

И. О. БАЙТУЛИН
М. А. ПРОСКУРЯКОВ
С. В. ЧЕКАЛИН

2

**Системно-
экологический
подход
к интродукции
растений
в Казахстане**



АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ГЛАВНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

И. О. БАЙТУЛИН
М. А. ПРОСКУРЯКОВ
С. В. ЧЕКАЛИН

СИСТЕМО-
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
ПОДХОД
К ИНТРОДУКЦИИ
РАСТЕНИЙ
В КАЗАХСТАНЕ

Часть 2



АЛМА-АТА

«Гылым»

1992

УДК 581.5:631.529(574)

Байтулин И.О., Проскуряков М.А., Чекалин С.В. Системно-экологический подход к интродукции растений в Казахстане. В двух частях. Часть 2. - Алма-Ата: Гылым, 1992. - 100 с.

Материалы монографии знакомят читателя с системно-экологическим подходом к интродукции растений. Его особенностью является обеспечение значительного увеличения теоретической и практической значимости результатов работы всякого центра интродукции за счет их сопоставительного анализа с данными других интродукционных стационаров, отличающихся экологическим режимом.

Книга предназначена для ботаников, физиологов растений, специалистов сельского и лесного хозяйства.

Библиогр. 212 назв. Ил. 6. Табл. 78.

Ответственный редактор
доктор биологических наук, профессор И.Р.РАХИМБАЕВ

Рецензент
член-корреспондент АН Республики Казахстан,
профессор С.А.Бедарев

Baytulin I.O., Proskuryakov M.A., Chekalin S.V.
The system-ecological way to the plant's introduction in Kazakhstan. In two parts. Part 2. - Alma-Ata: Gylym, 1992. - 100 p.

The monograph introduces to a reader the system-ecological way to the plant's introduction. It's peculiarity is large increase of theoretical and practical importance of any introduction centre's datas by they comparative analysis with other different in ecology introduction centre's datas.

The book is for botanists, plant's physiologists, specialists of agriculture and forestry.

Bibliogr. 212 names. Fig. 6. Tables 78.

Editor-in-chief
doctor of biology, professor I.R.RAHIMBAEV

Reader
corresponding member Republic Kazakhstan's
Academy of science, professor S.A.Bedarev

Б 1906000000-058 Дп.92



Байтулин И.О.,

407(05)-92

ISBN 5-628-01298-x(ч.2)

Проскуряков М.А.,
Чекалин С.В., 1992

ISBN 5-628-01296-3

Глава 6

РАСТЕНИЯ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Ведя в предыдущих главах обсуждение экологических рядов интродукционного прогноза и экологической пластичности растений, мы оперировали понятием географического пункта как экологического адреса места испытания или произрастания растений. Такими географическими пунктами были города (Алма-Ата, Караганда и др.) и поселки (Баканас). Любой из этих пунктов принимался нами за однородную в своих экологических характеристиках точку. Экологические (а точнее, климатические) координаты этой точки приравнялись таковым пунктов наблюдений метеослужбы.

Правомочность такого подхода очевидна для интродуктора, по крайней мере, своей традиционностью. Более того, этот подход может быть сочтен достаточно тонким, так как за однородные экологические общности в целях зонального дендрорайонирования принимаются обширные регионы, простирающиеся на тысячи и десятки тысяч квадратных километров (Вольф, 1915; Rehder, 1949; Гурский, 1957; Мушегян, 1962; Галактионов, Ву, 1963; Рубаник, Черкасов, 1971; Колесников, 1974; Бессчетнов, Голошапов, 1988 и др.).

Очевидна также неоднородность экологического фона в пределах географического пункта, обуславливаемая гетерогенностью эдафических, микроклиматических условий. Урбанизация территории еще более усугубляет эту неоднородность (Клауснитцер, 1980). В связи с такой *Волосков*

гетерогенностью урбанизированной территории для классификации ее составляющих предложено специальное понятие "урбоэкоотоп" (Байтулин, 1980), предполагающее различную реакцию растений на разных участках городской территории.

Иллюстрацией правомочности такого подхода могут служить результаты наших исследований феноритмики и состояния растений в Алма-Ате.

Алма-Ата расположена на севере горных отрогов Тянь-Шаня у подножия северного склона Заилийского Алатау на высоте 600-900 м над ур.м. Площадь города составляет около 170 км². Алма-Ата характеризуется континентальным климатом с абсолютным максимумом температуры 43,4°С и абсолютным минимумом -38°С (Алма-Ата, 1983). Годовое количество атмосферных осадков составляет 600-650 мм. Их выпадение приходится на апрель-май (главный максимум) и на октябрь-ноябрь (второстепенный максимум). Для климата города характерен засушливый период, который, как правило, приходится на вторую половину июля и август. Длительность этого периода с максимальной суточной температурой воздуха более 30°С в среднем составляет 36 сут. Такой прогрев воздуха сопровождается минимизацией атмосферных осадков. Среднее, многолетнее количество осадков в августе составляет лишь 26 мм.

Предгорный характер рельефа Алма-Аты определяет зависимость микроклиматических особенностей местности от ее высоты над уровнем моря. На уровне проспекта Аль-Фараби ежегодно выпадает 900 мм атмосферных осадков, на уровне ул.Толе би - 800 мм, а на ж.-д. вокзале Алма-Ата-1 - 550 мм.

Для Алма-Аты характерна горно-долинная циркуляция воздуха, обусловленная грядами гор Заилийского Алатау, расположенными в непосредственной близости к восточной и южной границам города (Линник, 1988). Аэродинамическая тень Алма-Атинского отрога охватывает южную половину города, простираясь на 7-10 км от подножия хребта. В ее границах преобладающими являются ветры южного и юго-восточного направлений. Под влиянием застройки отмечается заметное изменение розы ветров, большее

значение приобретают ветры южной составляющей. Описанные территории характеризуются наиболее благоприятным санитарно-гигиеническим состоянием воздушных масс, поскольку горно-долинная циркуляция способствует регулярному самоочищению атмосферы в дневные часы.

К северу от указанного района город лежит как бы в котловине между Боролдайской возвышенностью, расположенной в северо-западной части, и идентичными ей абсолютными отметками подножия Заилийского Алатау. Котловинное положение снижает скорость ветра в данном районе, а расположение котловины с юго-запада на северо-восток формирует преобладание в приземном слое юго-западных и западных ветров. Условия самоочистки атмосферы здесь наиболее неблагоприятны.

Краткий обзор физико-географических и климатических условий показывает наличие существенных экологических градиентов с юга на север. Следует отметить, что аналогично складывается картина загрязнения атмосферы города (Кобзарь, Гавриш, Толебаева, 1988). В пределах города нагрузка на среду согласуется со степенью запыленности воздушного бассейна и многократно увеличивается при четкой тенденции ее роста с юга на север. На фоне этой зональности увеличением запыленности выделяются крупные транспортные магистрали, их развязки, ТЭЦ и отдельные промышленные предприятия.

Зональный подход был исходным в нашем отборе модельных участков для проведения наблюдений за растениями. В черте города было определено 4 района, два из которых примыкали соответственно к северной и южной границам города, а два другие занимали промежуточное положение, существенно не отличаясь по расположению территории относительно уровня моря. На северном участке были выбраны две модельные площадки: № 1 - высота 695 м над ур.м. и № 2 - высота 710 м над ур.м. Третья и четвертая площадки были выбраны в срединной части города: № 3 - на высоте 790, а № 4 - на высоте 810 м над ур.м. Следует отметить, что условия площадки № 3 соответствовали максимальному в условиях Алма-Аты атмосферному за-

Таблица 6.1. Дата начала (А), и длительность в днях (Б) роста побегов растений на модельных площадках в насаждениях Алма-Аты

Вид	Год	Модельные площадки							
		1		2		3		4	
		А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
Вяз приземистый	1986	20.04	44	20.04	110	20.04	7	20.04	112
	1987	16.04	48	16.04	147	12.04	7	12.04	116
	1988	19.04	56	19.04	144	19.04	7	19.04	90
	1989	18.04	83	15.04	104	14.04	7	14.04	77
Средн. по площадкам		18.04	58	17.04	126	16.04	7	16.04	99
Клен ясенелистный	1986	20.04	58	17.04	61	-	-	-	-
	1987	12.04	78	15.04	103	-	-	-	-
	1988	16.04	64	17.04	63	16.04	7	16.04	58
	1989	13.04	79	15.04	102	10.04	7	10.04	70
Средн. по площадкам		15.04	70	16.04	82	13.04	7	13.04	64
Береза повислая	1986	-	-	22.04	84	27.04	7	27.04	28
	1987	20.04	112	25.04	76	20.04	7	20.04	33
	1988	16.04	100	22.04	81	24.04	7	24.04	36
	1989	24.04	87	25.04	55	24.04	7	24.04	53
Средн. по площадкам		20.04	100	25.04	74	19.04	7	19.04	37
Сирень обыкновенная	1986	12.04	29	-	-	12.04	7	12.04	28
	1987	12.04	33	-	-	12.04	7	12.04	33
	1988	16.04	12	-	-	16.04	7	16.04	36
	1989	06.04	48	-	-	06.04	7	06.04	53
Средн. по площадкам		11.04	30	-	-	11.04	7	11.04	37

Бид	Год	Модельные площадки						Средние по годам	
		4			5				
		А	Б	В	А	Б	В	А	Б
1	2	9	10	11	12	13	14		
Вяз при-земистый	1986	20.04	64	26.04	72	21.04	80		
	1987	12.04	142	19.04	91	15.04	109		
	1988	16.04	126	22.04	79	19.04	99		
	1989	16.04	99	25.04	66	18.04	86		
Средн. по пло-щадкам									
Клен ясе-нелистный	1986	16.04	108	23.04	77	18.04	94		
	1987	12.04	50	16.04	69	16.04	59		
	1988	15.04	66	16.04	69	14.04	79		
	1989	16.04	60	18.04	54	17.04	60		
	1989	12.04	99	19.04	72	14.04	84		
Средн. по пло-щадкам									
Береза по-вислая	1986	14.04	67	17.04	66	15.04	70		
	1987	26.04	67	29.04	62	27.04	60		
	1988	18.04	91	25.04	67	22.04	76		
	1989	23.04	88	18.04	77	21.04	76		
	1989	27.04	79	08.05	53	28.04	65		
Средн. по пло-щадкам									
Сирень обыкновен-ная	1986	23.04	81	27.04	65	24.04	70		
	1987	12.04	28	20.04	23	14.04	27		
	1988	12.04	30	12.04	33	12.04	32		
	1989	16.04	14	17.04	22	16.04	21		
	1989	05.04	55	12.04	46	07.04	50		
Средн. по пло-щадкам									
		11.04	32	15.04	31	12.04	32		

грязнению. Она прилегала к территории предприятия, дающего самый большой валовый выброс загрязнителей в атмосферу, составляющий 15% от выброса всех промышленных предприятий города. В южной части города на высоте 860 м над ур.м. была подобрана модельная площадка № 5. На этих площадках изучались ростовые процессы побегов клена ясенелистного, вяза приземистого, березы повислой, дуба черешчатого, сирени обыкновенной. Возраст насаждений к началу исследований — 8–10 лет. Наблюдения за растениями проводились с 1986 по 1989 г.

Градиенты высот над уровнем моря предполагали отличия сроков наступления фенопроявлений на выбранных модельных площадках — чем больше высота, тем значительнее запаздывание фенофазы. Однако результаты исследований показали (табл. 6.1), что такая зависимость проявляется только при сопоставлении фенодат на площадках № 1 и 5. При видоспецифичности наблюдаемой картины можно отметить одну общую тенденцию — опережение сроков начала роста побегов на площадке № 3, расположенной на 100 м выше площадки № 1. Это явление объясняется формированием над территорией города "островов тепла".

В центре Алма-Аты, как и у всякого крупного города, существует "остров тепла" — огрубленно можно сказать, что температуры воздуха в центральной части города на 1,5–2,0°С выше, чем на его периферии (Алма-Ата, 1983). Это обуславливается особенностями застройки города, распределением активности промышленной деятельности и движения автотранспорта. Имеющие место в центральной части города многоэтажные сооружения с большой протяженностью бетонных и металлических поверхностей, асфальтовые покрытия улиц в летний период существенно разогреваются и становятся дополнительными источниками тепла. Кроме того, источниками тепла служат промышленные предприятия и автотранспорт. Фактически на территории города формируется несколько "островов тепла", конфигурация и само существование которых зависят от времени года и суток. Последнее связано с временными регламентами работы промышленности и автотранспорта. Особенности городской

архитектуры формируют не только "острова тепла", но и "острова холода". В этом случае воздух охлаждается вследствие испарения с водных поверхностей, фонтанов и растительности. Снижение температуры за счет такого испарения достигает $2-3^{\circ}\text{C}$, а градиенты температуры между "островами тепла" и "островами холода" летом превышают 10°C . В условиях жаркого климата Алма-Аты массивы зеленых насаждений, формирующие в летнее время "острова холода", имеют особо важное значение для создания населению более комфортабельных условий для труда и отдыха.

Формирование "острова тепла" и обуславливает отклонения последовательности наступления фенофаз по площадкам от закономерностей вертикального расположения. Из приведенного примера видно, что микроклиматические колебания в пределах крупного города могут быть сопоставлены с градиентами параметров в ряду географических пунктов.

Как следует из табл. 6.1, различия по длительности роста побегов растений также сопоставимы с градиентами в рассматривавшемся ранее экологическом ряду. Так, у вяза приземлистого средние за 4 года различия между максимальной и минимальной длительностью роста в один и тот же сезон вегетации составили 73 дня, или 56% от максимальной длительности роста. У березы повислой эти характеристики составляют соответственно 58 дней и 60%, у клена ясенелистного - 24 дня и 27% и у сирени обыкновенной - 10 дней и 28%.

Анализ таблицы также показывает, что максимальное для Алма-Аты загрязнение окружающей среды только селективно влияет на длительность ростовых процессов побегов. Лишь у березы повислой в этих условиях постоянно наблюдаются минимальные длительности ростовой активности, у других же видов существенное ограничение роста во времени промышленным загрязнением среды не вызывается.

Данные табл. 6.1 были обработаны нами методом двухфакторного дисперсионного анализа (Лакин, 1980) с целью получить количественные характеристики влияния на длительность роста побегов в условиях Алма-Аты экологических особенностей модельных площадок и метеорологических

особенностей сезонов вегетации (табл. 6.2). Анализ показал, что длительность роста побегов вяза приземистого существенно зависит от градиентов экологических факторов, сопряженных с исследованным спектром модельных площадок. Длительность роста клена ясенелистного также зависит от особенностей модельных площадок, но в значительно большей степени варьирует вследствие сезонных отличий погодных условий. На продолжительность роста побегов сирени обыкновенной влияют только сезонные различия, а рост березы повислой существенно не зависит ни от одного из двух анализировавшихся факторов. Последнее заключение может показаться противоречащим выводу о том, что длительность роста березы повислой сокращается в условиях сильного антропогенного загрязнения. На самом же деле такого противоречия нет. Дисперсионный анализ показывает, что варьирование этого показателя на площадках № 1, 2, 4 и 5 столь сильное, что тенденция, обнаруженная на площадке № 3, затушевывается им. Иными словами, длительность роста побегов березы повислой чрезвычайно сильно варьирует вне зависимости от конкретных особенностей места произрастания и погодных условий периода вегетации. Общим же выводом по результатам анализа следует признать видоспецифичную дифференцированность зависимостей длительности роста побегов как от конкретных условий места произрастания, так и от метеорологических особенностей сезона вегетации.

Отмечается сильное варьирование в пределах города и по приросту побегов у растений, произрастающих на модельных площадках (табл. 6.3). В среднем за 4 года наблюдений оно составляет у вяза приземистого 70% от максимального прироста, березы повислой — 63%, клена ясенелистного — 50% и у сирени обыкновенной — 38%. Обращает на себя внимание тот факт, что у видов с максимальным варьированием между площадками длительности роста побегов отмечается и максимальное варьирование продуктивности ростовых процессов. Вместе с тем из табл. 6.3 следует, что в условиях наибольшего загрязнения (площадка № 3) прирост побегов березы повислой существенно

Т а б л и ц а 6.2. Дисперсионный анализ влияния на длительность роста побегов древесных растений в условиях Алма-Аты особенностей модельных площадок (А) и сезонов вегетации (Б)

Вид	Факторы вариации	Степень свободы	Сумма квадратов отклонений	Дисперсия	Фактическое значение критерия Фишера	Критическое значение критерия Фишера ($p=0,005$)	Сила влияния
Вяз приземистый	А	4	19768	4942	6,9	2,9	0,42
	Б	3	5865	1955	2,7	3,1	
	АБ	12	1532	128	0,2	2,3	
	Остаточ. Общая	20 39	14423 41581	721			
Клен ясенелистный	А	4	1902	475	5,5	3,5	0,26 0,50
	Б	1	1940	1940	22,4	5,0	
	АБ	4	345	86	1,0	3,5	
	Остаточ. Общая	10 19	865 5052	86			
Сирень обыкновенная	А	3	838	279	1,3	3,2	0,38
	Б	3	3626	1209	5,8	3,2	
	АБ	9	247	27	0,1	2,5	
	Остаточ. Общая	16 31	3314 8025	207			
Береза повислая	А	4	2383	596	1,8	2,9	3,1 2,3
	Б	3	915	305	0,9	3,1	
	АБ	12	1916	160	0,5	2,3	
	Остаточ. Общая	20 39	6611 11825	330			

не подавляется. Выше уже отмечалось существенное сокращение на площадке № 3 длительности роста побегов этих растений. Обнаруживается неоднозначность первичных выводов о связи между длительностью и продуктивностью ростовых процессов. Это соотношение представляет значительный интерес не только в плане описываемых исследований, но и для точной интерпретации других исследований экологической пластичности растений.

Нами был проведен корреляционный анализ (Доспехов, 1985) взаимосвязей между длительностью роста и приростом побегов (табл. 6.4). Имеющиеся данные (см. таблицы 6.1, 6.3) позволили вести анализ по двум направлениям: анализировать взаимосвязь в течение ряда лет на одной площадке или в течение одного года по всем модельным площадкам. В первом случае анализ выявляет влияние особенностей метеорологического фона при фиксированных прочих экологических условиях на зависимость длительности и продуктивности роста побегов у генетически идентичных растений, а во втором раскрывает анализируемую взаимосвязь на разнородном генетическом материале и при неравных эдафических, биоценологических условиях, но при выровненном метеофоне.

