

И.И. КОРШИКОВ¹, Н.М. ДАНИЛЬЧУК², О.В. КРАСНОШТАН², А.Е. МАЗУР²

¹ Донецкий ботанический сад НАН Украины

Украина, 83059 г. Донецк, просп. Ильича, 110

² Криворожский ботанический сад НАН Украины

Украина, 50089 г. Кривой Рог, ул. Маршака, 50

ЖИЗНЕННАЯ ФОРМА И ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗРАСТАНИЕ ТОПОЛЯ БЕЛОГО (POPULUS ALBA L.) НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОТВАЛАХ КРИВОРОЖЬЯ

Изучено разнообразие жизненных форм тополя белого (Populus alba L.) на железорудных отвалах Криворожья. Установлено, что развивающиеся из анемохорно распространившихся семян одноствольные растения P. alba по достижении 5–7-летнего возраста проявляют высокую вегетативную подвижность, ежегодно формируя корневую поросль. В результате простой индивид трансформируется в сложный — куртинообразующее дерево. Площадь, занимаемая им, может достигать 490 м². P. alba на железорудных отвалах отличается высокой экологической пластичностью.

В степной зоне Украины древесные растения-интродуценты испытывают влияние неблагоприятных природно-климатических факторов, которые в отдельные периоды вегетации иногда достигают уровня экстремальных из-за длительных засух и высоких температур. А в промышленных регионах на влияние этих факторов часто накладывается действие загрязненного токсичными газами и пылью воздуха и трансформированность эдафотопы, часто очень существенная, как, например, на отвалах горнорудных производств. Породные отвалы горнорудных производств Приднепровья и Донбасса, занимающие значительные территории, неблагоприятны для роста и развития древесных растений. Об этом свидетельствует 50-летний, большей частью неудачный опыт их озеленения с использованием широкого ассортимента растений. Однако на отвалах самостоятельно поселяются некоторые виды древесных растений в результате анемохорного или зоохорного распространения семян из соседствующих насаждений [5]. Искусственное озеленение и естественное самозаращение породных

отвалов можно рассматривать как способ определения экологических пределов существования вида за пределами его природного ареала. По распространенности вида на отвалах, жизненному состоянию и приспособительным особенностям в гетерогенных условиях можно оценивать его адаптивный потенциал [5].

В экологически неблагоприятных экотопах, а также в сообществах, подверженных антропогенным воздействиям, изменяются формообразовательные процессы у растений и возрастает разнообразие жизненных форм у пластичных в ростовом отношении видов [3, 9]. У устойчивых видов, склонных к вегетативному возобновлению на ранних этапах онтогенеза, может существенно изменяться поведенческая стратегия, свойственная им в типичных условиях природной среды. Так, например, при недостатке света, засолении, бедности субстрата вегетативно подвижные виды способны формировать сложный диффузный индивид (куртинообразующее дерево), состоящий из не менее одного высокорослого кронообразующего дерева и разноудаленной от его ствола поросли [9]. У таких сложных индивидов связь между составляющими их простыми

индивидами поддерживается с помощью горизонтально растущих корней материнского дерева и/или плагиотропных подземных побегов — ксилоризомов [2]. Высокая вегетативная подвижность древесных растений в неблагоприятных гетерогенных условиях эдафотопов — свидетельство их экологической толерантности и пластичности [3, 5, 9].

По интенсивности заселения растениями антропогенно нарушенных территорий и спектру их жизненных форм можно судить об экологической специфике неозкотопов. С другой стороны, по жизнеспособности вида и его жизненным формам в таких формирующихся или создаваемых древостоях можно индикативно оценивать соответствие эдафических условий экотопа биологии вида. Активно колонизирующие горнорудные отвалы растения за счет семенного или вегетативного возобновления представляют особую ценность для ускорения темпов их фиторекультивации, а с общебиологических позиций — для выяснения особенностей поведения, реализуемого через ростовые формообразовательные процессы [4].

