

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОТБОРА ГАЗОУСТОЙЧИВЫХ РАСТЕНИЙ

Описаны методы отбора газоустойчивых видов растений в контексте основных положений теории интродукции и акклиматизации растений. Анализируются физиологические механизмы газоустойчивости растений, их способность к абсорбции загрязнителей атмосферы и показатели их адаптации в условиях промышленного загрязнения. Предлагается использовать в качестве комплексного признака газоустойчивости фактор сопряженности внутренних и внешних параметров системы "растение-окружающая среда". Последнее подтверждается результатами математического моделирования.

В условиях возрастающего техногенного загрязнения природной среды назрела необходимость проведения параллельного отбора интродуцированных растений по признакам способности к утилизации атмосферных загрязнителей и устойчивости к этим токсическим соединениям. Если популяции газоустойчивых видов растений из числа аборигенов и ранее акклиматизированных интродуцентов уже прошли путь длительного естественного отбора [32], то для интродуцентов, находящихся в испытании, потребовалась дополнительная оценка их устойчивости и поглотительной способности по отношению к атмосферным загрязнителям.

Пригодность для указанных целей методик, используемых в интродукционной работе, нуждается в дополнительной проверке ввиду отсутствия соответствующей информации в методических руководствах по интродукции и акклиматизации растений [14, 16]. Возможность привлечения методической базы теории интродукции и акклиматизации растений при отборе га-

зоустойчивых ассортиментов растений, по нашему мнению, основана на общности физико-химических процессов, происходящих в растительном организме в неблагоприятных условиях окружающей среды независимо от природы экстремальных воздействий. В этих процессах ключевая роль отводится системе биологических мембран, регулирующих поглощение загрязнений, их детоксикацию химическим путем и выделение образовавшихся продуктов в окружающую среду [6, 46].

Задачей настоящего обзора является описание методов оценки газоустойчивости и газопоглотительной способности растений в контексте основных положений теории интродукции и акклиматизации растений и обоснование принципов отбора газоустойчивых ассортиментов на физико-химической основе.

Оценка газопоглотительной способности растений. Попадая на растения, загрязнители атмосферы, представляющие собой газообразные вещества и аэрозоли [6], накапливаются и метаболизируются в листьях, перемещаются по сосудисто-проводящей системе в корни и выделяются в почву в виде малотоксичных продуктов распада [7, 48].

Для оценки газопоглотительной способности растений используют показатели ее интенсивности и емкости [27]. Интенсивность газопоглотительной способности определяют по количеству загрязнителя, прошедшего за единицу времени через камеру с растением, а емкость газопоглощения рассчитывают химическим путем по максимальному количеству загрязнителя, которое может накопиться в тканях листьев без появления на них некрозов. Недостатком данной методики является существенная погрешность, вносимая неучтенным количеством загрязнителей, осаждающихся во время опыта на внутренней поверхности стенок камеры и поверхности сосуда с опытным растением. Указанную погрешность можно исключить, используя метод прямой сорбции атмосферных загрязнителей растениями [33].

Газопоглотительная способность растений в значительной степени определяется анатомо-морфологическим строением листьев и находится в обратной зависимости от степени устойчивости растений к воздействию атмосферных загрязнителей (см. таблицу).

Прогнозирование газоустойчивости растений. По аналогии с устойчивостью к воздействию экстремальных факторов природного происхождения газоустойчивость растений определяется двумя видами механизмов: уклонением от стресса и толерантностью к стрессу [49].

Биоэнергетическое обеспечение подобных реакций растений можно представить в виде балансовой составляющей, полученной на основании первого закона термодинамики, согласно которому энергия, поступающая в растения и трансформируемая путем фотосинтеза, расходуется на изменение внутренней энергии данной системы и на работу против внешних сил. При этом иерархические уровни биосистемы организуются по принципу долевого распределения энергии с условием минимальных затрат на работу против внешних сил. По

Соотношения анатомо-морфологических показателей, газопоглотительной способности и повреждаемости у древесных растений с неодинаковой устойчивостью к воздействию атмосферных загрязнителей [18]

Степень газоустойчивости растений	Устьица		Лист			
	N	S	$h_{\text{п}}/h_{\text{г}}$	Вентиляру-емкость	Поврежда-емкость	Газопогло-щение
Устойчивые	162	63	314	56	22	49
Неустойчивые	100	100	100	100	100	100

Примечание. N – количество устьиц на единицу площади поверхности листа; S – площадь одного устьица; $h_{\text{п}}/h_{\text{г}}$ – отношение высоты пахисадной и губчатой ткани. Соответствующие показатели группы неустойчивых видов растений приняты за 100%.