Общим выводом по обоим вариантам анализа является признание наиболее тесной взаимосвязи между длительностью роста и отращиванием побегов у вяза приземистого. Однако и у этого вида достоверные корреляции составляют менее 50%. Соотношения между остальными видами по сопряженности длительности и продуктивности роста разнятся по вариантам анализа. По второму варианту средние значения коэффициентов корреляции несколько выше, но за ними не удается проследить какой-либо закономерности, а в первом варианте, при генетической идентичности анализируемого материала и относительной стабильности всех условий, кроме метеорологического фона, такая закономерность просматривается.

В ряду вяз приземистый – клен ясенелистный – береза повислая – сирень обыкновенная степень взаимосвязи между длительностью ростовых процессов и приростом побегов

Т а б л и ц а 6.3. Приросты побегов растений, произрастающих на модельных площадках в насаждениях Алма-Аты, см.

Вид	Год	Модельные площадки					Средние по годам
		1	2	3	4	5	
Вяз приземистый	1986	33±5,2	88±17,0	62±10,2	71±14,0	28±3,1	56
	1987	31±3,7	95±10,0	51±2,6	81±11,0	46±4,6	61
	1988	29±5,2	107±10,3	24±1,2	36±6,8	39±2,9	47
	1989	17±1,3	61±3,5	24±1,7	28±3,1	19±2,4	30
Средн. по площадкам	27	88	40	54	33	48	
Клен ясенелистный	1986	47±4,6	37±2,9	-	42±4,6	38±4,4	41
	1987	55±9,0	59±9,3	-	39±2,9	28±2,0	45
	1988	56±7,3	68±8,9	5,4±2,6	25±5,3	33±5,9	47
	1989	61±7,8	69±8,5	44±8,0	24±5,1	38±7,3	47
Средн. по площадкам	55	58	49	32	34	45	
Береза повислая	1986	27±6,0	36±5,1	26±2,0	22±2,7	18±2,4	25
	1987	33±5,0	33±4,4	41±3,6	28±2,8	15±1,3	30
	1988	50±7,5	42±7,6	40±4,8	30±3,2	9±1,6	34
	1989	27±2,5	15±1,4	18±1,9	17±1,5	12±1,4	18
Средн. по площадкам	37	31	31	24	13	27	
Сирень обыкновенная	1986	32±2,2	-	26±2,6	36±0,7	38±2,4	33
	1987	47±5,3	-	44±2,7	37±3,9	47±3,3	44
	1988	27±4,0	-	49±3,4	26±4,2	38±2,5	35
	1989	40±5,6	-	45±3,8	20±3,5	25±2,6	32
Средн. по площадкам	36	-	41	30	37	36	

Т а б л и ц а 6.4. Анализ корреляции между длительностью роста и приростом побегов древесных растений на модельных площадках в насаждениях Алма-Аты

Вид	Корреляция между длительностью роста и приростом побегов					В пределах одного года по всем модельным площадкам						
	В пределах сезона вегетации					В пределах одного года по всем модельным площадкам						
	Пло- щад- ка	Фактиче- ский коэф- фициент корреля- ции	Критичес- кое зна- чение квантили квантили реляции	Досто- вер- ность кор- реля- ции	Год	Фактиче- ский ко- эффи- циент кор- реляции	Критичес- кое зна- чение ко- эффициен- та корреля- ции	Досто- вер- ность корре- ляции	Год	Фактиче- ский ко- эффи- циент кор- реляции	Критичес- кое зна- чение ко- эффициен- та корреля- ции	Досто- вер- ность корре- ляции
Вяз при- земный	1	0,997	0,950	0,05	1986	0,647	0,878	-	1986	0,798	0,878	0,05
	2	0,827	0,950	-	1987	0,927	0,878	-	1987	0,927	0,878	0,05
	3	0,906	0,950	-	1988	0,730	0,878	-	1988	0,730	0,878	-
	4	0,030	0,950	-	1989	0,887	0,878	-	1989	0,887	0,878	0,05
	5	0,971	0,950	0,05								
	Средн.	0,347			Средн.	0,798			Средн.	0,798		
Клен ясе- лиственный	1	0,796	0,950	-	1986	0,542	0,950	-	1986	0,542	0,950	-
	2	0,471	0,950	-	1987	0,426	0,950	-	1987	0,426	0,950	-
	4	0,652	0,950	-	1988	0,593	0,878	-	1988	0,593	0,878	-
	5	0,256	0,950	-	1989	0,120	0,878	-	1989	0,120	0,878	-
	Средн.	0,218			Средн.	0,149			Средн.	0,149		

Береза повис- лая	1	0,274	0,997	-	1986	0,362	0,950	-
	2	0,953	0,950	0,05	1987	-0,231	0,878	-
	3	-0,591	0,950	-	1988	0,073	0,878	-
	4	0,649	0,950	-	1989	0,777	0,878	-
	5	-0,397	0,950	-	-	-	-	-
	Средн.	0,178			Средн.	0,245		-
Сирень обычно- венная	1	0,691	0,950	-	1986	-0,568	0,950	-
	3	0,538	0,950	-	1987	0,909	0,950	-
	4	-0,468	0,950	-	1988	0,986	0,950	0,05
	5	-0,584	0,950	-	1989	-0,067	0,950	-
		Средн.	0,044			Средн.	0,315	

снижается. Из табл. 6.1 следует, что в этом же ряду в том же направлении снижается и средняя длительность роста побегов. Логично предположить, что связь между длительностью и продуктивностью роста тем сильнее, чем дольше длятся ростовые процессы. Для проверки этого предположения нами проводился корреляционный анализ взаимосвязи средних величин длительности роста и ее сопряженности с приростом побегов. Коэффициент корреляции оказался равным 0,980 при критическом стандартном значении 0,950 для достоверности 0,05. Существенность корреляции позволила перейти к оценке взаимосвязи между длительностью и продуктивностью роста путем регрессионного анализа (Лакин, 1980). Было получено уравнение линейной регрессии вида

$$y = 0,005x - 0,135,$$

где y – коэффициент корреляции между длительностью роста побегов и их приростом; x – средняя длительность роста побега у вида в условиях Алма-Аты (сут). Из этого уравнения следует, что при длительности роста менее 27 дней связи между ней и приростом побегов не ожидается. При большей же длительности роста такая связь обнаруживается, монотонно нарастая. Полная взаимосвязь между длительностью и продуктивностью роста предполагается при периоде отрастания побегов, равном 227 дням.

Полученное соотношение позволяет как качественно, так и количественно оценивать существенность пропорциональности сроков отрастания приростам побегов. Так, с учетом сделанного выше вывода о том, что оптимально экологически пластичные для широкозональной интродукции в Казахстане виды должны характеризоваться максимальной продолжительностью роста не более 113 сут, можно прогнозировать, что большей адаптабельностью будут отличаться растения с коэффициентами корреляции между длительностью и продуктивностью роста побегов, равными и менее 0,430. Предпочтительнее слабые, а не сильные связи.

Рассмотрим вариабельность приростов побегов растений на модельных площадках в насаждениях Алма-Аты. Для

оценки влияния на нее различных экологических условий модельных площадок и погодных условий, сезонов вегетации мы также, как и в случае с длительностью роста, использовали дисперсионный анализ (табл. 6.5). У всех видов обнаруживается существенное влияние разнообразия условий модельных площадок на варьирование приростов побегов. Разнообразие локальных условий произрастания может быть единственным выявляемым существенным фактором варьирования (клен ясенелистный), но оно, как правило, сочетается с особенностями сезона вегетации. Описанное исключение клена ясенелистного, как будет показано ниже, не случайно. Этот вид наиболее адаптирован из всех исследовавшихся к условиям Алма-Аты. Поэтому сезонные колебания метеорологического фона для него менее значительны. Общим выводом по этому анализу является раскрытие через приросты побегов существенности градаций экологических условий на территории Алма-Аты.

Важнейшим фактором для жизнедеятельности растений в условиях Алма-Аты является водообеспеченность. Параллельно с уже описанными исследованиями мы определяли остаточный водный дефицит в тканях листьев (Чекалин, 1987б). Результаты анализов водообеспеченности растений были сопоставлены с данными о приростах побегов растений (табл. 6.6). Следует отметить, что 1988 г. был выше многолетней нормы влажным летом, а 1989 - засушливым. С этих позиций очевидно, что у березы повислой, вяза приземистого тем больше зависимость ростовых процессов от водообеспеченности апикальных листьев побегов, чем засушливее сезон вегетации. У более адаптированного клена ясенелистного такой зависимости не наблюдается. Базальные листья побегов не являются индикаторами водообеспеченности растений.

В водообеспеченности, а следовательно, и в состоянии растений в урбанизированных условиях произрастания важную роль играют не только, а порой, и не столько метеорологические факторы, сколько эдафические: доступность грунтовых вод, организация орошения, антропогенные воздействия на сложение почвенных и грунтовых горизонтов.

Т а б л и ц а 6.5. Дисперсионный анализ влияния на прирост побегов древесных растений в условиях Алма-Аты особенностями модельных площадок (А) и сезонов вегетации (Б)

Вид	Факторы вариации	Степень свободы	Сумма квадратов отклонений	Дисперсия	Фактическое значение критерия Фишера	Критическое значение критерия Фишера ($p=0,05$)	Сила влияния
Клен ясенный	А	3	10583	3528	8,8	2,8	0,28
	Б	3	553	184	0,5	2,8	
	АБ	9	5401	600	1,5	2,0	
	Остаточ.	64	25678	401			
	Общая	79	42215				
Вяз приземистый	А	4	44846	11211	29,0	2,5	0,50
	Б	3	13564	4521	11,7	2,7	
	АБ	12	8560	713	1,8	1,9	
	Остаточ.	80	30884	386			
	Общая	99	97774				

Береза- повислая	А	4	5915	1479	10,8	2,5	0,30
	Б	2	3891	1945	14,2	3,2	0,24
	АБ	8	2087	261	1,9	2,0	
	Остаточ. Общая	60 74	8231 20034	137			
Сирень объёмно- венная	А	3	1386	462	4,8	2,8	0,10
	Б	3	1521	507	5,3	2,8	0,11
	АБ	9	3067	341	3,6	2,0	0,27
	Остаточ. Общая	64 79	6160 12134	96			

Таблица 6.6. Корреляция между среднесезонными уровнями остаточного водного дефицита в тканях листьев растений и приростом побегов

Вид	Год	Апикальные листья побегов	Базальные листья побегов
Береза повислая	1987	-0,600	-0,350
	1988	-0,150	-0,550
	1989	-1,000	-0,800
	Средн.	-0,583	-0,567
Вяз приземистый	1987	-0,650	0,000
	1988	-0,050	-0,725
	1989	-0,875	-0,550
	Средн.	-0,525	-0,425
Клен ясенелистный	1987	-0,400	-0,400
	1988	-0,175	-0,475
	1989	-0,300	-0,300
	Средн.	-0,292	-0,425

В ходе ведения нулевого цикла строительных работ на поверхность извлекаются достаточно глубокие слои грунта. В Алма-Ате, значительная территория которой располагается на конусах выноса рек, на дневную поверхность поднимаются валунно-галечниковые отложения прежних селевых потоков. По завершению строительства, к сожалению, весьма часто эти грунты используют для планировки территорий, после чего происходит захоронение гумусного слоя почвы, верхние горизонты оказываются сильно дренированы, их механический состав неблагоприятен для растений.

Эти положения подтверждают данные наших исследований (Чекалин, 1981), приведенные в табл. 6.7. В качестве критерия адаптированности растений использована нормированная функция физиологического состояния растений (Чекалин, 1981), позволяющая характеризовать степень резервирования адаптивных возможностей — чем выше значение

функции, тем они больше (Чекалин, 1987а). Из таблицы следует, что состояние растений в разных эдафических условиях различно, причем градации состояний в различных местах произрастания видоспецифичны. Так, клен ясенелистный лучше всего чувствует себя на антропогенезированных почвах конусов выноса при условии арычного орошения, береза повислая одинаково адаптируется как к вышеописанным условиям, так и на глинистых почвах с неглубоким залеганием грунтовых вод, а дубу черешчатому предпочтительны глинистые почвы. Такая видоспецифичность уровней адаптированности обуславливается характером корневых систем растений. По данным И.О. Байтулина и А.А. Аметова (1983), клен ясенелистный характеризуется корневой системой смешанного типа с преобладанием сильно развитых горизонтальных придаточных корней. Последние, располагаясь вдоль арычного водотока, обеспечивают наиболее эффективное поступление влаги. Береза повислая, как и клен ясенелистный, характеризуется корневой системой смешанного типа, но уже с преобладанием вертикальных корней. У дуба черешчатого вертикальная ориентация корневой системы выражена еще сильнее. Наиболее неблагоприятное состояние практически у всех растений на антропогенных нарушенных почвах конуса выноса без арычного орошения. Следует отметить, что в процессе исследований береза повислая на смещенных в ходе строительства почвах конуса выноса со спорадическим поливом характеризовалась интенсивным отмиранием.

В условиях города к древесным растениям наряду с устойчивостью и декоративностью в настоящее время предъявляется еще одно требование – способность интенсивно очищать воздушный бассейн от антропогенного загрязнения. Наиболее распространенной формой характеристики санирующей способности растений является определение количества загрязнителя, накапливаемого на единицу площади или сухой массы листовой пластинки (Гетко, 1968; Попов и др., 1980). Этот показатель является удельной характеристикой интенсивности санирующего эффекта растений, однако он не позволяет учитывать реальный санирующий эффект дерева

Таблица 6.7. Среднесезонные значения нормированной функции состояния насаждений древесных растений в различных эдафических условиях Алма-Аты

Год	Вид	Характеристики почвенно-грунтовых условий		Смешанные в ходе строительства валуно-галечниковые почвы конуса выноса		Естественные глиноземные почвы с уровнем поднятия грунтовых вод до глубины 1,0-1,6 м		
		арычный полив	Характер орошения	спорадический гидрантный полив	богара	отн. значение, %	абс. значение, %	отн. значение, %
		Нормированная функция состояния насаждений						
		абс. значение, %	отн. значение, %	абс. значение, %	отн. значение, %	абс. значение, %	отн. значение, %	
1978	Клен листный	80,9±2,05	100	77,3±2,24	96	76,4±1,37	94	
	Вяз приземистый	76,6±1,20	100	73,7±1,31	96	-	-	
	Дуб черешчатый	76,4±1,89	100	-	-	76,6±1,65	100	
1979	Береза повислая	74,0±2,06	100	67,0±3,01	90	74,2±2,08	100	
	Клен ясенелистный	87,5±1,50	100	80,0±1,92	91	81,3±3,00	93	
	Вяз приземистый	81,0±1,38	100	75,8±1,30	94	-	-	
	Дуб черешчатый	82,0±1,63	95	-	-	86,6±1,50	100	
	Береза повислая	79,0±1,84	100	70,3±2,78	87	78,8±1,43	100	

без знаний об его общей площади или суммарной массе листьев в корне. Суммарная площадь и масса листьев дерева выступают в качестве экстенсивных характеристик санирующего эффекта дерева. Сам же санирующий эффект соответствует произведению удельной характеристики интенсивности на экстенсивную. Удельная характеристика интенсивности санирующего эффекта видоспецифична и зависит от концентрации загрязнителя в месте произрастания растения. Экстенсивные характеристики также видоспецифичны, но зависят от возраста дерева, его общей физиологической реакции на экологические особенности места произрастания.

Нами (Проскураков и др., 1990) проанализировано соотношение роли интенсивных и экстенсивных характеристик в формировании санирующего эффекта. В условиях Алма-Аты были проведены исследования числа листьев, их площади и сухой массы в кроне одного дерева 7 наиболее распространенных в городе древесных и 2 кустарниковых растений (табл. 6.8). Из таблицы видно, что анализировавшиеся виды характеризуются различной динамикой формирования кроны. Клен ясенелистный и вяз приземистый имеют наиболее развитый листовой аппарат в возрасте 10 лет. На более поздних этапах развития прирост кроны у этих видов в соотношении с другими ослаблен. У клена ясенелистного и вяза приземистого с 11 до 20 лет происходит увеличение числа листьев в 2 раза, а у остальных видов - в 10. Еще более увеличивается отставание в увеличении числа листьев в кронах этих деревьев после 20 лет. Соотношение с другими видами - 3/40-3/100. Динамика роста березы повислой и липы мелколистной отличается от вяза гладкого, дуба черешчатого, ясеня зеленого тем, что увеличение листьев в кроне первых происходит в 2,5 раза менее интенсивно, чем у вторых. На основании данных динамики увеличения числа листьев можно отметить следующее: вяз приземистый, клен ясенелистный - затухающий всплеск; береза повислая, липа мелколистная - равномерно нарастающая; дуб черешчатый, вяз гладкий, ясень зеленый - нарастающая с ускорением.