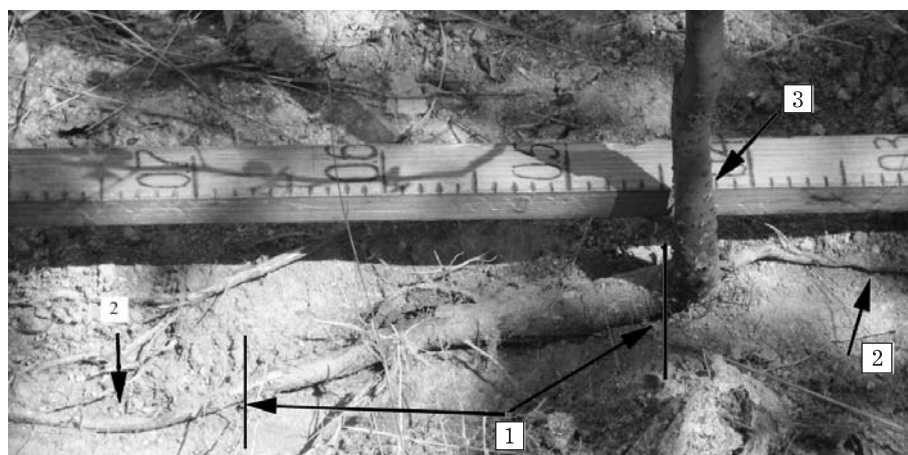
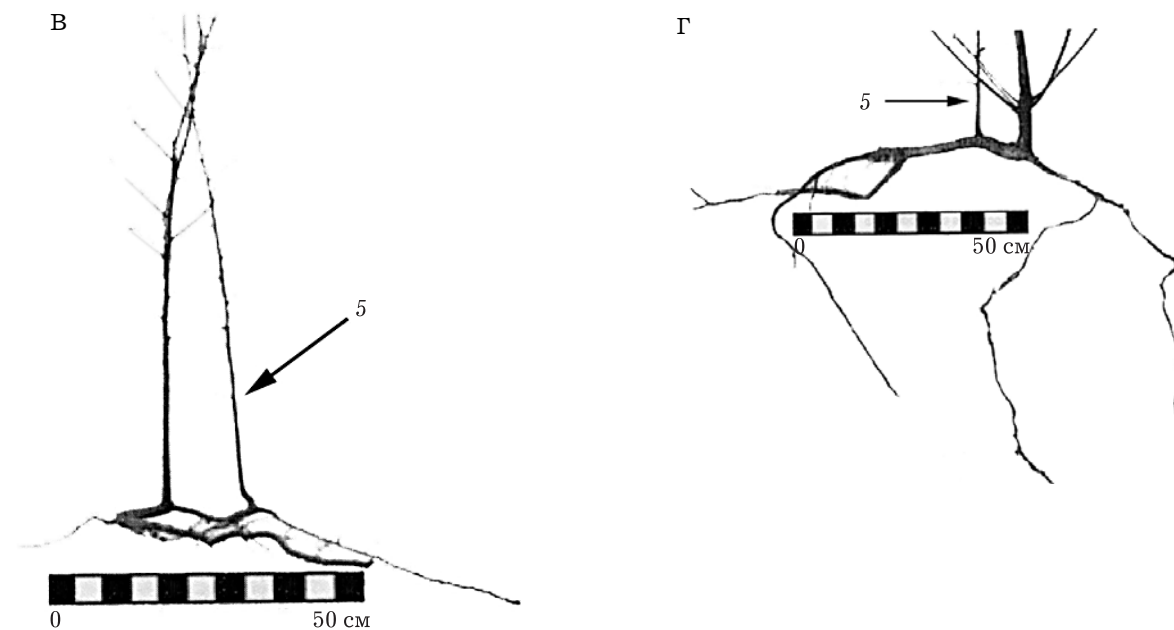
Цель работы — проанализировать распространение, разнообразие жизненных форм и специфику вегетативного разрастания тополя белого (*Populus alba* L.) на железорудных отвалах Криворожья.

В течение 2005—2007 гг. маршрутным методом были обследованы насаждения древесных растений на трех крупных железорудных отвалах Криворожья — Первомайском, Анновском и Петровском, площадь каждого из которых составляет несколько десятков гектаров. Для *P. alba* определяли происхождение, местоположение на отвале, субстрат, на котором произрастают растения, их возраст, жизненное состояние (по 10-балльной шкале), фитоценотическое окружение. В случае вегетативного возобновления проводили раскопку корневой системы, определяли количество, возраст, высоту и диаметр (на поверхности породы) надземных ортотропных побегов.



