленного участка – 4,0 мкм. У растений тысячелистника, произрастающих в санитарной зоне, данный показатель составил 3,7–3,9 мкм (табл. 2).

Ещё одним важным аспектом адаптации растительных организмов к воздействию агрессивной

2. Влияние экологических условий на строение листа *Achillea millefolium*, 2013 г.

Признак, мкм	Место сбора			
	рекультивированный участок на территории промышленной площадки завода	суходольный луг на территории полигона завода (санитарно-защитная зона)	остепнённый луг в окрестностях п. Холодные Ключи (санитарно-защитная зона)	остепнённые луга в окрестностях п. Каменноозёрное (контроль)
Толщина пластинки листа	156±6	175±5	172±4	149±4
Толщина палисадной паренхимы (верхний слой)	76±2	75±1	66±1	55±1
Толщина палисадной паренхимы (нижний слой)	61±1	65±2	65±1	51±1
Длина клеток палисадной паренхимы (верхней)	55–64	61–65	56–63	33–50
Ширина клеток палисадной паренхимы (верхней)	9–12	9–11	9–10	8–9
Толщина кутикулы	4,0	3,7	3,9	3,4
Содержание влаги, %	46±1	52±1	53±1	64±1

среды является повышение репродукции, что выражается в нашем случае в увеличении числа цветков и плодов тысячелистника с одновременным снижением массы семян (табл. 1, рис. 2). Подобные изменения стратегии размножения уже отмечались в ряде исследований, посвящённых растениям техногенных зон [3].

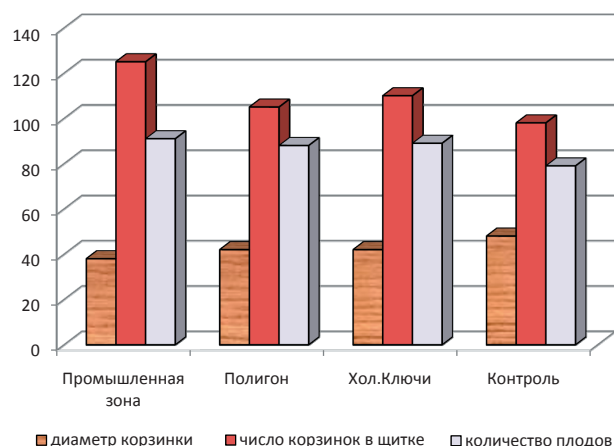


Рис. 2 — Изменение генеративных органов *Achillea millefolium* (2013 г.)

Закключение. Биометрические показатели растений тысячелистника обыкновенного, собранного в различных местообитаниях Южного Предуралья, свидетельствуют о некоторой ксерофитизации надземных органов в условиях техногенного воздействия. Среди признаков ксероморфности образцов растений отмечены следующие: уменьшение площади листовой пластинки, увеличение толщины мезофилла листа и кутикулы листа.

Растения, произрастающие вблизи источников промышленного загрязнения, имеют низкие показатели влажности по сравнению с экземплярами контрольных участков, что может рассматриваться как проявление адаптации к атмосферному загрязнению.

Для тысячелистника обыкновенного также отмечено повышение репродукции в техногенных зонах. Указанные изменения можно рассматривать как способ выживания вида в агрессивной среде.

Литература

1. Барахтенова Л.А., Николаевский В.С. Влияние сернистого газа на фотосинтез растений. Новосибирск: Наука, 1988. 83 с.
2. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. К вопросу изучения антиокислительной защиты высших растений в условиях влияния атмосферных выбросов предприятий газпрома // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 2 (30). С. 218–224.
3. Жуйкова Т.В., Позолотина В.Н., Безель В.С. Разные стратегии адаптации растений к токсическому загрязнению среды тяжёлыми металлами (на примере *Taghaxum officinale* S.L.) // Экология. 1999. № 3. С. 189–196.
4. Тарабрин В.П. Водный режим и устойчивость древесных растений к промышленным загрязнениям // Газоустойчивость растений. Новосибирск: Наука, 1980. С. 18–29.
5. Ивашов П.В. Биогеохимическая индикация загрязнения окружающей среды химическими элементами // Тихоокеанская геология. 1996. № 1 (15). С. 142–148.
6. Ярмишко В.Г., Деева И.М., Мазная Е.А. Влияние промышленных выбросов на ассимиляционный аппарат *Pinus sylvestris* L. и *Vaccinium myrtillus* L. На Европейском севере России // Растительные ресурсы. 1995. Т. 31. Вып. 3. С. 36–50.
7. Булохов А.Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации: учеб. пособ. Брянск: Изд. БГПУ, 1996. 104 с.
8. Махлаюк В.П. Лекарственные растения. М.: Изд-во «Нива России», 1992. 478 с.
9. Гзырян М.С. К методике анатомического изучения листьев двудольных растений // Труды Института ботаники АН АзербАССР. Т. 1. Баку, 1959. С. 76.
10. Thomashov M.F. Plant cold acclimation: freezing tolerance genes and regulatory mechanisms / Thomashov M.F. Plant cold acclimation: freezing tolerance genes and regulatory mechanisms. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 1999. S: 571–591.