Таблица 6,8. Число, площадь и масса сухого от

Вид	Возрастные группы, лет	Кол-во листьев в кроне одного дерева, шт.			Средняя площадь одного листа, м. ² · 10 ⁻⁴
		минимальное	максимальное	среднее	
Береза повислая	До 10	1,2	2,4	1,8	14,6 ± 0,84
	11-20	5,0	20,7	12,8	
	Более 20	22,5	48,3	35,3	
Вяз гладкий	До 10	0,5	1,1	0,8	63,4 ± 2,24
	11-20	6,1	12,6	9,3	
	Более 20	18,3	54,8	36,5	
Вяз приземистый	До 10	5,2	19,3	12,2	8,5 ± 0,75
	11-20	9,7	33,8	21,8	
	Более 20	19,4	60,4	40,0	
Дуб черешчатый	До 10	0,4	1,4	0,9	78,1 ± 6,00
	11-20	5,4	29,4	14,4	
	Более 20	16,2	91,0	53,6	
Клен ясенелистный	До 10	0,5	1,1	0,8	150,8 ± 10,98
	11-20	0,7	1,7	1,2	
	Более 20	1,1	3,3	2,2	
Липа мелколиственная	До 10	0,7	1,5	1,1	35,8 ± 1,86
	11-20	7,3	15,3	11,3	
	Более 20	15,5	30,8	23,2	
Ясень ланцетный	До 10	0,1	0,2	0,1	168,7 ± 15,1
	11-20	0,4	0,9	0,6	
	Более 20	1,9	6,2	4,1	
Бирючина обыкновенная	До 10	3,0	6,6	4,8	6,5 ± 0,61
	Более 20	1,7	3,1	2,4	
Сирень обыкновенная	До 10	1,7	3,1	2,4	37,2 ± 2,96

количество листьев в кроне дерева в зависимости
возраста

Площадь листьев в кроне одного дерева, м ²			Уд. масса сух. в-ва листьев, г/м ²	Сух. масса листьев в кроне дерева, кг		
мини-маль-ная	макси-маль-ная	сред-няя		мини-маль-ная	макси-маль-ная	сред-няя
1,8	3,4	2,6	54,0± 5,34	0,1	0,2	0,1
7,3	30,2	18,7		0,4	1,6	1,0
32,8	70,6	51,7		1,8	3,8	2,8
3,2	6,8	5,0	26,3±0,28	0,1	0,2	0,1
38,6	80,2	59,4		1,0	2,1	1,6
115,8	347,5	231,6		3,0	9,1	6,1
4,4	16,4	10,4	50,8± 2,54	0,2	0,8	0,5
8,2	28,8	18,5		0,4	1,5	0,9
16,5	51,4	34,0		0,8	2,6	1,7
2,8	10,9	6,9	55,4± 2,6	0,2	0,6	0,4
42,2	229,6	135,9		2,3	12,7	7,5
125,5	710,7	481,6				
8,5	16,7	12,6	51,5± 5,24	0,4	0,9	0,7
10,5	26,0	18,2		0,5	1,3	0,9
18,1	51,9	35,0		0,9	2,7	1,8
2,5	5,5	4,0	54,0± 7,28	0,1	0,3	0,2
26,1	54,0	40,0		1,4	2,9	2,2
55,6	110,3	83,0		3,0	6,0	4,5
1,1	3,4	2,2	64,4± 2,07	0,1	0,2	0,1
6,6	14,8	10,7		0,4	1,0	0,7
32,9	104,2	68,6		2,1	6,7	4,4
1,9	4,5	3,2	58,4± 1,79	0,1	0,3	0,2
6,1	11,6	8,8	68,9± 7,22	0,4	0,8	0,6

Максимальная масса листьев в кроне деревьев, развитие которых идет по варианту затухающего всплеска, в возрасте до 10 лет составляет $3,8 \pm 0,47\%$ от аналогичного параметра нарастающих с ускорением растений в возрасте старше 20 лет. У первоначально быстрорастущих растений площадь листьев в кроне в возрасте до 10 лет в 2,5 раза больше, чем у видов с нарастающим ускорением. Зато у последних в возрасте более 10 лет saniрующая поверхность кроны в 10 раз больше, чем у первоначально быстрорастущих.

На основании 3-летних анализов на модельных площадках в насаждениях Алма-Аты были установлены удельные максимальные емкости листьев растений по пыли (табл.6.9) и сере (табл. 6.10). Удельные saniрующие характеристики по этим токсикантам у различных видов разные, а валовые, определяемые произведением удельной характеристики на экстенсивную, характеризуются сходством соотношений между видами по обоим загрязнителям. Это обуславливается приоритетом экстенсивных характеристик - площади и массы листьев в кроне. В связи с вышесказанным возрастные соотношения saniрующих эффектов деревьев соответствуют таковым числа листьев в кронах.

Полученные расчетные данные позволяют оценивать реальный максимально возможный в условиях Алма-Аты saniрующий эффект деревьев в существующих насаждениях, а также планировать saniрующую емкость насаждений при проектировании озеленения. Кроме того, исследования позволяют сделать следующие заключения, имеющие практическое значение.

1. Основной saniрующий эффект в разновозрастных насаждениях обеспечивается наиболее взрослыми растениями но без патологии развития и устаревания кроны.

Таблица 6.9. Максимальная разовая пылеосаждающая способность листьев одного дерева, кг

Вид	Удельн. макс. пылеосаждения на листовую поверхность, г/м ²	Возрастные группы, лет								
		до 10		11-20		более 20				
		мин.	макс. средн.	мин.	макс. средн.	мин.	макс. средн.			
Вяз гладкий	6,90	0,02	0,05	0,03	0,27	0,53	0,40	0,80	3,97	2,38
Дуб черешчатый	4,80	0,01	0,05	0,03	0,20	1,10	0,70	0,61	3,41	2,01
Вяз приземистый	3,94	0,02	0,06	0,04	0,03	0,11	0,70	0,06	0,20	0,13
Клен ясенелистный	3,15	0,03	0,05	0,04	0,03	0,81	0,57	0,06	0,16	0,11
Барбарис обыкновенная	2,80	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-
Ясень манжетный	2,70	0,00	0,01	0,01	0,02	0,04	0,03	0,09	0,28	0,18
Липа мелколистная	2,60	0,01	0,01	0,01	0,07	0,14	0,10	0,15	0,29	0,22
Сирень обыкновенная	1,40	0,01	0,02	0,01	-	-	-	-	-	-
Береза повислая	1,15	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,04	0,08	0,06

Таблица 6.10. Максимальное накопление серы в листьях одного дерева, г

Вид	Удельн. макс. емкость по сере, г/кг сухого в-ва	Возрастные группы, лет											
		до 10		11-20				более 20					
		ми-ним.	макс.	средн.	ми-ним.	макс.	средн.	ми-ним.	макс.	средн.	ми-ним.		
Клен ясенели- стный	3,0	1,3	2,6	1,9	1,6	4,0	2,8	2,8	8,0	5,4			
Ясень ланцетный	3,0	0,2	0,7	0,4	1,3	2,9	2,1	6,4	20,1	13,2			
Дуб черешчатый	2,5	0,4	1,5	0,9	8,8	31,6	20,3	17,5	98,4	58,4			
Вяз приземистый	2,4	0,5	2,0	1,2	1,0	3,5	2,2	2,0	6,3	4,1			
гладкий	2,3	0,2	0,4	0,3	2,4	4,8	3,6	7,0	21,0	14,0			
Липа мелколи- стная	2,2	0,3	0,7	0,5	3,2	6,8	5,0	6,9	13,7	10,3			
Береза повислая	2,2	0,2	0,4	0,3	0,9	3,6	2,2	3,9	8,4	6,1			
Сирень обыкно- венная	1,2	0,5	1,0	0,7	-	-	-	-	-	-			

2. Межвидовые отличия по санирующему эффекту определяются главным образом экстенсивными (число, масса, площадь листьев в кроне), а не интенсивными (удельные емкости) характеристиками.

3. Так как единичный вклад в очищение воздуха от токсикантов ювенильных растений вне зависимости от видовой принадлежности крайне мал, ускорение получения от насаждения значимого санирующего эффекта может быть обеспечено только сочетанием использования быстрорастущих пород со значительным увеличением плотности (сокращение расстояния между деревьями в рядах и междурядьях) и состава (увеличение числа рядов) насаждения.

4. При создании длительно функционирующего санитарно-защитного озеленения в целях приближения срока проявления значимого санирующего эффекта и обеспечения максимально отдаленного эффекта целесообразно производить плотную посадку с чередованием растений, развитие которых идет путем затухающего всплеска и нарастающих с ускорением растений. По мере созревания насаждения первые раскорчевываются, освобождая жизненное пространство для успешного развития вторых.

Еще одной важной проблемой урбэкологии растений является их толерантность к антропогенному загрязнению окружающей среды. При наличии негативного экофона и отсутствии у организма резистентности к нему все другие адаптивные, санирующие свойства будут несущественны из-за невозможности реализации. Основным загрязнителем атмосферы Алма-Аты являются выхлопные газы автотранспорта, доля которых в валовом выбросе токсикантов оценивается в 58 (Масатбаев, 1988) - 75% (Шулико, 1981). Приоритет автотранспортного загрязнения вследствие подвижности источников загрязнения, достаточно равномерного оснащения различных районов города дорогами и магистралями придает загрязнению Алма-Аты диффузный, мозаичный характер. При такой характеристике загрязнения методически крайне сложно установить какие бы то ни было закономерности его влияния на растения, кроме только самых

широкозональных обобщений. При анализе состояния растений на модельных площадках в насаждениях Алма-Аты существенных, грозящих жизнеспособности организмов, повреждений атмосферным и почвенным загрязнением нами установлено не было. Иначе складывается ситуация в Дамбуле.

По данным Госкомстата СССР, опубликованным в газете "Аргументы и факты", № 6 за 1990 г. выбросы в атмосферу Дамбула в 2,3 раза превышают таковые в Алма-Ате. Если учесть, что Дамбул, как минимум, в 5 раз меньше Алма-Аты, то тогда нагрузка токсикантами на единицу площади города будет в 10-12 раз больше, чем в Алма-Ате. В отличие от Алма-Аты основные источники выбросов в Дамбуле стационарны, территориально близки. Поэтому Дамбул характеризуется крайне неблагоприятной экологической ситуацией, обусловленной значительными выбросами в атмосферу промышленных предприятий. В этих условиях для оптимизации градостроительной политики, разработки социальных, медицинских и экологических программ необходимы знания о неравномерности негативного антропогенного воздействия на различных участках территории города. Такое районирование территории необходимо также для правильного ведения зеленого строительства.

Существующая в Дамбуле служба мониторинга состояния окружающей среды не позволяет выделить территорию с различными уровнями загрязнения, а также перотопы - однотипно загрязненные участки городской экосистемы (Мурунь и др., 1982). Наряду с инструментальным мониторингом эта задача может быть осуществлена средствами биоиндикации состояния окружающей среды (Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы ..., 1982; Evers, 1986; Биоиндикация загрязнения наземных экосистем, 1988). Под биоиндикацией понимают метод оценки абиотических и биотических факторов местообитания при помощи биологических систем (Rabe, 1982). Вместе с тем часто это понятие используется с более ограниченным содержанием для зависящей от времени оценки антропогенных или испытывающих антропогенное влияние факторов среды на

основе изменения количественных характеристик биологических объектов и систем (Stocker, 1980).

В условиях промышленного загрязнения в качестве объектов-биоиндикаторов наиболее широко используются древесные растения, причем предпочтение отдается представителям хвойных (Evers, 1986; Аннука, Раук, 1984, 1986; Пастернак и др., 1985; Мартынюк, 1985; Мандре и др., 1986; Лиела и др., 1986; Liedeker et al., 1988; Алексеев, Рак, 1985). Один из основных критериев биоиндикации - охвоенность побегов (Мартынюк, 1985; Алексеев, Рак, 1985; Fraude, 1987; Halbwachs, 1987; Михайлова, Воронин, 1988; Голов, Каменщикова, 1985). Этот же признак эффективно использовался при биоиндикации загрязнения окружающей среды предприятиями, вырабатывающими фосфорные удобрения (Аннука, Раук, 1986; Лиела и др., 1986), что наиболее соответствует особенностям экологической ситуации Джамбула. По литературным данным (Мандре и др., 1986), основные компоненты атмосферного загрязнения в зоне действия завода фосфорных удобрений - фториды, оксиды азота и серы. Причины фитотоксикоза в этих условиях носят комплексный характер от совместного воздействия сернистого и угарного газа, фторидов, твердых отходов (Garrec, 1983). Отравление фтором вызывает преждевременное старение растительных объектов, обусловленное накоплением органических кислот. Это - одна из причин ускоренного старения и отмирания хвои. Вместе с тем изменение охвоенности побегов происходит под воздействием ряда других факторов (Пастернак и др., 1985; Мандре и др., 1986) и проводимая на основе определения сохранности хвои биоиндикация является неспецифической (Биоиндикация загрязнения наземных экосистем, 1988) относительно какого-то одного загрязнителя или источника загрязнения.

Анализ озеленения Джамбула показал, что на его территории применим пассивный мониторинг (Rabe, 1982) путем оценки существующих насаждений ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.). Этот вид растений широко используется в биоиндикационных исследованиях (Brelot,

1985; Wachter, 1989), в частности при индикации загрязнения в зоне разработки фосфорита и производства фосфорных удобрений (Аннука, Раук, 1986). Продолжительность жизни хвои может составлять до 13 лет или быть короче в зависимости от условий произрастания, при этом хвоя опадает на побегах всех лет, интенсивность же отмирания зависит от возраста побегов. Средняя продолжительность жизни хвои — 5–6 лет, а ее средний общий возраст — 5,7. Под общим возрастом хвои, который выражается в относительных единицах, понимают сумму долей сохранившейся хвои на побегах по приростам разных лет (Звиргэд, 1973):

$$OBX = a + b + \dots + x,$$

где OBX — общий возраст хвои; а, б, ... х — доли хвои, сохранившейся на побегах по годичным приростам. Единице соответствует полная сохранность хвои.

Проведен пассивный мониторинг состояния окружающей среды Джамбула путем оценки общего возраста хвои ели европейской. В качестве эталона-сравнения был взят этот параметр в санитарно-защитной зоне Новоджамбульского фосфорного завода — реперная площадка. Проведенные обследования показали, что в условиях Джамбула общий возраст хвои ели европейской колеблется в интервале средних по площадкам от 7,5 до 1,7. На реперной площадке (Новоджамбульский фосфорный завод) общий возраст хвои составляет 3,4, с доверительным интервалом уровня значимости 0,05 от 3,0 до 3,8. Таким образом, состояние обследованных растений изменялось в диапазоне от крайне угнетенных до весьма благополучных, превышающих по изучаемому показателю средний стандартный уровень. Охвоенность побегов ели на Новоджамбульском фосфорном заводе занимает среднюю область в выявленном интервале.

Установленные значения общего возраста хвои были нанесены на карту-схему Джамбула в соответствии с топографическими привязками пунктов наблюдений. Затем на карте были вычерчены изолинии, соответствующие общему возрасту

хвои 3,0 и 3,8 – границам доверительного интервала охвоенности растений на реперной площадке. На территории города выделялись три основные зоны: А – общий возраст хвои менее 3,0 – состояние растений хуже, чем на НДФЗ; Б – общий возраст хвои 3,0–3,8 – состояние адекватно промплощадке; В – общий возраст хвои более 3,8 – состояние лучше, чем на промплощадке НДФЗ.

Подковообразные конфигурации зон А и Б отражают зависимость состояния растений ели европейской от удаленности от химических предприятий, розы ветров, буферных свойств застройки и насаждений по отношению к промвыбросам. По открытым пространствам негативное воздействие промвыбросов распространяется дальше, чем по застроенным. Относительно менее плотная застройка микрорайонов определяет более глубокое проникновение загрязнения, чем в районах старой застройки. Другой причиной уязвленности микрорайонов, по-видимому, являются маломерность и несомкнутость зеленых насаждений. Видимо, важное значение имеют и совпадения направления улиц с таковыми ветров, наносящих на город промвыбросы.

Основным выводом из анализа осуществленного графического построения является очевидность зависимости состояния растений от удаленности от промзоны. Такая зависимость однозначно показывает неоднородность экологической обстановки на территории города, связанную с деятельностью химических производств.

Для проверки существенности установленных градаций состояния ели европейской мы проанализировали еще два биоиндикационных параметра: приросты побегов в 1989 г. и индексы наиболее молодых приростов, на которых обнаруживаются ожоги хвои. В зоне А прирост побегов составил $30 \pm 3,3$ мм, в Б – $38 \pm 3,7$ мм, в В – $50 \pm 2,9$ мм. Индексы наиболее молодых побегов, у которых обнаруживаются ожоги хвои, следующие: зона А – $2,7 \pm 0,12$; Б – $3,6 \pm 0,26$; В – $3,9 \pm 0,25$.

Путем расчета критериев достоверности установлена существенность отличий между зонами по приросту и индексам побегов, на которых обнаруживаются ожоги. Отличие приро-

стов в зонах А и Б по своей существенности составляет менее 95% (критерий достоверности отличий 1,56). Вместе с тем приросты в зоне В отличаются от имеющих место в зонах А и Б. Достоверность отличий между зонами Б и В составляет 99% (критерий достоверности 2,59), а между В и А – 99,9% (критерий достоверности отличий 4,49).

Индексы приростов, на которых проявляются ожоги хвои, у зоны А достоверно отличаются от зон Б и В. Достоверность отличий между зонами А и Б достигает 99% (критерий достоверности 3,46), а между А и В – 99,9% (критерий достоверности отличий 4,00). Отличия по этому показателю между зонами Б и В незначительны (критерий достоверности отличий 0,83). Таким образом, установленные градации общего возраста хвои ели обыкновенной и соответствующие им зоны существенно различаются не только по признаку охвоенности, но и по приросту побегов и развитию ожогов хвои. Это позволяет сделать заключение о реальности существования градиентов физиологического состояния ели европейской в Джамбуле и достоверности отличий между этими градациями.

Таким образом, дендрологическое содержание выделенных зон следующее: А – зона интенсивных ожогов хвои, резкого снижения охвоенности побегов и угнетения прироста побегов ели европейской; Б – зона снижения охвоенности и угнетения прироста побегов ели европейской и В – зона проявления ожогов на 4-летней хвое ели обыкновенной. Определение зоны В показывает, что и на территориях, относящихся к этой зоне, индицируется негативное влияние внешней среды на растения.

Наличие в Джамбуле стационарных источников загрязнения определяет неравномерную загрязненность территории, ее подразделенность на определенные зоны-ленточы. Иными словами неравномерность загрязнения приводит к дифференциации городской территории по степени экологического благополучия. Градиенты таких отличий чувствительны для растений.

Являясь апробированным приемом биоиндикации, исследования ели европейской содержат в себе ряд негативных

черт. Встречаемость ели в уличных насаждениях Джамбула составляет всего 10%. Поэтому формируемая сетка отбора информации о состоянии этого растения зависит не от воли исследователя, а от случая — отсутствует возможность равномерного анализа всей городской территории. Очень важно, что посадки ели почти отсутствуют как в промзоне, так и в районах частной застройки. Следовательно, экологическую ситуацию на значительных территориях города невозможно оценить.