этому же принципу вырабатываются и соответствующие стратегии выживания растительной биосистемы [1, 2], а функциональная связь уровней осуществляется посредством физиолого-биохимических механизмов, обеспечивающих работу специализированных органов и тканей систем регуляции. Таким образом на уровне целостного растительного организма реализуется принцип иерархии систем регуляции, независимо от природы внешних экстремальных воздействий.

С позиции первого закона термодинамики, для рассматриваемого случая, когда концентрация атмосферных загрязнителей оказывается выше допустимого для растений порогового уровня, затраты на работу против внешних сил возрастают и в результате разрушения иерархии систем регуляции происходит повреждение растительных клеток и тканей. Ранние симптомы этих нарушений обнаруживаются с помощью физиологических и биофизических тестов, а появляющиеся впоследствии повреждения листьев в виде хлорозов и некротических пятен можно оценить визуально

в баллах либо по проценту поврежденной поверхности листовой пластинки [7, 18]. Однако при этом необходимо различать эти повреждения и повреждения, вызываемые другими стрессовыми факторами, например, возбудителями болезней и насекомыми-вредителями, которые обычно активизируются в загрязненной среде [4, 41].

Различают острое и хроническое повреждение растений атмосферными загрязнителями. Острое повреждение достигается в лабораторных условиях путем помещения объекта в специальную камеру [12, 18, 28, 30], содержащую атмосферные загрязнители в концентрациях выше допустимых пороговых. Общим требованием к конструкции камер является возможность поддержания факторостатных условий внутри камеры, так как повреждаемость растений атмосферными загрязнителями в значительной мере зависит от условий внешней среды: освещенности [38], относительной влажности воздуха [34, 36, 44, 45], температуры [39–43].

Хроническое повреждение наблюдается при длительном воздействии на растения атмосферных загрязнителей в относительно низких концентрациях. Экспериментально в полевых условиях это достигается за счет изменения удаленности обследуемых растений от источника загрязнения атмосферы либо помещением опытных образцов в камеру, где необходимая концентрация атмосферных загрязнителей поддерживается путем избирательной фильтрации подаваемого извне воздуха [4, 37].

В упрощенном виде устойчивость растений к повреждениям атмосферными загрязнителями оценивается по показателям абсолютной (без проявления симптомов видимого повреждения листовой пластинки) и относительной газоустойчивости испытуемого вида растения X в сравнении с абсолютной газоустойчивостью тест-растения. Относительная газоустойчивость рассчитывается по формуле [28]:

$$X = C_{\text{оп}} / C_{\text{тест}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{оп}}$ и $C_{\text{тест}}$ – соответственно минимальные концентрации токсикантов, вызвавшие видимые повреждения опытных и тест-растений.

По условиям методики [28], в процессе подбора необходимой концентрации загрязнителя длительность экспозиции объекта в загрязненной среде во всех вариантах остается неизменной, что в известной мере препятствует получению объективных данных. Преодоление указанного недостатка достигается введением показателя дозы загрязнения, определяемого как произведение концентрации загрязнителя на показатель длительности экспозиции объекта в загрязненной атмосфере.

Пороговое значение дозы загрязнения, не приводящее к структурным изменениям в клетках и тканях, служит критерием газоустойчивости.

Наиболее простое уравнение зависимости дозы загрязнения K от концентрации загрязнителя C за время t имеет следующий вид [37]:

$$K = (C - C_R) t, \quad (2)$$

где C_R – пороговая концентрация, при которой не возникают видимые повреждения.

Данная зависимость, имеющая линейный характер, пригодна для расчета дозы загрязнения только при кратковременных экспозициях. При длительных экспозициях (в полевых условиях), где не соблюдается постоянство климатических параметров и обычно присутствует несколько видов загрязнителей с аperiodически меняющейся концентрацией, для расчета дозы может быть предложен критерий A , учитывающий величину воздействия комплекса внешних факторов [3]:

$$A = \sum I(R, t) C \cdot N(R, T) dR, \quad (3)$$

где $I(R, t)$ – концентрация загрязняющих веществ, меняющаяся в пространстве R и времени t ; C – геометрический фактор, учитывающий воздействие на элемент био-

сферы, фактически распределенный в пространстве I ; $N(R, T)$ – распределение видового состава растений, которое обычно выражается в нормированном виде.