Выходом из этого положения является переход от традиционного к нетрадиционному, специфичному для Джамбула объекту биоиндикации, равномерно распространенному по всей территории города. Самый распространенный в городе вид древесных растений — вяз приземистый. При обследовании промышленных площадок было установлено, что этот вид весьма реагирует на загрязнение изреживанием кроны, причем наиболее объективный анализ по этому показателю можно осуществлять, анализируя растения в возрасте 10—30 лет.

Исходя из этих предпосылок нами проанализировано отмирание ветвей вяза приземистого на 49 модельных площадках, равномерно размещенных по территории города. Результаты этих анализов были перенесены на топографическую схему так же, как это описывалось для ели европейской. Затем были вычерчены две изолинии: отмирание ветвей в кроне более 10% и менее 1%. В наиболее неблагоприятной промзоне "Химпрома" этот показатель составляет 22%. Линия "10%" обрисовывает контуры территорий, где состояние растений примерно в два раза лучше, чем в эпицентре загрязнения окружающей среды. Изолиния "1%" характеризует практическую норму физиологического состояния. В промежуточной зоне средний процент отмирания ветвей составил 3,5% при максимальном значении 6% и минимальном 1,6%. Фактическая контрастность зон подтвердила обоснованность логики их построения.

Конфигурация зон схожа с установленной для ели европейской. Выражена зависимость повреждаемости растений от пространственной изоляции от источника выбросов. Пе-

реходная зона от острых повреждений к норме имеет характерный дугообразный вид и для вяза приземистого город зонирован по степени негативного влияния выбросов предприятий химической промышленности.

Иную картину мы наблюдали при анализе отмирания ветвей в кронах вяза гладкого и клена ясенелистного по той же системе площадок, что и для вяза приземистого. В пределах города, исключая отдельные не связанные между собой точки, у этих видов отмирание ветвей практически отсутствует. Средний процент отмирания ветвей у вяза гладкого составил 1,4, у клена ясенелистного — 1,3. Ни одна из уклоняющихся (в сторону завышения 1% уровня отмирания) точек не приходится на зону эпицентра загрязнения.

Как отмечалось, каждый вид специфичен в своей реакции на окружающую среду. У видов различаются как интенсивности ответных реакций, так и сферы их развертывания. Районируя территорию для нужд озеленения, следует исходить из показателей наиболее остро реагирующих видов. Контрастные данные по вязу приземистому могли бы служить основой дендрологического районирования, однако для повышения их надежности было осуществлено наложение схем зонирования, полученных с помощью биоиндикации по вязу приземистому и ели обыкновенной. Была произведена корректировка границ зон, при которой следовали следующей логике. Необходимо выделить на территории города зону, в которой повреждения растений отсутствуют или столь малы, что ими можно пренебречь. В этой зоне экологической стабилизации состояние растений должно быть заведомо лучше, чем на самой благоприятной промплощадке. Таким образом, даже, если вяз приземистый не индицирует существенного загрязнения, но общий возраст хвои ели европейской менее 3,8, территория не может быть отнесена к зоне стабилизации экологического фона. На основании таких логических построений была сформирована схема дендрозонирования Джамбула.

Цель схемы — подразделить территорию города на относительно сходные внутри себя и контрастно отличающиеся

между собой по состоянию окружающей среды территориальные общности. В ней выделены зоны потенциально сильного воздействия промвыбросов на растения, умеренного воздействия, а также стабилизации экологического фона. Схема позволяет производить анализ повреждаемости растений, используемых в зеленом строительстве Джембула, и по результатам анализа давать заключение о соответствии того или иного вида тому или иному леротипу города.

В процессе работы было оценено состояние растений в выделенных зонах города на основании описания наличия ожогов, отмирания ветвей, развития листопада. Анализом было охвачено 73 видовых таксона, из которых 44 выявлены Джембульским педагогическим институтом, а остальные 29 — в ходе наших исследований.

При рекомендации растения в ту или иную зону наряду с результатами прямой оценки его состояния необходимо учитывать следующие положения: действие антропогенного стресса усиливает негативное влияние наличествующих негативных природных стрессоров (Николаевский, 1979); в условиях значимого химического загрязнения выращивание плодовых или потребляемых в пищу растений недопустимо, так как это является дополнительным фактором риска для здоровых людей (Чекалин, Мангольд, 1988).

Критериями рекомендации растений для культивирования в зоне потенциально сильного воздействия промвыбросов были минимальная повреждаемость токсикантами в условиях промышленных площадок Джембула, оцениваемая прямыми обследованиями; высокая засухоустойчивость как предпосылка большей адаптационной мобильности в условиях Джембула и отсутствие плодов или других органов, которые могли быть употреблены в пищу человеком.

Ассортимент для зоны умеренного воздействия промвыбросов ограничивался следующими требованиями: минимальная или умеренная повреждаемость токсикантами в условиях промплощадок и минимальная повреждаемость в зоне умеренного воздействия промвыбросов, а также отсутствие плодов или других органов, которые могли употребляться в пищу человеком.

Критерием ограничения рекомендаций в зону стабилизации экологического фона была недостаточная устойчивость к комплексу природных почвенно-климатических условий Джамбула.

Ассортименты рекомендуемых растений для различных дендрологических зон Джамбула приведены в табл. 6.11. Там же приведены ассортименты растений, фактически используемых в озеленении этих зон в настоящее время. В соответствии с рекомендациями в зоне сильного воздействия ассортимент должен быть сокращен на 17 таксонов (47%), а в зоне умеренного воздействия — на 20 (32%). Напротив, в зоне стабилизации экофона ассортимент рекомендуется расширить на 21 таксон (43% от существующего). Всего для использования в зеленом строительстве Джамбула рекомендовано 70 видов растений. Соотношение распределения этого ассортимента между дендрозонами Джамбула следующее: потенциально сильное воздействие промвыбросов — 27%; умеренное — 60%; стабилизация экофона — 100%. Такое распределение соответствует реальным градациям экологической ситуации в городе. Следует отметить, что ограничения, накладываемые ассортиментом даже на зону сильного промышленного воздействия, не снижают возможностей архитектурных решений при проектировании и реализации зеленого строительства. В настоящее время в этой зоне в одном элементе озеленения (озеленение одного объекта, фрагмента уличного озеленения) используется в среднем 15 видов, а максимально — 18. Очевидно, что рекомендованные 19 видов обеспечивают такое разнообразие.

Дендрорайонирование Джамбула и анализ состояния растений в различных экологических условиях Алма-Аты свидетельствуют о том, что урбанизированная среда в пределах одного географического пункта существенно дифференцирована по условиям произрастания растений. В связи с этим возникает необходимость дифференциации ассортиментов растений по деротипам или урбэкотопам. Требования дифференциации по особенностям конкретных мест произра-

Таблица 6.1.1. Районирование ассортимента древесных растений Джамбула по экологическим зонам, характеризующимся различным действием на растения промышленных выбросов

Вид	Сильное воздействие		Умеренное воздействие		Стабилизация экофона	
	имеется	реко-менд.	имеется	реко-менд.	имеется	реко-менд.
1	2	3	4	5	6	7

Декоративные покрытосеменные

<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle.	+		+	+	+	+
<i>Amorpha fruticosa</i> L.		+	+	+	+	+
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.			+		+	+
<i>Betula pendula</i> Roth.	+		+		+	+
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.				+	+	+
<i>Crataegus submollis</i> Sarg.			+		+	+
<i>C.turkestanica</i> A. Pojark.					+	+
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Sambucus racemosa</i> Hook.				+	+	+
<i>Ulmus androssowii</i> Litv.			+	+	+	+

1	2	3	4	5	6	7
<i>Ulmus pumila</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	+		+	+	+	+
<i>Hibiscus syriacus</i> L.				+	+	+
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Swida alba</i> (L.) Opiz.	+	+	+	+	+	+
<i>Quercus robur</i> L.	+		+	+	+	+
<i>Lonicera maackii</i> Rupr.			+		+	
<i>Lonicera tatarica</i> L.	+	+		+		+
<i>Salix alba</i> L.	+	+	+	+		+
<i>Salix babylonica</i> L.		+	+	+	+	+
<i>Salix exelsa</i> S.G.Gmel.	+	+		+		+
<i>Salix fragilis</i> L.	+	+	+	+		+
<i>Amelanchier spirata</i> (Lam.) C.Koch.	+		+	+		+
<i>Viburnum opulus</i> L. f.roseum					+	+
<i>Caragana arborescens</i> Lam.		+		+	+	+
<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.	+		+	+	+	+
<i>Acer platanoides</i> L.			+	+		+
<i>Acer campestre</i> L.			+	+		+
<i>Acer tataricum</i> L.			+	+		+

1	2	3	4	5	6	7
<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	+		+	+	+	+
<i>F. excelsior</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>F. oxycarpa</i> Willd.	+		+	+		+
<i>F. sogdiana</i> Boiss.			+	+	+	+
Декоративные голосеменные						
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	+		+		+	+
<i>P. pungens</i> Engelm.	+	+	+	+	+	+
<i>Pinus pallasiana</i> D. Don.				+		+
<i>P. ponderosa</i> Dougl.	+			+	+	+
<i>P. sylvestris</i> L.	+		+		+	+
<i>Juniperus virginiana</i> L.			+		+	+
<i>Platyoladus orientalis</i> (L.) Franco.	+		+	+	+	+
<i>Thuja occidentalis</i> L.		+	+	+	+	+
Плодовые						
<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.			+		+	+
<i>Prunus divaricata</i> Ldb.			+			+
<i>Cerasus fruticosa</i> (Pall.) G. Woron.			+			+

C. avium (L.) Moench.
 C.sp.
Pyrus communis L.
Persica vulgaris Mill.
Prunus domestica
Morus alba L.
M. nigra L.
Malus domestica L.
M. prunifolia (Willd.)
 Borkh.

	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	70
		+	+	+		+	+	+	+		49
											42
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	62
											19
				+	+	+	+				36
Воєво											

степеней ~~рекомендаций~~ ~~эко-~~
 леному строительству всту-
 пает в противоречие с ши-
 рокозональными рекомен-
 дациями, ставит под сомне-
 ние их значимость. С
 вопроса о значимости уз-
 коспециализированного и
 зонального ассортиментов
 мы и начали настоящую главу.

Пример города Джем-
 була позволяет ответить на
 этот вопрос. Последней ре-
 комендацией, включающей
 широкозональный ассорти-
 мент, распространяющийся
 и на Джембул, является ра-
 бота П.П.Бессчетнова и
 Г.В.Голошапова (1988). В
 соответствии с принятым в
 этой разработке дендрорай-
 онированием территории Ка-
 захстана Джембул отно-
 сится к подзоне пустынно-
 степных сероземов и горно-
 степной, горно-коричневой
 почвы зоны горных систем
 Западного Тянь-Шаня. Для
 описанной подзоны П.П.Бес-
 счетнов и Г.В.Голошапов
 рекомендуют 20 видов го-
 лосеменных и 120 видов
 покрытосеменных древесно-
 кустарниковых растений
 (63 вида деревьев и 57 ви-
 дов кустарников). Прове-
 денный Джембульским педа-

гогическим институтом и нами анализ дендрофлоры Джамбула выявил 73 вида растений, причем для озеленения различных урбаэкотопов города рекомендовано 70 видов. 56 видов, культивируемых в Джамбуле, соответствуют рекомендациям П.П.Бессчетнова и Г.В.Голошапова. Экологическая специфика 10 видов, обнаруженных в Джамбуле, в указанном ассортименте не обсуждается. По рекомендациям ассортимента 4 вида, участвующих в озеленении Джамбула (береза повислая, вишня кустарниковая, чингил серебристый, ясень ланцетный), признаны составителями зонального ассортимента не соответствующими экологическим условиям региона. Проведем сопоставление широкозонального и фактического ассортимента. Следует отметить, что состав фактического ассортимента на 80% соответствует зональному. Это очень высокий показатель, если учесть, что при разработке зонального ассортимента составители не имели возможности учитывать фактический ассортимент Джамбула. 30 таксонов были включены в ассортимент города только по результатам наших исследований в 1990 г. К несоответствиям зонального и локального ассортимента относятся вышеперечисленные 4 вида, которые не рекомендуются П.П.Бессчетновым и Г.В.Голошаповым, но фактически участвуют в озеленении. В первом приближении можно сказать, что надежность широкозонального прогноза составляет 93%, из 60 растений, анализирующихся прогнозом, 56 соответствуют реальности. Фактическая же надежность прогноза выше. При дендрозонировании Джамбула береза повислая и вишня кустарниковая рекомендуются только в одной из трех зон вследствие ограниченной устойчивости. Следовательно, ограничения широкозонального прогноза хотя и не полные, но существенные. Ясень ланцетный по результатам дендрорайонирования рекомендован в двух из трех зон города. Однако в сопоставлении с ясенем обыкновенным, рекомендуемым широкозональным ассортиментом, ясень ланцетный характеризуется в Джамбуле ощутимо более низкой устойчивостью. Таким образом, на примере Джамбула видно, что широкозональный прогноз может характеризоваться высокой надежностью относительно градаций устойчивости видов в локальных экологических ситуациях.

Вместе с тем широкозональный ассортимент — ориентир развития локального. В настоящее время ассортимент П.П.Бессчетнова и Г.В.Голощапова реализован в Дамбуле лишь на 50%, т.е. в нем заложены предпосылки удвоения видового состава древесных насаждений города.

Проведенный анализ позволяет проследить диалектику взаимодействия широкозонального и локального ассортимента растений. Широкозональный ассортимент без учета всех реальных экологических различий той или иной территории базируется на ограниченном числе ведущих, естественных факторов среды. Соответствие или несоответствие этим факторам возможностей растения позволяет решить вопрос о перспективности или неперспективности культивирования в данном регионе. Локальный ассортимент потенциально может учитывать всю совокупность факторов, действующих на растения в данном месте произрастания. Вследствие многофакторности зависимостей успеха интродукции отбор видов в этом случае осуществляется прямым испытанием в ходе практики озеленения или специальных научных разработок. Такие испытания всегда ограничены по объему. Поэтому широта локального ассортимента будет зависеть от того, насколько точно подобран "стартовый состав" испытываемых видов. Именно надежность круга испытываемых для локального ассортимента видов и обеспечивает широкозональный ассортимент, разрабатываемый на интерполяционной основе и вследствие этого способный охватить наиболее широкое видовое разнообразие.

Таким образом, формированию локального ассортимента должно предшествовать наличие зонального. Сам же процесс формирования локального ассортимента может быть представлен как конкретизация зонального ассортимента для различных экологических ситуаций, сходных с зональными экологическими параметрами, но отличающихся особенностями экофона, не рассматриваемыми зональным ассортиментом. Поэтому формирование ассортимента зеленого строительства того или иного объекта должно опираться на широкозональный ассортимент с учетом его локальной конкретизации. В широкозональном ассортименте лежит основа ускорения разработки и расширения состава локального ассортимента.

Глава 7

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Вышесказанное, как представляется, наглядно иллюстрирует основные итоги работы ботанических садов Академии наук, а также специфику выполнения интродукционных исследований в республике. Накопленный опыт тем и ценен, что он позволяет лучше определить оптимальный путь решения проблемы. Поэтому в данной главе мы рассмотрим концепцию развития научно-исследовательских работ по интродукции древесных растений в Казахстане, особенности решения проблемы комплексного экологического прогнозирования результатов интродукции и опыт проведения комплексных научно-исследовательских работ по изучению экологии интродуцентов.

7.1. Концепция развития комплексных НИР

К настоящему времени дендрологами системы ботанических садов АН Республики Казахстан выявлены адаптационные потенции более полутора тысяч видов инорайонных древесных растений и составлены ассортименты для озеленения ряда пунктов. Опубликованы и разрабатываются рекомендации по использованию древесных растений для оздоровления окружающей среды крупнейших промцентров Казахстана. Накоплен уже более чем 50-летний опыт интродукционной работы и созданы уникальные коллекции живых древесных растений в пределах сети стационаров, расположен-

ных в Алма-Ате, Лениногорске, Караганде, Дзержинске, Актау, Баканасе и др. Проанализирован экологический режим территории Казахстана.

Созданные научные коллекции инорайонных древесных растений представляют собой базу развития дальнейших исследований по интродукции и исходную основу для разветвления зеленого строительства в республике. Однако, несмотря на эти значительные достижения, кардинального решения проблема зеленого строительства в Казахстане пока не получила.

В последние десятилетия все острее встает вопрос антропогенного нарушения природной среды Казахстана. Наиболее негативны последствия в промышленных центрах республики, где уровень загрязнения среды существенно превышает ПДК. Неблагоприятные воздействия промвыбросов на человека и природу усиливаются климатическими особенностями региона — засушливостью и континентальностью климата. Только в Алма-Ате ежегодный ущерб от этих факторов превышает 50 млн.руб. в год.

Выполненная ГЭС АН Республики Казахстан ревизия растений, используемых в озеленении промцентров Казахстана, выявила ряд характерных недостатков зеленого строительства: однообразен ассортимент древесных растений; древесные растения подбираются без достаточного учета эффективности их влияния на среду населенных центров; не учитывается санирующая функция древесных растений; мало высокоиммунных видов и сортов растений; древесные растения часто высаживаются без учета их экологической специфики и физико-географических условий территории; преобладает однообразный, регулярный стиль посадок, не дающий эмоциональной разгрузки.

Ясно, что для такого крупного региона, как Казахстан, невозможно решать задачу интродукции только экстенсивным путем, т.е. за счет бесконечного наращивания дополнительных пунктов, где каждый раз заново проводятся испытания переселяемых растений. Такой путь требует многовековых затрат, огромных средств. Представление о его нерента-

бельности можно получить хотя бы из того, что интродукционное испытание лишь одного древесного вида в одном пункте должно проводиться не менее 100 лет, с тем, чтобы им были охвачены все основные циклы колебания климата. Содержание же только одного продуктивно работающего центра интродукции, например Главного ботанического сада АН Республики Казахстан (в Алма-Ате), обходится в несколько миллионов рублей в год.