В методическом отношении процесс отбора газоустойчивых видов растений по аналогии с процессом акклиматизации [16] можно условно разделить на стадии оценки первоначальных фенотипических изменений (на уровне особи) и последующего отбора популяций с генетически закрепленными признаками устойчивости.

На первой стадии фенотипические изменения, вызванные антропогенным фактором, как и в случае процесса акклиматизации, проявляются в характере сезонной ритмики, интенсивности физиологических процессов и биохимических реакций, в структурной организации растений [7, 18, 31]. Определяющим фактором прохождения этой стадии является ширина амплитуды фенотипических модификаций [8].

Аналогично интродукционным методам отбора эффективность прогнозирования газоустойчивости растений повышается в случае предварительного эколого-географического анализа. Так, растения из засушливых районов с карбонатными и слабозасоленными почвами более устойчивы к загрязнению воздуха, нежели растения, происходящие из районов с кислыми почвами [7]. Признаком газоустойчивости является также ксероморфность листьев [18].

Другим признаком газоустойчивости растений мог бы быть их филогенетический возраст, достаточный для формирования преадаптаций в ходе эволюционного процесса [11]. Предшественники многих промышленных загрязнений всегда присутствовали в атмосфере в концентрациях, которые не должны были оказывать существенного негативного влияния на растительность [6]. Однако в результате техногенного загрязнения природной среды концентрации этих соединений в атмосфере оказались значительно выше предельно

допустимых концентраций, установившихся в ходе эволюции для растений [19]. Поэтому филогенетический возраст растений не стал однозначным признаком их газоустойчивости. Это также подтверждается тем фактом, что в рекомендованных ассортиментах газоустойчивых растений филогенетически древние виды представлены в относительно ограниченном количестве [25, 35].

Кроме того, отбор газоустойчивых видов растений существенно усложнен многообразием атмосферных загрязнителей, специфические токсические свойства которых в комплексе с почвенно-климатическими факторами могут усиливаться [17].

По указанным причинам при разработке газоустойчивых ассортиментов растений потребовалась соответствующая дифференциация растений по видовым признакам их газоустойчивости. Изначально предлагалось разделять виды по газоустойчивости на основании их способности к регенерации поврежденных тканей, наличию барьеров для проникновения токсиантов внутрь растения, а также по окисляемости тканей этими токсикантами [9]. Заложенные в этой несколько упрощенной схеме методические подходы легли в основу последующих научно-методических разработок по газоустойчивости растений [7, 15, 18, 29, 30, 37].

На этапе выявления и последующего воспроизводства популяций газоустойчивых растений достаточно приемлемым представляется привлечение методик, используемых на аналогичной стадии акклиматизации растений-интродуцентов в новых почвенно-климатических условиях [16]. Популяции растений, устойчивых к техногенным условиям, в составе фитоценозов обычно формируются путем естественного отбора. Поэтому их выявление требует проведения специальных многолетних наблюдений [32, 47].

Для отбора газоустойчивых ассортиментов растений в настоящее время ис-

пользуются прямые и косвенные методы [18]. Ниже приведен перечень этих методов с некоторыми дополнениями.

Прямые методы:

- метрический метод (по площади повреждения листа);
- весовой метод (по потере воды единицей площади листа).

Косвенные методы:

- биоэкологическое тестирование (наблюдения за ритмами роста и развития);
- анатомо-морфологические признаки (соотношение высоты палисадной ткани к высоте губчатой, количество устьиц на единицу площади поверхности листа, опущенность листьев);
- физиолого-биохимические показатели (водоудерживающая способность листьев, содержание аминокислот, катионно-анионный обмен);
- физико-химические тесты (хемилюминесценция, электропроводность, биоэлектрическая активность и диэлектрическая проницаемость).

Прямые методы достаточно просты и в одинаковой степени пригодны для оценки устойчивости растений к экстремальным факторам различной природы.

Среди косвенных методов наряду с другими заслуживают внимания физико-химические экспресс-методы неповреждающего контроля состояния отдельных растений и их массивов [10, 13, 24], однако привлечение этих методик для решения данной задачи нуждается в дополнительных технических разработках.