В этой связи одна из важнейших проблем развития народного хозяйства республики - интенсификация зеленого строительства для оздоровления среды осваиваемых промышленностью и сельским хозяйством территории Казахстана. Данная проблема в значительной мере может быть решена на базе интродукции инорайонных древесных растений, особенно в обширных аридных районах Казахстана, где аборигенная дендрофлора представлена весьма бедна.

Наличие закономерно изменяющегося разнообразия природных условий и адекватное ему закономерное проявление экологической пластичности интродуцентов, а также существование развитой сети центров интродукции позволяют считать возможной интенсификацию решения задач интродукции и выполнение рекомендаций по подбору ассортимента интродуцентов без существенного расширения сети центров интродукции. Базой такой интенсификации нам представляется развитие и совершенствование комплексного экологического подхода к интродукции на территории республики, разработка теоретических основ интродукции озеленительного ассортимента инорайонных растений в Казахстан с учетом экологического разнообразия территории и характера антропогенного воздействия.

Разработка научных основ интродукции инорайонных древесных растений для такой республики, как Казахстан, должна выполняться на базе крупного экологического полигона стационарных центров интродукции.

С учетом сказанного основной целью комплексной работы системы ботанических садов Казахстана является разработка экологических основ интродукции инорайонных древесных растений для оздоровления среды в интенсивно осваиваемых районах Казахстана.

В соответствии с этим в задачи комплексных исследований ботанических садов входят:

1) разработка концепции и научно-методической основы экологического прогнозирования устойчивости инорайонных древесных растений в условиях Казахстана;

2) постановка комплексных (с привлечением широкого круга центров интродукции) исследований закономерностей адаптации растений в процессе их интродукции в Казахстане; выявление количественных закономерностей жизнедеятельности растений как функции климатических и почвенных условий в месте произрастания и антропогенной загрузки;

3) сбор видов и селекция форм, сортов древесных растений, обладающих высокой устойчивостью и санирующими характеристиками для озеленения;

4) разработка ассортиментов инорайонных древесных растений в целях оздоровления промышленных и аграрных центров;

5) пополнение и сохранение генофонда инорайонных древесных растений в стационарных центрах интродукции.

Решение перечисленных задач позволит разработать научно-методическую основу прогнозирования устойчивости древесных интродуцентов в условиях Казахстана; установить закономерности адаптации интродуцируемых в Казахстан инорайонных древесных растений и сформировать качественно новую концепцию теории их адаптации к широкой совокупности природных и антропогенных факторов среды обитания; разработать научные основы озеленения для оздоровления окружающей среды территории республики на базе использования инорайонных древесных растений; отобрать из числа существующих и путем селекционной работы получить новые древесные растения, обладающие высокой устойчивостью к комплексу неблагоприятных воздействий, свойственных Казахстану, и санирующими характеристиками по отношению к загрязнителям, наиболее опасным для здоровья человека; разработать ассортименты древесных растений в целях оздоровления среды в основных промышленных и сельскохозяйственных районах Казахстана.

В совокупности перечисленных задач первые две (об экологическом прогнозировании и постановке комплексных исследований) являются базовыми. От успешности их решения зависят качество и эффективность выполнения всех других.

7.2. Концепция решения проблемы экологического прогноза результатов интродукции

Как уже отмечалось, при экологическом подходе к решению задачи прогнозов в интродукции для прогнозирования может быть использован уже имеющийся огромный опыт испытания растений.

Необходимость в решении задач прогнозирования результатов интродукции на основе развития методов интерполяции объективна и продиктована жизнью. Она вытекает из требований экономики народного хозяйства. В этой связи практическая значимость экологического прогнозирования исхода интродукции растений, базирующегося на результатах работы системно-организованной сети интродукционных стационаров, заключается в следующем. Во-первых, может быть достигнута очень высокая экономия материальных, денежных и трудовых ресурсов за счет того, что для выдачи рекомендаций по зеленому строительству не потребуются специальных дорогостоящих исследований. Во-вторых, обеспечивается достаточно высокая надежность результатов прогноза, так как он базируется на материалах многолетних исследований ключевых стационарных центров и на данных прямых испытаний растений. В-третьих, для крупных территорий удастся быстрее решать задачи разработки рекомендаций по зеленому строительству, что особенно важно для интенсивно развивающихся географических районов. Станут возможными заблаговременное, перспективное планирование и подготовка прогнозных решений именно для тех районов, где в силу экономического развития страны спрос на такие рекомендации будет наибольшим. Этим будет достигнута равномерность работы, распределения трудовых резервов и своевременность удовлетворения требований.

Наша задача сейчас состоит в том, чтобы объективно взвесить возможности в развитии системно-экологического подхода к прогнозу в интродукции и выработать мероприятия, позволяющие целенаправленно и быстро осуществить переход к его использованию. Важнейшими из уже имеющихся предпосылок для этого являются наличие достаточно развитой сети центров интродукции растений, накопленные многолетние эмпирические данные по испытанию огромного количества видов растений в имеющихся центрах, накопленные знания об экологическом разнообразии земной территории и быстрый рост темпов их пополнения на основе специальных стационаров, использования спутников Земли и применения машинной обработки данных. Однако наличие этих предпосылок само по себе еще не есть решение задачи.

Эффективного интродукционного прогнозирования удастся достигнуть тогда, когда все центры интродукции растений будут организованы как система, т.е. комплексное целое, состоящее из взаимосвязанных частей. В основу интродукционного прогноза рассматриваемого плана должен быть положен системный подход. Отсюда решить проблему — значит сконструировать такую систему, которая даст эффект интерполяции результатов интродукции растений для обширных территорий. В этой связи представляется целесообразным наметить ряд основных условий, которые в целях создания и обеспечения успешного функционирования системы центров интродукции растений позволяют осуществить экологическое прогнозирование результатов. К числу основных требований для создания такой системы, прежде всего, необходимо отнести решение задачи жесткой координации научных исследований. Для каждого центра нужно определить профиль исследований, которым предусматривалась бы степень его участия в разработке научной основы для экологического прогноза результатов интродукции, а также определены границы обслуживаемой территории. В соответствии с научным профилем надо определить также задачи работы. Разделение задач и профилирование центров интродукции должны выполняться так, чтобы каждый из них работал на общую единую цель всей системы, выступая в

качестве ее неотделимой составной части. Требующиеся мероприятия по координации могут выполняться на базе существующих научных советов по проблеме интродукции и акклиматизации растений, региональных советов ботанических садов и совета ботанических садов АН СССР (СНГ).

Важным условием организации требуемой системы является решение задачи районирования территории. Оно необходимо для определения наиболее рационального положения на местности каждого центра интродукции растений, а также перспектив роста создаваемой сети. В этой связи деление территории должно быть выполнено с учетом экологического и флористического разнообразия, а также особенностей экономического развития районов. Знание экологического и флористического разнообразия позволит более верно определить географические координаты, где должны быть размещены центры интродукции растений, а также их количество для осуществления обоснованного прогноза результатов интродукции. Изучение же экономического развития районов позволит более четко ориентироваться в характере спроса на материалы прогнозов и на этой основе корректировать развитие сети центров интродукционных стационаров.

Кроме этого, сюда следует также отнести условия научно-методического плана: необходимость разработки методов интерполяции результатов интродукции растений; программы для ЭВМ, позволяющей накапливать и оперативно использовать данные по результатам интродукции; методов контроля и оценки жизненного состояния растений — интродуцентов. Самой важной во всей этой работе должна быть выработка единой методической основы. Это нужно для того, чтобы все полученные в различных центрах интродукции результаты исследований сравнивались бы между собой, могли легко обобщаться и использоваться при интродукционном прогнозе. Без решения задачи выработки единого методического языка невозможно существование системы центров интродукции как базы для системно-экологического подхода. Но вместе с тем осуществление данного условия не означает ограничения применения дру-

гих методов и их совершенствования. Речь идет лишь о том, что для обязательного использования должен быть выделен и задействован определенный унифицированный круг методов. Наряду с этим необходима также паспортизация центров интродукции растений, т.е. составление паспорта каждого центра, в котором были бы сосредоточены сведения, позволяющие определить место и возможности данного пункта в системе. Проводить ее нужно независимо от ведомственной принадлежности центров интродукции. В паспорте обязательно должны содержаться сведения об имеющихся коллекциях растений, неудачах в привлечении растений для интродукции, а также об условиях местообитания. Важны также указания, позволяющие оценить научный потенциал центра.

Серьезного внимания заслуживает и вопрос о преемственности в работе. Экологический прогноз результатов может быть выполнен только при надежной работе объединенных в систему опорных центров интродукции растений. Прежде всего, это преемственность в соблюдении агротехники, ухода и сохранности растений, в кадрах специалистов, сохранении первичного материала и результатов исследований.

Преемственность в агротехнике выращивания растений-интродуцентов позволит обеспечить достоверность знания агротехнического фона при осуществлении экологических прогнозов исхода интродукции и подготовке для них материалов. Преемственность в специалистах очень важна для обеспечения бесперебойности и высокого качества интродукционной работы во всех звеньях системы, а также своевременных и качественных прогнозных решений. Преемственность же в хранении и обработке первичных материалов обеспечит наличие фактической базы для осуществления прогноза результатов. К важной проблеме в работе центров интродукции целесообразно, на наш взгляд, отнести и необходимость создания компактных банков генофонда растений-интродуцентов. Генофонд привлекаемых для интродукции видов, форм и сортов растений в настоящее время обычно сохраняют путем их длительного перекультивирования в условиях открытого и закрытого грунта. Это обходится очень

дорого и ненадежно из-за большой вероятности потери растений (от градов, браконьеров, пожаров, ураганов и др.). С расширением интродукционной работы большая доля усилий будет постоянно затрачиваться на поддержание жизни интродуцентов на полях, а меньшая — на развитие интродукционной работы, что в конечном счете приведет к кризисной ситуации. К тому же и потери интродуцентов в силу различных случайных причин очень часто невосполнимы. В процессе перекультивирования так или иначе продолжают эволюционные явления, в результате чего генофонд претерпевает изменения. Следовательно, возникает необходимость в том, чтобы хранение генофонда обходилось дешево, было компактным, надежным и не вызывало существенных изменений генетических структур. Осуществить данную задачу можно организацией семяохранилищ, хранилищ культуры тканей путем применения криогенных методов подготовки материала и т.д. Без обеспечения требующихся условий хранения банка генофонда испытанных растений мы не сможем получить достаточно дешевую и эффективно работающую систему центров интродукции.

Для надежности и самоокупаемости работы системы центров очень важно также обеспечение гарантированного внедрения результатов интродукционного прогноза. Должен быть налажен выгодный и регулярный сбыт той продукции, ради которой она создается. При этом нужно иметь в виду, что уровень организации и масштабность работы по внедрению результатов исследований будут существенно отличаться от ранее существовавшего. Конечные итоги интродукции растений, полученные, например, одним ботаническим садом, могли использоваться лишь в небольшом районе. Отсюда и заказчики на них — отдельные предприятия, в лучшем случае — населенные пункты. Когда же речь пойдет о внедрении результатов работы системы центров, эти достижения смогут использовать крупные регионы (области, края, республики). Качественно иной станет и эффективность внедренческой работы каждого входящего в систему центра.

Эффективность каждого отдельного центра интродукции, если он выполняет работы сам по себе и не задействован в системе, может иметь лишь региональное значение. Например, если для такой крупной республики, как Казахстан, удастся создать 20-30 центров, то они, работая отдельно, смогут дать рекомендации лишь для такого же количества пунктов. Для обеспечения же рекомендациями всей территории республики нам пришлось бы бесконечно наращивать число ботанических садов, что привело бы к чрезмерно большим расходам. Организация того же количества центров интродукции как единой взаимосвязанной системы позволит без существенных дополнительных затрат решить задачу обеспечения работами по зеленому строительству для всей республики. При переходе от индивидуальной схемы деятельности центров к организованной системе результаты их работы станут намного дешевле.

Таким образом, при системной организации работы центров интродукции и осуществлении на базе их данных экологического прогноза можно достичь большой экономии средств. Это будет качественно иной уровень экономии. Важное место в создании системы, ее настройке и управлении должен занять экономический анализ, охватывающий вопросы двух основных аспектов: эффективности работы отдельных центров интродукции и действенности работы системы центров интродукции как нового целого.

В числе других важных вопросов решения проблемы экологического прогнозирования результатов интродукции можно отметить совершенствование опорной сети центров интродукции растений и подготовку необходимых кадров для работы.

Система центров только в том случае сможет эффективно работать, когда будет охватывать все основное разнообразие условий местообитания растений в обслуживаемом ею регионе. Отсюда ясна необходимость целенаправленности развития сети центров интродукции. При этом, если в силу административных причин данная работа проводится в масштабе республик, то она должна выполняться с учетом возможности подключения и тех центров, которые находятся за

их пределах. Работа внутри республик должна учитывать необходимость создания единой системы для всей страны.

Естественно, что все рассмотренные условия для создания системы, обеспечивающей интродукционный прогноз, могут быть реализованы только в том случае, если будут понятны интродукторам и будет достигнут соответствующий уровень подготовки исполнителей. Отсюда вытекает необходимость в специальном обучении и подборе кадров, а также широкой популяризации вопросов системно-экологического решения задач прогноза в интродукции растений.

Таким образом, рассматриваемая проблема многогранна и сложна. Она включает задачи географического, экологического, ботанического, методологического, экономического и организационного плана. Постановка проблемы подготовлена всей предыдущей историей развития интродукции растений, преимущества от ее решения не вызывают сомнений. Решение проблемы требует сама жизнь, но оно посильно лишь достаточно крупным, хорошо подготовленным и организованным научным силам.

7.3. Научно-методические вопросы сбора и обобщения данных при комплексных исследованиях

Работа центров интродукции комплексно как единой системы означает возможность качественно нового уровня экологического анализа, обобщения и применения результатов интродукции. Она резко снизит себестоимость исследований, повысит точность и скорость получения результатов. Однако такой подход к постановке интродукционных исследований требует объединения научного и производственного потенциала интродукции, задействованных в системе. Поэтому первоочередными задачами комплексирования деятельности центров интродукции являются накопление объективной всесторонней информации о центрах интродукции — элементах системы и единство в сборе, обработке и хранении получаемой информации. (Проскураков, 1987).

В целях систематизации сведений о центрах интродукции, участвующих в комплексных исследованиях, должна быть выполнена их паспортизация. Ее целесообразно проводить

не реже, чем один раз в 5-летие. При этом, как показывает опыт работы, для более полного охвата не только центральных, но и пограничных экологических координат Казахстана необходимо учитывать все интродукционные учреждения республики, а также сопредельных с ней республик и областей. Имея объективную информацию о состоянии дел в каждом центре интродукции, можно выполнить комплексную координацию исследований и обеспечить взаимовыгодное использование научного потенциала и оборудования. Организующие функции по сбору такой информации смогут выполнить региональные проблемные Советы по проблеме интродукции и акклиматизации растений, которые имеются в каждой республике. Паспортизация предполагает установление следующих данных о центрах интродукции.

Общая характеристика

1. Наименование.
2. Ведомственная принадлежность.
3. Год образования и краткая историческая справка, включающая перечень основных документов, послуживших основанием для организации.
4. Научный профиль.
5. Основные задачи.
6. Структурная организация.
7. Карта-схема территории.

Экологическая характеристика

1. Высота над уровнем моря.
2. Характеристика эдафических условий, рельефа территории.
3. Характеристика климатических условий:
 - а) многолетние нормы максимальных и минимальных температур воздуха;
 - б) абсолютный максимум и минимум температуры воздуха;
 - в) средняя минимальная суточная температура воздуха в зимний период;

г) средняя максимальная температура в летний период;

д) количество дней в году с минимальной суточной температурой воздуха выше $+5$ и $+10^{\circ}\text{C}$ (среднее многолетнее);

е) среднее многолетнее количество летних дней с суточной относительной влажностью воздуха ниже 30, 25, 20 и 15%;

ж) средняя многолетняя интенсивность ветров;

з) среднее многолетнее количество атмосферных осадков (максимум и минимум);

и) среднее количество атмосферных осадков, выпадающих за июнь-август (максимум и минимум);

к) специфические особенности климата.

4. Характер орошения растений и его организация.

Кадры

1. Штатное расписание (табл. 7.1).

2. Количество докторов и кандидатов наук с указанием специальностей.

3. Потребность в научных, методических консультациях с указанием профиля и задач.

Внешние связи и их характер

1. С ботаническими садами республики.

2. С учреждениями других ведомств.

3. С интродукционными учреждениями, НИИ других республик СССР (СНГ).

4. С зарубежными учреждениями и лицами.

5. Участие в работе координационных Советов.

Научно-исследовательская работа

1. Перспективные направления на период до 2000 г.

2. Основные направления за предыдущий и на текущий периоды.

3. Перечень основных научных тем на текущий период с указанием их заказчиков (планирующие организации и ве-

домства, хоздоговора) и распределение исполнителей по темам (таблицы 7.2, 7.3).

4. Перечень используемых методик с указанием авторов и литературных источников.

Основные научные достижения (в сохранении, накоплении, изучении растений, перераспределении растительных ресурсов для их более эффективного хозяйственного, культурного и научного использования, разработке теории и методов интродукции).

1. За весь период существования.

2. За текущий период.

Научные труды

1. Список опубликованных работ (монографий, книг, статей) за весь период существования центра интродукции с систематизацией изданий по годам (табл. 7.4).

2. План публикаций (табл. 7.5).

Научные съезды, конференции, семинары, совещания

1. Перечень научных съездов, конференций, семинаров и совещаний, в которых приняли участие сотрудники центра интродукции с указанием места и времени проведения, названия докладов и их авторов.

2. План проведения научных съездов, конференций, семинаров, совещаний, организуемых центром интродукции.

Состояние экспозиций, питомников, оранжерей
и теплиц

1. Перечень экспозиционных и экспериментальных участков с указанием их площадей, количества представленных на них ботанических таксонов.

2. Наличие перспективных списков растений по экспозиционным и опытным участкам, их объем реализации (%).

3. Регистрация коллекционных растений, наличие журналов ревизии насаждений на экспозициях и регистрации агротехнических мероприятий (с указанием архивных материалов по годам и документов по текущему периоду).

4. Наличие растений в питомнике (табл. 7.6) и сведения о реализации посадочного материала (табл. 7.7).