Подводя итоги, заметим, что ни один из упомянутых выше показателей в отдельности не отвечает требованиям комплексного признака газустойчивости. При некоторых допущениях этому соответствует сопряженность внутренних и внешних параметров системы "растение-окружающая среда", которая, как и в случае с акклиматизацией растений-интродуцентов, возрастает с увеличением экстремальных воздействий окружающей среды [20, 21, 23].

На наш взгляд, это объясняется перераспределением энергии по иерархическим уровням системы [1, 47], что также вытекает из основных положений информационно-энергетической концепции, используемой в методических разработках по интродукции растений [5]. При анализе данной многофакторной системы хорошую воспроизводимость результатов оценки газустойчивости растений дает подход, основанный на вероятностных представлениях векторов переноса, интерпретируемых посредством распределения Релея [2]. Также заслуживает внимания использование для этих целей системы экспертных оценок растений [22].

Таким образом, принципы и методы отбора газустойчивых ассортиментов растений, при определенных допущениях, укладываются в рамки существующей теории интродукции и акклиматизации растений. Однако по сравнению с процессом отбора растений-интродуцентов отбор газустойчивых видов растений существенно усложнен наличием аддитивного взаимодействия атмосферных загрязнителей друг с другом и с экстремальными факторами природного происхождения и нуждается в использовании критерия комплексной оценки устойчивости растений к техногенным условиям окружающей среды. Практическое решение этой задачи базируется на концепции о сопряженности внутренних и внешних параметров системы "растение-окружающая среда" и вытекающих отсюда биоэнергетических подходов.

1. Белов В.В., Петрушенко В.В. К вопросу о методах оценки и прогноза выживания растений в условиях промышленной среды // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития. – К.: Наук. думка, 1990. – С. 105–106.

2. Белов В.В., Петрушенко В.В. Обоснование закономерностей ответных реакций растений на стресс с использованием термодинамических особенностей их функционирования // ГАСНТИ 34.29.25. – Одес. ун-т. – Одесса, 1993. – 23 с. – Деп. в ГНТБ Украины.

3. Белов В.В., Петрушенко В.В., Товстуха Н.И. и др. К оценке воздействия промышленной среды на природные экосистемы // Экологические проблемы городов, рекреационных зон и природоохранных территорий. – Одесса, 2000. – С. 105–107.
4. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберга. – М.: Мир, 1988. – С. 25, 220.
5. Булах П.Е. Методические аспекты оптимизации интродукционных исследований // Интродукция растений. – 1999. – № 2. – С. 15–21.
6. Защита атмосферы от промышленных загрязнений / Под ред. С. Калверта и Г.М. Инглунда. – М.: Металлургия, 1988. – Ч. 1. – С. 35.
7. Илькун Г.М. Газоустойчивость растений. – К.: Наук. думка, 1971. – С. 134–135.
8. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно-загрязненной среды: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Киев, 1994. – С. 46–49.
9. Красинский Н.П. Теоретические основы построения ассортиментов газоустойчивых растений // Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые сорта. – Горький; Москва, 1950. – С. 9–110.
10. Кринкер М.С., Петрушенко В.В. Способ определения качественных изменений в массиве растений // А.С. СССР на изобретение. – № 1517845 от 01.07.1989 г.
11. Кулагин Ю.З. Лесообразующие виды, техногенез и прогнозирование. – М.: Наука, 1980. – С. 30–38.
12. Куприн В.А., Оселедченко Т.А., Петрушенко В.В. Камера для искусственной фумигации растений в факторостатном режиме // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР. – М.: ГБС АН СССР, 1984. – С. 96.
13. Куприн В.А., Петрушенко В.В. Экспресс-анализ поглощения воды корнями на базе емкостных датчиков // Актуальные задачи физиологии и биохимии растений в ботанических садах СССР. – М.: ГБС АН СССР, 1984. – С. 138–139.
14. Лапин П.И. О терминах, применяемых в исследованиях по интродукции и акклиматизации растений // Бюл. ГБС. – 1972. – Вып. 83. – С. 10–18.
15. Медведев В.А., Тарабрин В.П. Хемотолерантность биоценозов и прикладная экология // Антропоустойчивость биоценозов и прикладная экология. – Таллин, 1977. – С. 143–146.
16. Некрасов В.И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений. – М.: Наука, 1980. – С. 19.
17. Николаевская Т.В. Эколого-физиологическая оценка устойчивости растений к трем газам (SO₂, H₂S, NH₃): Автореф. ... дис. канд. биол. наук. – Москва, 1992. – С. 19.
18. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 62–67, 218–233.
19. Николаевский В.С., Николаевская Т.В. Методика определения предельно допустимых концентраций вредных газов для растений. – М., 1988. – 15 с.
20. Петрушенко В.В. Фізико-хімічна оцінка стану деревно-чагарникових рослин в умовах промислового середовища // Укр. ботан. журн. – 1976. – 34. – № 2. – С. 197–198.
21. Петрушенко В.В. Адаптивные реакции растения. Физико-химический аспект. – К.: Вища школа, 1981. – 184 с.
22. Петрушенко В.В., Белов В.В., Чабан К.В., Шихалева Г.М. Эколого-флористический анализ древесных насаждений парковых фитоценозов из застосування системи експертних оцінок // Й.К. Пачоський та сучасна ботаніка. – Херсон: Айлант, 2004. – С. 357–362.
23. Петрушенко В.В., Григорян Э.М., Азарова Л.В. Применение метода корреляционных плеяд при оценке состояний древесных растений в различных экологических условиях // Ботан. журн. – 1981. – 66. – № 2. – С. 255–259.
24. Петрушенко В.В., Николаева Н.Я. Комплексна оцінка морозо-посушливості рослин за їх електрофізичними характеристиками // Таврійський науковий вісник. – 2003. – Вип. 25. – С. 43–48.
25. Петрушенко В.В., Слюсаренко А.М., Чабан К.Л., Белов В.В. Концепція формування асортиментів деревинних рослин при озелененні великих промислових підприємств в умовах Північно-Західного Причорномор'я // Роль ботанічних садів в зеленому будівництві міст, курортних та рекреаційних зон. – Одеса, 2002. – Ч. 2. – С. 89–94.
26. Петрушенко В.В., Шихалева Г.М. Фізико-хімічна концепція утилізації промислових забруднень рослинами // Матеріали XI з'їзду Українського ботанічного товариства. – Харків. – 2002. – С. 295–296.
27. Попов В.А., Негруцкая Г.М., Петрова В.К. Газопоглотительная способность растений // Газоустойчивость растений. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 52–60.
28. Попов В.А., Негруцкая Г.М., Шишмарева А.Т. Сравнительная газоустойчивость древесных растений (путем фумигации в камере) // Газоустойчивость растений. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 41–51.
29. Серебрякова Л.К. Допустимые концентрации токсических веществ в атмосферном воздухе

для древесной растительности // Газоустойчивость растений. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 184–185.

30. Тарабрин В.П., Кондратюк Е.Н., Башкатов В.Г. и др. Фитотоксичность органических и неорганических загрязнителей. – Киев: Наук. думка, 1986. – 216 с.

31. Тарчевский В.В. О выделении новой отрасли ботанических знаний – промышленной ботаники // Растительность и промышленные загрязнения. – Свердловск, 1970. – С. 5–9.

32. Товстуха Н.И., Петрушенко В.В., Шихалева Г.Н., Бабинец С.К. Хронология формирования ассортимента древесно-кустарниковых растений в парках низовья Куяльницкого лимана (г. Одесса) // Науковий вісник Чернівецького університету. – 2002. – Вип. 145. – С. 219–222.

33. Эннан А.А., Шихалева Г.Н., Петрушенко В.В. и др. К вопросу о применении растений для доочистки воздуха в условиях городских агломераций // Новые экологические методы и процессы в прикладной экологии. – Луганск, 2001. – С. 73–77.

34. Ashenden T.W., Mansfield T.A., Wellburn A.K. Influence of Wind on the Sensitivity of Plants to SO₂ // VDI-Berichte. – 1978. – P. 231–235.

35. Bialobok S. Controlling Atmosphere Pollution // Air Pollution and Plant Life; Ed. by M. Treshow. – New York, 1984. – P. 451–478.

36. Elkley T., Ormrod D.P. Leaf Diffusion Resistance Responses of the Petunia Cultivars to Ozone and /or Sulphur Dioxide // J. Air Pollution control Assoc. – 1979. – P. 622–625.