Состояние коллекций растений

1. Инвентаризационная опись имеющихся растений (систематический список).
2. Карты-схемы размещения растений на экспозициях, участках.
3. Наличие и объем картотеки растений.
4. Движение коллекций растений по годам (табл. 7.8).
5. Наличие и состояние учета растений по анкетам единой системы учета коллекционных растений в ботанических садах СССР (СНГ).

Семенные фонды

1. Перечень ботанических таксонов, семена которых можно приобрести в центре интродукции.
2. Сведения о количестве полученных образцов семян из других центров интродукции (табл. 7.9).
3. Сведения о пополнении коллекций центра интродукции за счет поступления образцов семян по обменному фонду (табл. 7.10).

Внедрение, опытно-промышленная проверка результатов научных разработок

1. Перечень внедренных результатов исследований за период существования центра интродукции.
2. Перечень патентов, авторских свидетельств.
3. Текущий и перспективный планы внедрения (табл. 7.11).
4. Наличие и потребность в экспериментальной базе для производственных испытаний научных разработок.

Научные командировки, экспедиции

1. План научных командировок, экспедиций.
2. Предложения по организации комплексных экспедиций с другими центрами интродукции.

Материально-техническое оснащение

1. Список основного научного оборудования (приборов, установок и т.д.), используемых для исследований.
2. Список неиспользуемого научного оборудования, имеющегося в центре интродукции.
3. Список имеющегося технического оснащения (автотракторный парк, средства малой механизации, сельскохозяйственного орудия).
4. Список неиспользуемого технического оснащения.
5. Потребности в совершенствовании материально-технической базы.

Таблица 7.1

Штатное расписание

наименование центра интродукции

№ п/п	Должность	Кол-во ед.	Фамилия, имя, отчество
-------	-----------	------------	------------------------

Таблица 7,2

Перечень научных тематик, разрабатываемых

наименование центра интродукции

в 19 ____ 19 ____ годах по бюджетному финансированию

№ п/п	Тема	Заказчик или планирующий орган	Штат исполнителей по должностям	Сроки завершения разработки
-------	------	--------------------------------	---------------------------------	-----------------------------

Таблица 7.3

Перечень заключенных хозяйственных договоров _____
 центр интродукции
 в 19 ____ г. на выполнение научно-исследовательских
 работ

№ п/п	Организация с указанием подчиненности (министерство, ведомство, с которым за- ключен догово- р), № и дата	Наимено- вание ра- бот, обус- ловленных догово- ром	Срок дей- ствия дан- ного дого- вора (на- чало и конец)	Общая сумма договора на 19 ____ г. 19 ____ г., тыс.руб.
----------	--	--	--	---

Таблица 7.4

Перечень научных публикаций _____
 наименование центра
 интродукции

№ п/п	Автор	Название работы	Название из- дания (год, №)	Кол-во печат- ных листов или страниц
----------	-------	--------------------	-----------------------------------	--

Таблица 7.5

План публикаций на 19 ____ 19 ____ г.

наименование центра интродукции

№ п/п	Автор	Назва- ние ра- боты	Язык изда- ния	Объем в ав- торс- ких листах	Ответ- ствен- ный редак- тор	Срок сдачи рукописи в РИСО	При- меча- ние
----------	-------	---------------------------	----------------------	--	--	--	----------------------

Таблица 7.6

Состояние питомников

наименование центра интродукции

№ п/п	Растение (латинское, русское)	Год закладки	Площадь, м ²	Кол-во растений, шт.	Происхождение	Примечание
-------	-------------------------------	--------------	-------------------------	----------------------	---------------	------------

Таблица 7.7

Сведения о реализации репродуцированного материала

№ п/п	Растение	№ питомника	Год реализации	Возраст растений	Кол-во растений, шт.	Сумма, руб.	Куда реализован
-------	----------	-------------	----------------	------------------	----------------------	-------------	-----------------

Таблица 7.8.

Движение коллекции растений по годам

наименование центра интродукции

Годы	Всего наименований	В том числе		Пополнено		Выпало из коллекции		Выпавшие растения
		видов	форм, сортов	видов	форм, сортов	видов	форм, сортов	

Таблица 7.9. Сведения о количестве полученных образцов семян

Ботанические сады	Древесно-кустарниковые	Цветочно-декоративные	Плодовые	Технические	Итого
-------------------	------------------------	-----------------------	----------	-------------	-------

Зарубежные

СССР

(СНГ)

Итого

Таблица 7.10. Рост и пополнение коллекций за счет семенного материала, полученного по обменному фонду

Растения	Получено образцов	Высеяно образцов	Получено всходов	Остаток	На сколько видов пополнилась коллекция
----------	-------------------	------------------	------------------	---------	--

Древесно-кустарниковые

Цветочно-декоративные

Плодовые

Технические

План работы по практической реализации (внедрению) результатов научных исследований на 19 _____ 19 ____ г.

наименование центра интродукции

№ п/п	Наименование работ и состояние их правовой защиты; основные этапы реализации; научные руководители тем	Срок выполнения	Организация, предприятие, их ведомственность, подчиненность, где осуществляется внедрение, форма реализации	Народно-хозяйственное значение
-------	--	-----------------	---	--------------------------------

Унификация сбора, хранения и обработки информации, получаемой от сети центров интродукции, может быть достигнута путем разработки специальных комплексных программ, обеспечивающих формализацию подачи научных результатов, их обработки и накопление данных на базе ЭВМ.

При организации широкорегиональных комплексных интродукционных исследований очевидно, что наиболее обобщенно особенности биологии вида проявляются в ритмах его сезонного развития, роста и в динамике изменения биологической продуктивности растений. Поэтому анализ адаптационных процессов целесообразнее вести на основе изучения процессов сезонного развития в комплексе с определением показателей устойчивости растений (к зиме, засухе, вредителям) и их биологической продуктивности. Как показывает опыт, такой подход позволяет выработать основу экологической типизации растений по соответствию особенностей их сезонного развития экологическим условиям крупных регионов (например, Казахстан). В итоге создается основа для широкорегионального решения и важнейшей практической задачи — разработки ассортиментов рекомендуемых для интродукции растений, дифференцированных соответственно разнообразию природных условий.

В качестве примера одного из вариантов методического решения постановки комплексных исследований адаптации растений приведем особенности закладки географических опытов с испытанием древесных интродуцентов в Казахстане. При проведении опытов была задействована сеть центров интродукции системы Академии наук Республики Казахстан: Главный, Алтайский, Карагандинский, Джезказганский, Илийский и Мангышлакский экспериментальный ботанические сады. Совокупность этих центров интродукции дает нам репрезентативный для основной части территории республики экоряд по степени изменения аридности климата. На данном этапе целью географических опытов стало выполнение биологической апробации и уточнение ранжирования экоряда на основе исследований поведения древесных растений.

Для достижения сравнимости результатов наблюдений посевной и посадочный материалы испытываемых древесных растений подбирались из семей-полусибсов или клонов. Схема закладки опыта принята с учетом возможности обработки данных методом дисперсионного анализа.

Посев (посадка) растений, привлеченных в географические опыты, производился по принципу полурандомизированных блоков, т.е. для уменьшения влияния почвенных особенностей при сравнении результатов наблюдений между видами разные блоки располагались с периодической повторностью (например, можжевельник виргинский – сирень обыкновенная – клен серебристый и т.д.). Посевы каждого образца вида закладывались в 5 повторностях – блоках.

Учитывалась динамика отпада семян, изучались феноритмы растений с фиксацией фаз по "Методике фенологически наблюдений в ботанических садах СССР" (1975), анализировались засухоустойчивость по шкале С.С.Пятницкого (1961) и зимостойкость – по шкале, рекомендованной "Методическими указаниями по учету коллекционных растений в ботанических садах СССР с помощью ЭВМ" (1979).

Динамика роста сеянцев изучалась путем замера высоты растения по лидирующему побегу. Отбор растений, подлежащих обмеру в блоках, выполнялся рандомизированно.

Таблица 7.12. Оценка устойчивости древесных растений в географических опытах по _____ ботаническому саду за период с _____ по _____ г.

Вид	Полевая всхожесть, %	Летний пад, %	Зимний отпад, %	Зимостойкость балл	Засухоустойчивость, балл			Дата осенних заморозков	Степень повреждения заморозками	Дата весенних заморозков	Степень повреждения и болевшими заморозками	Повреждениями
					июнь	июль	август					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Таблица 7.13. Количественный учет прорезки фазы сезонного развития у всходов в географических опытах по _____ 19 _____ год _____ ботаническому саду за _____

Вид растения _____

Дата наблюдений	Общее число всходов	Число погибших всходов	Число всходов с первым на стоящим листом	Число сеянцев, начавших одревесн.	Число сеянцев, начавших одревесн.	Число сеянцев, закончивших первичный рост	Число сеянцев, опавших листьями	Число сеянцев с крашами	Число сеянцев с крашами	Число сеянцев с опавшими листьями	Число сеянцев с опавшими листьями	Число сеянцев, начавших вторичный и третичный рост	Число сеянцев, начавших вторичный и третичный рост	Число сеянцев, начавших вторичный и третичный рост	Число сеянцев, начавших вторичный и третичный рост
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Примечание. Наблюдения проводятся с момента появления всходов в течение периода вегетации в понедельник и четверг каждой недели.

Таблица 7.14. Сезонное развитие всходов по географическим культурам по
 ботаническому саду за 19 _____ год

Вид расте- ний	Дата по- сева	Дата появ- лен. перв. всх.	Мас. появ- лен. всх.	Дата появ- ления 1-го на- стоящ. листа	Дата оконч. роста сеян- цев	Дата на- чала од- ре- вешн.	Дата пол- ного одре- вешн.	Дата рас- краш. ли- ствев	Дата опа- дения ли- ствев	Дата нач. вторич. (третич.) роста	Дата оконч. вторич. (третич.) роста
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Примечание: фазы сезонного развития отмечаются, когда они наблюдаются у 50% растений в образце (кроме графы 3).

Таблица 7.19. Сезонное развитие древесных растений в географических опытах по данным наблюдений _____ ботанических садов за период с _____ по _____ 19 _____ г.

Вид	Набу- хание	Рас- пус- кае	Нача- ло рас- тва по- бега	Окон- чение роста побе- га	Буто- низа- ция	Цветение		Соз- рева- ние	Одревесне- ние		Осен- нее окра- шива- ние	Опа- де- ние ли- стьев
						на- чало	ко- нец		на- чаль- ное	пол- ное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Примечание. Фазы сезонного развития развития отмечаются, когда они у 50% растений в образце. В случаях вторичного и третичного роста побегов в графы 4, 5, 10, 11 вносятся соответствующие даты наступления фенофаз по каждому отрастанку отдельно.

В целях унификации сбора и облегчения обработки данных фактических наблюдений были разработаны и применены специальные формы записи результатов наблюдений каждого центра интродукции (таблицы 7.12-7.16), участвующего в комплексных исследованиях. Как показал опыт работы с такими формами, их применение существенно ускоряет систематизацию, сводку и обработку данных, когда в исследованиях задействован крупный коллектив исполнителей. При этом заполненные каждым исполнителем формы могут быть сброшюрованы по годам наблюдений и являются по мере накопления фактического материала основой для многолетних обобщений. Для этих же целей собранные материалы могут быть заложены в память ЭВМ.

Таким образом, обосновывается целесообразность и определяются пути интенсификации интродукции растений в республике.

Таблица 7.16. Динамика роста всходов семян по блокам в географических опытах по _____ ботаническому саду за 19 _____ год

Вид растения	Дата наблюдений	Средняя по блоку высота растений, см				
		номер блока				
		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7

Сама необходимость интенсификации интродукционной работы вытекает не только из всенарастающих объемов зеленого строительства и числа запросов производства, но и чрезвычайной дороговизны только экстенсивного пути решения проблемы интродукции, базирующегося на создании каждый раз новых, дорогостоящих центров интродукции и длительных интродукционных испытаниях. Как видно, главное направление интенсификации интродукции - развитие комплексных экологических исследований закономерностей адаптации

интродуцентов в Казахстане и на этой основе — экологи-
ческое интерполяционное прогнози-
рование результатов интродукции как для новых экологичес-
ких ситуаций, так и ситуаций, промежуточных между теми,
в которых расположены центры интродукции.

Практическая реализация данного направления возможна
только на базе комплексных исследований, использования
единой методической основы и работы сети ботанических
садов по единой программе. Очень важно при этом унифи-
цировать сбор и обработку фактических данных, организовать
исследования биологии растений на генетически выравнен-
ном материале. В Казахстане лишь несколько лет работы
по такой схеме показали ее весьма высокую эффективность,
возможность существенно продвинуться вперед как в теоре-
тическом, так и прикладном направлениях. В данном случае
научная и практическая ценность каждого центра интродук-
ции в задействованной для комплексных исследований си-
стеме многократно возрастает, а вся система центров ин-
тродукции может обслуживать прогнозируемыми рекомендациями
огромные территории без существенного наращивания коли-
чества испытательных полигонов.

Сформулированы здесь научные и научно-методиче-
ские положения проблемы переноса растений базируются на
фундаменте тех результатов, которые были достигнуты за
предыдущий период. Они логически вытекают из них и по-
зволяют говорить о переходе интродукции на качественно
новый этап — этап комплексного системно-экологического
подхода к решению проблемы интродукции, который имеет
более широкое значение, выходящее за рамки одной респуб-
лики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Материалы монографии, как представляется авторам, знакомят читателя с новым научным направлением, которое мы назвали системно-экологическим подходом к интродукции растений. Его особенностью является обеспечение значительного увеличения теоретической и практической значимости результатов работы всякого центра интродукции растений за счет их сопоставительного анализа с данными других интродукционных стационаров, отличающихся экологическим режимом. Для такого сопоставительного анализа необходим специальный методический уровень организации, проведения исследований и обобщения их результатов. В методическом плане системно-экологический подход предполагает:

- наличие сети центров интродукции растений, географическое положение которых позволяет рассматривать адаптацию растений к разнокачественным условиям произрастания;
- выявление закономерностей изменения благоприятности для растений условий произрастания в пределах рассматриваемого экологического полигона как функции тех или иных абiotических факторов окружающей среды - ранжирование качества окружающей среды;
- комплексную унифицированную организацию проведения испытаний растений в сети центров интродукции;

– использование приемов экологического прогнозирования результатов интродукции, базирующихся на данных комплексных исследований.

Централизованная сеть ботанических садов Казахстана, региона с широкими градациями показателей факторов окружающей среды, послужила предпосылкой разработки и базой апробации системно-экологического подхода к интродукции растений.

Ранжирование качества окружающей среды может различаться в зависимости от экологического разнообразия региона, охваченного сетью интродукционных стационаров, и от задач выполняемых исследований и интродукционных прогнозов. По гетерогенности климатических условий территория Казахстана может быть описана двумя ординированными рядами летнего климатического режима и единым ординированным рядом условий перезимовки растений. В наших исследованиях были с успехом использованы как традиционные (средний многолетний годовой минимум температуры воздуха), так и новые (ограничение экологического ряда полусами максимальной неблагоприятности для растений летних и зимних условий) подходы к ранжированию качества условий произрастания растений при анализе различных адаптационных процессов организмов. Ранжирование качества окружающей среды позволяет оценить репрезентативность сети ботанических садов относительно экологического разнообразия региона, наметить ее недостающие звенья и, создав их и дополнив сеть новыми центрами интродукции в узловых в экологическом плане географических пунктах, преобразовать ее в систему интродукционного мониторинга, позволяющую прогнозировать с высокой точностью результаты интродукции растений в каждую точку рассматриваемого региона.

Работа каждого интродукционного стационара самой широкой и всеобъемлющей системы ботанических садов окажется замкнутой сама на себя до тех пор, пока ее результаты не будут сопоставимы с результатами работы других стационаров. Совместимость результатов может и должна обеспечиваться проведением параллельных исследований одних и тех же растений, методической идентичностью исследу-

дований, включая идентичность первичной и обобщающей научной документации. Весь этот комплекс методических приемов обеспечения системности исследований в той или иной мере нашел свое отражение на страницах нашей книги.

При прогнозировании результатов интродукции растений в регионе, охваченном системой ботанических садов, продуктивны методы интерполяционного прогноза.

приоритет последних возрастает в сопоставлении с несистемным ведением интродукционной работы. Их характерен более высокая надежность прогнозов, основанная на сопоставлении результатов интродукции, как минимум, в двух точках экологического ряда, относительно которых пункт прогноза занимает промежуточное положение. Особую роль при системной организации интродукционных исследований приобретают приемы обработки и обобщения комплекса показателей, характеризующих жизнедеятельность растений. Пятая глава нашей книги должна помочь заинтересовавшимся читателям в этом вопросе.

Описанный комплекс методических установок системно-экологического подхода к интродукции растений оказался достаточным для того, чтобы с его помощью были раскрыты новые теоретические вопросы не только интродукции, но и адаптации растений.

Впервые на уровне параметров ритмики сезонного развития показана противоречивость вегетативных и генеративных процессов растений. В соответствии с гипотезой жизненного потенциала эта противоречивость отражает конкурентные отношения механизмов индивидуальной и надиндивидуальной адаптации.

Выделено 4 уровня экологической пластичности растений по отношению к широкозональной интродукции в Казахстане: 1) оптимальный; 2) ограниченный по засухоустойчивости вне связи с особенностями сезонной ритмики развития; 3) ограниченный по зимостойкости в связи с особенностями сезонной ритмики развития; 4) ограниченный по зимо- и засухоустойчивости в связи с особенностями ритмики сезонного развития. Эти уровни являются естественными градациями в линейной шкале адаптационных возмож-

ностей вегетативной сферы растений. Первая группа является максимумом, а четвертая – минимумом адаптабельности. Содержанием внутригрупповой общности является константность параметров сезонного развития вне зависимости от таксономического состава группы. Каждая группа экологической пластичности соответствует определенному режиму функционирования организмов и определенной пропорции подразделения жизненного потенциала на нужды индивидуальной и радииндивидуальной адаптации. Для вида покрытосеменных растений возможны, по крайней мере, два режима сезонного развития, соответствующие двум градациям экологической пластичности.

При интерполяционном прогнозировании необходимо различать две категории прогнозных заключений о возможности интродукции растений: положительное и отрицательное. Первое рекомендует интродуцировать данный вид в определенный географический пункт, а второе исключает успех такой интродукции. Эти две категории прогнозных заключений, осуществленные для одного или группы растений, различаются своей надежностью. Наличие у вида свойства экологической пластичности не позволяет осуществлять гарантированный отрицательный прогноз (надежность – 10–43%). Надежность положительного интродукционного прогноза значительно выше – 73–94%.

Показано, что на территории бывшего СССР прогнозное решение А.Редера (Rehder, 1949) применимо к районам, климатический режим которых характеризуется средними многолетними годовыми абсолютными минимумами температуры воздуха $-22 - -35^{\circ}\text{C}$ и продолжительностью безморозного периода более 120–125 сут.

Таким образом теоретические результаты, полученные в процессе апробации системно-экологического подхода к интродукции растений. В практическом отношении системная организация центров интродукции в совокупности с другими элементами предлагаемого подхода обладает следующими приоритетными качествами:

– снижением материальных и трудовых затрат на строительство центров интродукции за счет их рационального размещения в регионе;

- ускорением разработки рекомендаций по ведению зеленого строительства, лесного хозяйства, других видов культивирования растений путем более полного освоения опыта существующих научных стационаров;

- повышением эффективности зеленого строительства, лесного хозяйства, других видов культивирования растений за счет повышения надежности интродукционного прогнозирования.

Эти преимущества могут быть в полной мере реализованы при решении задач интродукции в любом крупном экологически дифференцированном регионе нашей планеты.

CONCLUSION

It seems to the authors, that the monograph introduces to a reader new scientific direction, named by us the system-ecological way to the plant's introduction. It's peculiarity is large increase of theoretical and practical importance of any introduction centre's datas by they comparative analysis with other different in ecology introduction centre's datas. It is necessary the special methodical level of research's organization, realization and generalization for such comparative analysis. The system-ecological way to the plant's introduction presupposes in methodical aspect:

- the presence introduction's centres network, which does possible to study plant's adaptation in different environmental conditions;
- the exposuse the lows of changing favourability for the plants growing's conditions as the functions of environment's abiogenic factors in examined region - environment's conditions ranging;
- the complex unify organization of the plant's investigations in the introduction centre's network;
- using receptions of ecological prognostication of the plant's introduction's results, based on the complex investigations's datas.

The centralized network of botanical gardens of Kazakhstan, which is the region with wide gradations of environment's conditions, was this work's prerequisite and the base of testing the system-ecological way to the plant's introduction as well.

The environment's conditions ranging may be different in connection with variety of the region, enveloped by the plant's introduction centre's network, or purpose of researchs and prognostications. In connection with heterogeneity it's ecology, Kazakhstan's territory is to be described by two ranges of summer's climatic conditions and by one range of winter's climatic conditions. The traditional (several years standing year's minimum of temperature) and new (ecological range limited by poles of maximum unfavourability for plants summer and winter conditions) ways to the ranging environment's quality for investigation different plant's adaptations were successfully used. The environment's conditions ranging allows to estimate the representation of botanical garden's network for region's ecological variety. Such ranging allows to show up network's missing links as well. The filling of these links by construction new introduction's centres in the main in ecological aspect geographical points is the way to the system of region's introduction monitoring. The possession of such system lets us be able to do high accurate introduction prognosis for every point in the examined region.

The work of any introduction centre of the most wide and all-embracing botanical garden's network will be closed in itself until it's results would be not comparable with the other's introduction centre datas. The compatibility of datas may be and is to be secured by carrying out parallel researchs at the same plants, by methodi-

cal identity of investigations, including identity of primary and general scientific documentation. All this complex of methodical receptions, which secures systematic character of researchs, to a certain degree is reflected on the pages of our book.

Using in prognostications of the plant's introduction's results in the region, enveloped by botanical garden's network, are productive both the extrapolate and interpolate prognoses. But the interpolate prognosis is more effective. It is characterized by high reability, based on comparative analysis of introduction's results at the minimum of two points from the ecological range, in which prognosis's point is between them. The special importance in system organization of introduction's investigations have receptions data's treatment and generalization. The chapter 5 of our book is to help a reader in this question.

The complex of methodical receptions for system-ecological way to the plant's introduction, have been described, is enough to open new theoretical questions not only in the field of introduction, but in the field of plant's adaptation as well.

The first time on the level of seasonal rhythmic development's parameters have been shown the discrepancy between plant's vegetative and generative processes. Going after the biotic potential's hypothesis such discrepancy reflects the competitive relationships between mechanisms of individual and overindividual adaptations.

Have been marked out four levels of ecological plasticity regarding to wide-zone introduction in Kazakhstan: 1) optimum; 2) limited in droughtresistance without connection with the features of development's seasonal rhythmic; 3) limited in winterstediness in connection with the features of development's seasonal rhythmic;

4) limited in winterstediness and droughtresistance in connection with the features of development's seasonal rhythemics. This levels are natural gradations in the linear scale of adaptation's potential plant's vegetative sphere. The first group is the maximum of adaptation's potential, the fourth one is it's the minimum. The substance of intragroup community is the seasonal rhythemics development's parameters's constancy, which is independent from specieses's composition of group. Every ecological plasticity's group falls short of defined organism's regime of functioning, defined subdivision's proportion of the biotic potential for individual and overindividual adaptations needs. For the angiosperms's species are possible in outermost measure two regimes of seasonal rhythemics fall short two gradations of ecological plasticity.

Have been determined that it is necessary to distinguish two conclusion's categories both in extrapolate and interpolate the plant's introduction result's prognostication: the positive and the negative. The first one recommends the introduction of the defined species in the defined geographical point. The second one excludes the possibility of such introduction's success. These two categories of prognostication's conclusion were done for the same specieses would be distinguish in reliability. The presence specieses's property ecological plasticity does not allow to do guaranteed negative prognosis. It's reliability is not more than 10-43%. The reliability of positive prognosis is much more (73-94%).

Have been shown that Rehder's (1949) prognostic solution is to employ on the ex-USSR's territory in regions, which characterized by such parameters: the several years standing year's minimum of temperature from -22 to -35°C ; the du-

ration of unfrosty period in the year more than 120-125 days.

These are the theoretical results, obtained in the process of testing the system-ecological way to the plant's introduction. In the practical attitude the system organization of introduction's centres in totality with other elements of suggested scientific way has next priority qualities:

- the lowering material and labour expenditures for building introduction's centres by they rational placing in the region;
- the acceleration of working out recommendations for green-building, forestry, other branches of plant's cultivation by more full assimilation existing scientific centres's experience;
- the increase of efficiency of green-building, forestry, other branches of plant's cultivation by the increase introductional prognostication's reliability.

These advantages may be realized in full measure in solving introduction's problems in any ecological differentiated region of the Earth.

ЛИТЕРАТУРА

Аврорин Н.А. Переселение растений за полярный север. Л., 1956. 286 с.

Аврорин Н.А. Теоретические основы переноса и акклиматизации растений в Полярно-альпийском ботаническом саду // Тр. Бот. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. 1957. Сер. 6, вып. 8. С. 89-92.

Агроклиматический атлас мира. М., 1972. 450 с.

Александров В.Я. Клетки, молекулы и температура. М., 1975. 330 с.

Алексеев В.А., Рак Л.Д. Признаки ослабления деревьев ели под влиянием атмосферного загрязнения // Лесоведение. 1985. № 5. С. 37-43.

Алма-Ата: (Энциклопедия). 1983. 607 с.

Альтергот В.Ф. Физиологические основы интродукции природной флоры в Западной Сибири // Растительные ресурсы Сибири, Урала и Дальнего Востока. Новосибирск, 1965. С. 7-13.

Айнука Э., Раук Ю. О визуальной оценке повреждений хвойных в промышленном ландшафте // Влияние промзагрязнения на лесные экосистемы и мероприятия по повышению их устойчивости: Тез. докл. к Всесоюзн. науч.-практ. совещ., 26-27 июня, 1984. Каунас, 1984. С. 66-67.

Айнука Э., Раук Ю. Хвойные деревья-индикатор технической нагрузки в промышленном ландшафте // Изв. АН ЭССР. Сер. биол. 1986. № 2. С. 131-141.

Анохин П.К. Опережающее отражение действительности // Философские аспекты теории функциональных систем. М., 1978. С. 7-26.

Ассортимент декоративных растений для озеленения промышленных центров Карагандинской области. Алма-Ата, 1978. 45 с.

Ассортимент декоративных растений для озеленения населенных пунктов Южного Прибалхашья. Алма-Ата, 1978. 31 с.

Ассортимент декоративных растений для озеленения Алматы. Алма-Ата, 1979. 63 с.

Ассортимент декоративных растений для озеленения Джекказганского промышленного района. Алма-Ата, 1979. 39 с.

Ассортимент декоративных растений для озеленения городов и сел Восточного Казахстана. Алма-Ата, 1981. 56 с.

Ассортимент декоративных растений для озеленения населенных пунктов Гурьевской области. Алма-Ата, 1987. 24 с.
Атлас Казахской ССР. М., 1982. С.34-49.

Атлас СССР. М., 1984. 350 с.

Базилевская Н.А. Теории и методы интродукции растений М., 1964. 129 с.

Байтулин И.О. О принципах разработки ассортимента декоративных растений для озеленения городов и населенных пунктов Казахстана. // Состояние и перспективы озеленения городов Казахстана. Алма-Ата, 1980. С.27-35.

Байтулин И.О., Аметов А.А. Корневая система древесных интродуцентов в аридных условиях Казахстана. Алма-Ата, 1983. 88 с.

Байтулин И.О., Рубаник В.Г. Интродукция деревьев и кустарников в Казахстане. Алма-Ата, 1985. 160 с.

Байтулин И.О., Шарловская Л.П. Таволги в озеленении Центрального Казахстана. Алма-Ата, 1987. 120 с.

Байтулин И.О. Экологические основы интродукции растений // Изв. АН КазССР. Сер.биол. 1989. № 4. С.3-10.

Бессчетнов П.П., Голощапов Г.В. Садово-парковое строительство Казахстана. Алма-Ата, 1988. 223 с.

Беспаяев С.Б., Проскураков М.А. Жизнеспособность древесных растений в связи с ритмом их роста в аридных условиях // Изв. АН КазССР. Сер. биол. 1981. № 6.

Биоиндикация загрязнения наземных экосистем. М., 1988. 350 с.

Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. М., 1982. 245 с.

Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах. Л., 1971. 380 с.

Биологический энциклопедический словарь. М., 1986. 831 с.

Бордулев А.А., Мальцев С.Н. Зеленое строительство. Алма-Ата, 1977. 156 с.

Борисов А.А. Климаты СССР. М., 1967. 292 с.

Борисов А.А. Климаты СССР. М., 1975. 315 с.

Брадис М.В. Четырехзначные математические таблицы. М., 1965. 94 с.

Браславская С.М. Влияние некоторых факторов атмосферного воздуха Алма-Аты на заболеваемость детей // Состояние внешней среды города Алма-Аты на здоровье человека. Алма-Ата, 1988. С.106-107.

Быков Б.А. Вводный очерк флоры и растительности Казахстана. Растительный покров Казахстана. Алма-Ата, 1966. Т.1. 592 с.

Быков Б.А. Экологический словарь. Алма-Ата, 1983. 216 с.

Быков Б.А. Экологический словарь. Алма-Ата, 1988. 212 с.

Вавилов Н.И. Линнеевский вид как система // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1931. Т.26, вып.3. С.109-134.

Вавилов Н.И. Интродукция растений в советское время и ее результаты: (Докл. на конф. бот.садов при АН СССР, январь, 1940) // Избр.тр. М.; Л., 1965. Т.5.С.674-689.

Вавилов Н.И. Интродукция растений в советское время и ее результаты // Происхождение и география культурных растений. Л., 1987. С.402-417.

Вальтер. Растительность земного шара. М., 1968. Т.1. 551 с.

- Верзилов В.Ф. Значение физиологических исследований в интродукции растений // Бюл. ГБС. 1971. Вып. 81. С. 7-15.
- Вернадский В.И. Ход жизни биосфере // Природа. 1925. № 10-12. С. 17-30.
- Вернадский В.И. Очерки геохимии. М.; Л., 1927. 365 с.
- Вернадский В.И. Избр. соч. Т. 5. Биосфера. М., 1960. № 1-2. 256 с.
- Вольф Э.Л. Декоративные кустарники и деревья для садов и парков. Петербург. 1915. 462 с.
- Гаель А.Г., Семеновский Б.Н. К вопросу о растениеводстве в Приаральской пустыне // Проблемы растениеводческого освоения пустынь. Л., 1933. Вып. 1. С. 16-35.
- Галактионов И.И., Ву А.В. Декоративные деревья и кустарники для озеленения городов азиатской части СССР. М., 1963. 220 с.
- Гельфандбейн П.С. Задачи обрезки в повышении зимостойкости деревьев яблони // Бюл. науч.-техн. информ. НИИ садоводства им. И.В. Мичурина. 1958. № 6. С. 25-31.
- Гетко Н.В. Газопоглотительная способность деревьев и кустарников // Растения и промышленная среда. Киев, 1968. С. 112-115.
- Глинка Н.В. Путь создания новой агробиологической теории и важнейшие ошибки критиков Н.П. Кренке // Селекция и семеноводство. 1953. № 4. С. 1-10.
- Голов В.И., Каменщикова Н.М. Фтор в основных компонентах ландшафтов, подверженных промышленным выбросам // Микроэлементы в антропогенных ландшафтах Дальнего Востока. Владивосток, 1985. С. 4-14.
- Головкин Б.Н. История интродукции растений в ботанических садах. М., 1981. 110 с.
- Головкин Б.Н. К вопросу об интродукционном районировании // Бюл. ГБС. 1986. Вып. 139. С. 3-6.
- Головкин Б.Н. Культурный ареал растений. М., 1988. 184 с.
- Григорьев Г.В. Полезащитные полосы на бурых почвах // Лес и степь. 1951. № 9. С. 18-24.

- Гурский А.В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. М.; Л., 1957. 301 с.
- Дарвин Ч. Сочинения. 1896. Т.1-4. 516 с.
- Дарвин Ч. Происхождение видов. М.; Л., 1937. 762 с.
- Дарвин Ч. Изменения домашних животных и растений // Собр.соч. М.; Л., 1951. Т.4. 383 с.
- Декандоль А. Введение к изучению ботаники. М., 1839. Т.1. 241 с.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.
- Деревья и кустарники СССР. М.; Л., 1951. Т.2. 611 с.
- Древесная растительность Алма-Атинского ботанического сада. Алма-Ата, 1962. 329 с.
- Дубинский Г.П. Суховети, их происхождение и борьба с ними. М., 1952. 481 с.
- Дубровицкая Н.И., Кренке А.Н. О критике теории возрастной цикличности // Успехи современной биологии. 1953. Т.36, вып.1(4). С.87-95.
- Дубянский В.А. К вопросу мелиорации Центрального Казахстана: (Материалы совещания по Центральному Казахстану, 12-14 апреля) // Тр.СОПС АН СССР. Серия казахская. Л., 1931. Вып.2. С.15-20.
- Дубянский В.А. Возможности улучшения природных условий жизни соц.города Прибалхашстроя. М., 1932. 45 с.
- Жеронкина Т.А., Рубаник В.Г. Можжевельники в озеленении. Алма-Ата, 1976. 103 с.
- Заец В.К. Сравнительная зимостойкость сортов яблони // Бюл. науч.-техн.информ. НИИ садоводства им.И.В.Мичурина. 1958. № 6. С.32-45.
- Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений. М., 1981. 120 с.
- Зайцев Г.Н. Оптимум и норма в интродукции растений. М., 1983. 270 с.
- Звиргзд А. Долговечность хвои голосеменных в Советской Прибалтике // International Symposium on Biology of Woody Plants. Братислава, 1973. С.339-345.

Иванов Л.С. Учение о растительных маслах в свете эволюционной теории. М., 1924. 285 с.

Ильев Л.И., Гордиенко Р.Н. Экономическое значение зеленых насаждений вокруг населенных пунктов // Озеленение населенных пунктов. Алма-Ата, 1973. С.48-51.

Карпов В.Г. Экспериментальная фитоценология темнохвойной тайги. Л., 1969. 335 с.

Кемп П., Армс К. Введение в биологию. М., 1988. 671 с.

Клауснитцер Б. Экология городской фауны. М., 1990. 246 с.

Ключников Ю., Зарембо Э. Климат // Казахская Советская Социалистическая Республика: (энциклопедический справочник). Алма-Ата, 1981. С.70-76.

Кобзарь А.П., Гавриш Л.И., Талебаева Г.И. Геохимическая оценка интенсивности загрязнения воздушного бассейна города по данным апробирования атмосферных осадков и пылевых выпадений // Состояние внешней среды города Алма-Аты и здоровье человека. Алма-Ата, 1988. С.12-14;

Козо-Полянский В.М. Итоги работы арборетума // Тр. Республ. ботсада АН КазССР. Алма-Ата, 1948. Т.1. С.15-20.

Колесников А.И. Декоративная дендрология. М., 1974. 704 с.

Комплексная программа охраны природы и здоровья населения г.Алма-Аты // Вечерняя Алма-Ата. № 153. С.2-3.

Коновалов И.Н. Акклиматизация растений как эколого-физиологическая проблема // Тр. Бот. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. 1957. Сер.6, вып.5. С.37-47.

Коновалов И.Н. Эколого-физиологическое и физиолого-биохимическое изучение растений при интродукции // Физиология приспособления и устойчивости растений при интродукции. Новосибирск, 1969. С.55-76.

Кормилицы А.М. О ботанико-географических основах интродукции древесных экзотов на южный берег Крыма // Тр. Гос. никитского бот. сада. 1959. Т.29. С.55-73.

Кормилицы А.М. Ботанико-географические закономер-

ности в интродукции деревьев и кустарников на юге СССР // Тр. Гос. никитского бот. сада. Ялта, 1964. Т.37. С.15-71.

Краммер П.И., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М., 1963. 267 с.

Краснов А.Н. География растений. Харьков, 1899. 215 с.