37. Guderian R. Air Pollution: Phytotoxicity of Acidic Gases and its Significance in Air Pollution Control // Ecological studies. – Berlin; New York, 1977. – 127 p.

38. Haut H. Die Analyse von Schwefeldioxidwirkungen auf Pflanzen in Laboratoriums Versuch // Staub. – 1961. – 21. – P. 52–56.

39. Havas P. Injury to Pines in the Vicinity of chemical Processing in Northern Finland // Acta Forestalia Fennica. – 1971. – 121. – N 1. – P. 4–21.

40. Heck W.W., Danning J.A. Response of Oats to Sulphur Dioxide: Interactions of Growth with Exposure Temperature or Humidity // J. Air. Pollution Control Assoc. – 1978. – 28. – N 1. – P. 241–246.

41. Heggstad H.E., Bennet G.H. Impakt of Atmosphere Pollution on Agriculture // Air Pollution and Plant Life. – 1984. – Chapter 15. – P. 357–395.

42. Huttunen S. The Influence of Air Pollution on the Northern Forest Vegetation // Proc. of the Kuopio Meeting on Plant Damages by Air Pollution. – Finland, 1976. – P. 97–101.

43. McLean D.C., Schneider R.E. Fluoride Phytotoxicity: its Alteration by Temperature // Second Int. Clean Air Congress. – New York: Acad. Press, 1971. – P. 292–295.

44. McLean D.C., Schneider R.E., McCune D.C. Fluoride Phytotoxicity as affected by relative Humidity // Proc. Third Int. Clean Air Congress. – 1973. – P. 143–145.

45. Menser H.A., Heggstad H.E. Ozone and Sulphur Dioxide Synergism: Injury to Tobacco Plants // Science. – 1966. – 153. – N 3. – P. 424–425.

46. Petroushenko V.V. The Possible Pathways of the Gaseous Pollutants Immobilization and Degradation with Participation of the Plant Biomembranes // EERO-USAID Proc. Symp. Ecological Chemistry. – Chiçinau, 1995. – P. 73.

47. Petroushenko V.V., Belov V.V., Paavo H. The estimation of the steppe phytocenoses state under the technogenions stress in Adjalyksky Limanes Area on the mathematical modeling basis // Management and Conservation of the Northern-Western Black Sea Coast // Proc. EUCC Intern. Symp. – Odessa, 1998. – P. 124–130.

48. Smith W.H. Pollution Uptake by Plants // Air Pollution and Plant Life. – Chapter 17. – New York, 1984. – P. 417–450.

49. Taylor G.S. Plant an Leaf Resistance to gaseous Air Pollution Stress. // New Phytol. – 1978. – 80. – N 3. – P. 523–534.

Рекомендовал к печати Ф.М. Левон

В.В. Петрушенко¹, Г.М. Шихалева²

¹ Ботанічний сад Одеського національного університету ім. І.І. Мечнікова, Україна, м. Одеса

² Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини НАН України, Україна, м. Одеса

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВІДБОРУ ГАЗОСТІЙКИХ РОСЛИН

Описано методи відбору газостійких видів рослин у контексті основних положень теорії інтродукції та акліматизації рослин. Аналізуються фізіологічні механізми газостійкості рослин, їх здатність до абсорбції забруднювачів атмосфери і показники їх адаптації в умовах промислового забруднення. Пропонується використовувати як комплексну ознаку газостійкості фактор спряженості внутрішніх і зовнішніх параметрів системи "рослина-довкілля". Останнє підтверджується результатами математичного моделювання.

V.V. Petroushenko¹, G.N. Shichalejeva²

¹ Botanical Gardens of I.I. Mechnikov Odessa National University, Ukraine, Odessa

² Physic-chemical Institute of the Environment and Man Protection, NAS of Ukraine, Ukraine, Odessa

THE METHODOICAL ASPECTS OF THE GAS-RESISTANT PLANT GROUPS SELECTION

The existing selection methods of the gas-resistant plant species in connection with fundamental the-

sis of the plant introduction and acclimatization theory are described. The physiological mechanisms of plant gas-resistance and ability to the pollutants absorption and the plant adaptation indexes under industrial pollution are analysed. It was proposed to use the factor of inner and external parameters of the system "plant-environment" as a complex characteristic of gas-resistance. That has been confirmed by math modeling methods.