Кренке Н.П. Теория циклического старения и омоложения растений и практическое ее применение. М., 1940. 267 с.

Кретович В.Л. Основы биохимии растений. М., 1961. 350 с.

Кулик М.С. Об оценке засушливых явлений // Метеорология и гидрология. 1952. № 1. С.35-40.

Культиасов М.В. Тау-сагыз и экологические основы введения его в культуру. М.; Л., 1938. 212 с.

Культиасов М.В. Эколого-исторический метод в интродукции растений // Бюл. ГЕС АН СССР. 1953. Вып.15. С.24-39.

Культиасов М.В. Экологические основы интродукции растений природной флоры // Тр. ГЕС АН СССР. 1963. Т.9. С.3-37.

Куприянов П.Г. Диагностика систем семенного размножения в популяциях цветковых растений. Саратов, 1989. 160 с.

Лавренко Е.М., Андреев В.Н., Леонтьев В.Л. Профиль продуктивности надземной части природного растительного покрова СССР от тундр к пустыням // Бот. журн. 1955. Т.40. № 3. С.15-18.

Лалин Г.Ф. Биометрия. М., 1983. 293 с.

Лалин П.И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюл. ГЕС АН СССР. М., 1967. Вып.67. С.13-18.

Лалин П.И., Рябова Н.В. Некоторые проблемы практики интродукции древесных растений в ботанических садах // Исследования древесных растений при интродукции. М., 1982. С.5-29.

Лиела И.Я., Мауринь Х.А., Поспелова Г.Е. Моделирование и программирование в ботанике. Рига, 1971. С.41-51.

Лиена И.Я., Никодемус О.Э., Рамен К.К., Скудра А.Я. Временный ход реакции сосняков в условиях изменчивого загрязнения воздуха // Темпорал. аспекты моделирования и прогноз, в экологии. Рига, 1986. С.114-127.

Линник Н.Н. Микроклиматическое районирование ветрового режима г.Алма-Аты в целях дифференцированного расчета полей загрязнения от промышленных предприятий // Состояние внешней среды города Алма-Аты и здоровье человека. Алма-Ата, 1988. С.18-19.

Логгинов В.Б. Два метода прогнозирования результативности интродукции на основе моделирования экологических признаков // Биологические закономерности изменчивости и физиология приспособления интродуцированных растений. Черновцы, 1977. С.96.

Логгинов В.Б. Интродукционная оптимизация лесных культур-ценозов. Киев, 1988. 164 с.

Малеев В.П. Теоретические основы акклиматизации растений. Л., 1933. 160 с.

Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. Форма изменчивости // Тр. Ин-та экологии растений и животных. 1968. Вып.60.С.3-54.

Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. Амплитуда изменчивости // Тр. Ин-та экологии растений и животных. 1969. Вып.64. С.3-38.

Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. Экологическая изменчивость // Тр. Ин-та экологии растений и животных. 1971. Вып.82. С.3-29.

Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М., 1972. 271 с.

Мандре М.А., Кангур А.К., Пихлакас Э.А., Лаур Л.П. Физиолого-биохимическая оценка состояния растений в условиях техногенной среды // Комплексные методы контроля качества природной среды. М., 1986; Тез.докл. Черноглава. 1986. С.87.

Мартынюк А.А. Густота охвоения побегов как показатель степени ослабления деревьев сосны промышленными

выбросами // Основы выращивания защитных насаждений на водосборах в бассейнах малых рек. М., 1985. С.115-121.

Масатбаев О. Проблемы экологии г.Алма-Аты // Состояние внешней среды города Алма-Аты и здоровье человека Алма-Ата, 1988. С.3-4.

Мауринь А.М., Никодемус О.Э., Рамен К.К. Возможный принцип типизации леротопов городской экосистемы // Моделирование в биологии. Рига, 1982. С.105-113.

Мезенцев В.С. Водный баланс. М., 1973. 315 с.

Методические указания по учету коллекционных растений ботанических садов СССР с помощью ЭВМ. М., 1979. 83 с.

Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М., 1975. 40 с.

Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюл. ГЭС АН СССР. М. 1979. Вып.119. С.3-8.

Михайлова Т.А., Воронин В.И. Оценка сезонного повреждения хвойных пород поллиантами // Лесоведение. 1988. № 1. С.67-69.

Мичурин И.В. Сочинения, М., 1948. Т.1-4.

Морозов Г.Ф. Учение о лесе / Под ред. В.В.Матренинского. Л., 1926. 368 с.

Мушегян А.М. Деревья и кустарники Казахстана. Алма-Ата, 1962. Т.1. 363 с.

Мушегян А.М. Итоги акклиматизации древесных пород в Алма-Атинском ботаническом саду // Бюл. ГЭС АН СССР. М., 1951. Вып.10. С.18-20.

Мушегян А.М. Культуры древесных экзотов в Алма-Ате. Алма-Ата, 1952. 95 с.

Мушегян А.М. Результаты испытания древесных пород в Алма-Атинском ботаническом саду // Тр. Алма-Атинского ботсада. 1954. Т.2. С.12-21.

Николаевский В.С. Биологические основы газостойкости растений. Новосибирск, 1979. 280 с.

Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. Л., 1969. 315 с.

Одум Ю. Экология. М., 1986. Т.2. 376 с.

Пакулова В.М. Работа с терминами на уроках биологии. М., 1990. 96 с.

Пастернак П.С., Ворон В.П., Приступа Г.К., Мазепа В.Г. Об устойчивости лесных насаждений к воздействию промышленных выбросов // Лесное хозяйство. 1985. № 9. С.61-63.

Пашкевич В.В. Учебник садоводства. М., 1911. Т.2. 135 сс.

Петухова И.П. Эколого-физиологические основы интродукции древесных растений. М., 1981. 124 с.

Попов В.А., Негруцкая Г.М., Петрова В.К. Газопоглотительная способность растений // Газоустойчивость растений. Новосибирск, 1980. С.52-60.

Проскуряков М.А. Интерполяционный подход к решению задач прогноза в интродукции растений // Вестн. с.-х. науки Казахстана. 1985. № 3. С.73-76.

Проскуряков М.А. Комплексирование ботанических садов Средней Азии и Казахстана для решения задач интерполяционного прогноза результатов интродукции растений // Матлы Всесоюзн.сессии Совета бот.садов Средней Азии в Ленинабаде. Ленинабад. 1989. С.98-101.

Проскуряков М.А., Пусурманов Е.Т., Кокорева И.И. Изменчивость растений в горах. Алма-Ата, 1986.130 с.

Проскуряков М.А., Рубаник В.Г. Опыт и перспективы прогнозирования результатов интродукции древесных растений в Казахстане // Бюл. ГЭС. М., 1986. Вып.140. С.55-58.

Проскуряков М.А., Чекалин С.В., Кабанов С.П. Применение интерполяционного подхода в интродукции растений // Folia dendrologica. 1987. Вып.14. С.123-128.

Проскуряков М.А., Чекалин С.В., Острикова В.М., Мырзакулов Б.П. Санлирующий эффект дерева // Растения и промышленная среда: Тез.докл. 1-й Всесоюзн. науч. конф. Днепропетровск. 1990. С.280.

Проскуряков М.А. Прогноз биологического разнообразия растений при интродукции // Роль ботанических садов в современном урбанизированном мире: Докл. 1У Международного конгресса европейско-средиземноморского отделения международной ассоциации ботанических садов. Тбилиси, 1991. С.144.

Проскураков М.А. Паспортизация центров интродукции растений в Казахстане. В кн. Методика интродукционных исследований в Казахстане. Наука. Алма-Ата. 1987. С. 122-129.

Пятицкий С.С. Оценка селекционного материала по засухоустойчивости // Практика лесной селекции. М., 1961. С.50-51.

Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М., 1938. 620 с.

Реймерс Н.Ф. Основные биологические понятия и термины. М., 1988. 319 с.

Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. М., 1982. 144 с.

Роль растений в оздоровлении воздушного бассейна городов Казахстана. Алма-Ата, 1982. 110 с.

Рубаник В.Г. Ботанический сад за 25 лет // Тр. Алма-Атинского ботанического сада АН КазССР. Алма-Ата. 1960. Т.5. С.3-10.

Рубаник В.Г. Интродукция голосеменных в Казахстане. Алма-Ата, 1974. 270 с.

Рубаник В.Г., Жеронкина Т.А. Интродукция деревьев и кустарников Европы в Казахстане. Алма-Ата, 1980. 193 с.

Рубаник В.Г., Солонинова И.Н. Интродукция североамериканских древесных растений на юго-востоке Казахстана. Алма-Ата, 1989. 171 с.

Рубаник В.Г., Черкасов М.И. Зеленый наряд-городам и селам. Алма-Ата, 1971. 156 с.

Рубаник В.Г., Жеронкина Т.А. Интродукция деревьев и кустарников Европы в Казахстане. Алма-Ата, 1980. 193 с.

Рубаник В.Г., Широкова А.В. Зеленый наряд Алма-Аты. Алма-Ата, 1983. 183 с.

Рубцов Н.И. Озеленение Прибалхашья и Балхашский ботанический сад // Советская ботаника. 1936, № 6. С.13-21.

Рубин Б.А. Закономерности биохимической изменчивости растений в связи с проблемой акклиматизации // Интродукция растений и зеленое строительство: (Тр. Бот. ин-та им.В.Л.Комарова АН СССР). 1957. Сер.6, вып.5. С.50-58.

Русанов Ф.Н. Итоги интродукции и акклиматизации растений в Средней Азии // Тр. Бот. ин-та им.В.Л.Комарова АН СССР. 1957, Сер.6, вып.5. С.59-63.

Серова Е. Сад-парк в солончаковой пустыне // Мелиоративное дело. 1930. № 3. С.3-7.

Сисакян Н.М. Биохимическая характеристика засухоустойчивости растений. М.; Л., 1940. 315 с.

Сказкин Ф.Д. Критический период у растений к недостаточному водоснабжению // 21-е Тимирязевское чтение. М., 1961. 51 с.

Сказкин Ф.Д. Критический период у растений по отношению к недостатку воды в почве. Л., 1971. 119 с.

Смирнов И.А. Солевыносливость древесных растений. Красноярск, 1986. 215 с.

Снедекор Дж.У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М., 1961. 502 с.

Соколов С.Я. Современное состояние теории акклиматизации и интродукции растений // Тр. Бот. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. 1957. Сер.6, вып.2. С.9-32.

Софронов М.Е. Не плодоносящие деревья // Прогрессивное садоводство и огородничество. 1912. № 47. С.12-23.

Справочник по климату СССР. Осадки. Алма-Ата, 1966. Вып.18. 185 с.

Справочник по климату СССР. Температура воздуха. Алма-Ата, 1966. Вып.18. 150 с.

Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биоценологии // Основы лесной биоценологии. М., 1964. С.458-480.

Сукачев В.Н. Основы лесной типологии и биоценологии // Избр. тр. Л., 1972. Т.1. 418 с.

Сушков К.Л., Вайнфатов Д.Н. Плановое задание на проектирование Алма-Атинского ботанического сада Академии наук Казахской ССР // Тр. Алма-Атинского бот. сада АН КазССР. Алма-Ата, 1956. Т.3. С.3-17.

Таргон П.Г. Биологические особенности интродуцированных древесных растений в Молдавии. Кишинев, 1980. 156 с.

Термена Б.К., Кибич И.В., Станкевич Л.Т. Прогнозирование результатов интродукции некоторых восточноазиатских древесных растений сем. Rosaceae // Бюл. 1987. Вып.145. С.15-23.

Тимирязев К.А. Жизнь растения. М., 1949. 334 с.

Туманов И.И. Физиология закалывания и морозоустойчивости растений. М., 1979. 352 с.

Фортунатов И.К. Ботанико-географический анализ результатов интродукции деревянистых декоративных и плодово-ягодных пород в Джезказгане // Вестн. АН КазССР. Сер. биол. 1949. № 8(53). С.18-35.

Фортунатов И.К. Культурная дендрофлора Джезказгана: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Алма-Ата, 1947. 20 с.

Хохлов С.С., Зайцева М.И., Куприянов П.Г. Выявление апомиктических форм во флоре цветковых растений СССР. Саратов, 1978. 180 с.

Чекалин С.В. Анализ изменений параметров водного обмена тканей листовых пластинок при иссушении и модификация способа оценки физиологического состояния древесных растений. Алма-Ата, 1981. Деп. в КазНИИТИ, 14.05.81, № 262-84.

Чекалин С.В. Водный режим и адаптация лиственных древесных растений к засухе южного типа: Дис. ... канд. биол. наук. Алма-Ата, 1981. 202 с.

Чекалин С.В. Водный баланс и состояние растений. Алма-Ата. 1987а. 168 с.

Чекалин С.В. Определение водообеспеченности интродуцентов // Методики интродукционных исследований в Казахстане. Алма-Ата, 1987б. С.56-57.

Чекалин С.В., Мангольд И.М. Использование плодовых растений в уличных линейных посадках - дополнительный фактор риска для здоровья людей // Состояние внешней среды города Алма-Аты и здоровье человека. Алма-Ата, 1988. С.52-53.

Шаталина В.Ф. Интродукция древесных растений в Центральном Казахстане. Алма-Ата, 1981. 133 с.

Ширчинский Н.В. Теоретические и практические основы зеленого строительства в пустынях и полупустынях Казахстана // Научные работы БИН им.В.Л.Комарова АН СССР. 1945. № 145. С.20-25.

Ширчинский Н.В. К озеленению Балхаша // Тр. БИН. им.В.Л.Комарова АН СССР. Серия 6. 1950. Вып.1. С.17-25.

Шулико Г.В. Автомобилизация и проблема охраны воз-

Окружающей среды (на примере Алма-Аты) // Проблемы и перспективы развития автомобильного транспорта крупных городов на примере г.Москвы: Тез.докл. на Всесоюзн.науч.-техн.конф. Москва, 1979. М., 1981. С.346-351.

Шульц Г.Э. Общая фенология. Л., 1981. 188 с.

Якубов Т.Ф. Пустынное Северное Прибалхашье и вопросы фитомелиорации // Изв. Гос.геогр.об-ва. 1936. № 1. С.15-25.

Birch L.C. // J.Anim. Ecol. 1948. V.17.P.15-26.

Brelob P. // Invent. fnd Monit. Ehdangered.Forest. JUFRO Conf., Zurich, Aug, 19-24, 1985. Birmensdorf. S.229-232.

Chapmen R.N. // Ecology. 1928. V.9. P.111-122.

Evers F.-h. // Allg.Forstz. 1986. V.41, N 1-2. S.6-9.

Fraude H.-J. // Forst- und Holzwirt. 1987.V.42, N 15. S.415-417.

Garrec J.P. // 6 Congr. mond. qualite air, Paris. 16-20 mai. 1983. Textes conf. V.2. Paris. 1983. S.459-467.

Halbwachs G. // Osterr. Forstztg. 1987. N 8. S.65-67.

Horstall J.Y., Heuberger J.W. // Bull. 1942. N 456. S.48-56.

Humboldt A. Ideen zu einer Geographie der Pflanzen. Berlin, 1817. 215 s.

Humboldt A. De distributione geographica plantarum secundum coeli temperiem at altitudinam montium prolegomena. Lutetiae Parisiorum. 181. 135 p.

Joussen H. // Collogues intern: du Cntre Nat. Recherche Scient. 1955. 59. P.257-269.

Jood R.D.O. // New Phytol. 1931. V.30, N 3. P.141-149.

Leopold A.Y., Janick J. // Plant physiol. 1959. V.34, N 5. P.238-249.

Liedeker H., Schuff P., Klein R.M. // Eur.J. Forest Pathol. 1988. V.18, N 1. P.13-25.

Loomis W.E. // Growth and differentiation in plants. 1953. P.35-62.

Mayr H. Die naturgeschichtliche Grundlage des Waldbahnes. Berlin, 1909. 185 p.

Mayr H. Waldbau auf naturgeseschthlicher Grundlage. Berlin, 1909. 315 p.

Murneek A.E. // Plant Physiol. 1926. V.1.P.43.

Rabe R. // Forum Stadte-Hygiene. 1982. V.33. P.252-265.

Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs. heardy in Noth America. N.Y. 1949.996 p.

Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs, N.Y. 1949. 996 p.

Roth J. // Wiss. Beitr. Martin-Luter Univ. 1975. N 4. S.137-140.

Skinner H.T. // 15-th Intern. Nort Congress. Proc., Ithaca. N.Y. 1962. P.485-491.

Stocker G. // Schubert R., Cchun J. (Hrsg): Bioindikation. Teil 1. Wiss. Beitr. Martin-Luter Univ., Halle Wittenberg. 1980. V.24 (P 8).S.10-21.

Wachter H. Welfere Beobachtungen zur Lebensdauer von Fichtennadeln in Nordrhein-Westfalen-Forsch und Holz, 1989, V.44, N 2. P.34, 36-38.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 6. РАСТЕНИЯ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ	3
Глава 7. ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ (на рус.яз.)	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ (на англ.яз.)	78
ЛИТЕРАТУРА	83

CONTENTS

Chapter 6. THE PLANT'S IN THE URBAN ENVIRONMENT	3
Chapter 7. THE EXPERIENCE AND THE PERSPECTIVES OF COMPLEX RESEARCH'S DEVELOPMENT	46
CONCLUSION (in Russian)	73
CONCLUSION (in English)	78
BIBLIOGRAPHY	83

Научное издание

Байтулин Иса Омарович,
Проскуряков Михаил Александрович,
Чекалин Сергей Владимирович

СИСТЕМНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД
К ИНТРОДУКЦИИ РАСТЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ
Часть 2

Утверждено к печати Ученым советом
главного ботанического сада Академии наук
Республики Казахстан

Редактор С.Г.Новикова
Оформление художника Н.Ф.Чурсина

ИБ. № 3395

Подписано в печать 05.06.92.

формат 60x84¹/16. Бум.тип. № 1.

Печать офсетная. Усл.п.л. 5,81.

Усл.кр.-отт. 5,93. Уч.-изд.л. 5,6.

Тираж 300. Заказ 91.

Издательство "Гылым"

480100, Алма-Ата, ул.Пушкина, 111/113

Типография издательства "Гылым"

480021, Алма-Ата, ул.Шевченко, 28