Рис. 1. Корневые отпрыски куртинообразующего дерева *Populus alba* L. на железорудных отвалах Криворожья: А — двухлетняя, Б — многолетняя корневая поросль; В, Г — корневая поросль с ортотропным побегом, развившимся на ксилоризоме;

P. alba — вид пойменных естественных местообитаний — самопоселяется на железорудных отвалах Криворожья и проявляет высокую вегетативную подвижность. Все выявленные на железорудных отвалах осо-



Б

1 — трансформированный в ксилоризом участок плагиотропного корня; 2 — плагиотропные корни; 3 — подземная часть ортотропного побега; 4 — чешуевидные листья на ксилоризоме; 5 — ортотропные побеги, развившиеся на ксилоризоме

би *P. alba* представляют собой сложный индивид — куртинообразующее дерево согласно классификации А.А. Чистяковой [9]. Во всех обнаруженных локальных местобитаниях этот сложный диффузно расп-

ростраемый индивид возник из семян, занесенных из окружающих отвалы насаждений. Произрастает данный вид на разных по географическому и высотному положению частях отвалов на рыхлых

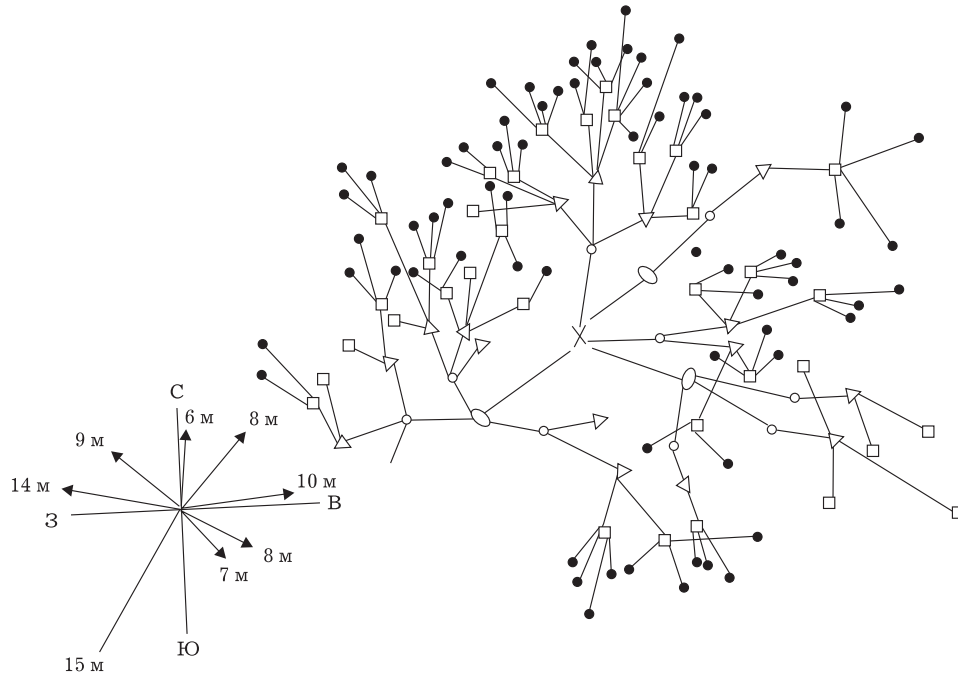
субстратах — глиноземах с включением кварцитов и супесей. Типичное место произрастания — понижения, углубления, небольшие ямы на бермах или плоской вершине отвала, на склонах растений *P. alba* не обнаружено. Несмотря на высокую семенную продуктивность, одно плодоносящее дерево *P. alba* в обычных насаждениях продуцирует более 1 млн полноценных семян [1, 7]. Встречается этот вид на отвалах редко, примерно одно куртинообразующее дерево на 3—5 га территории, мозаично покрытой древесной растительностью. Малая распространенность этого устойчивого вида на отвалах, вероятно, обусловлена спецификой его семенного размножения. Прорастают семена *P. alba* быстро — через 10—15 ч, однако, только в случае попадания на поверхность влажной почвы, а проростки выживают, если поверхность почвы остается влажной в течение 10—15 дней [1, 7]. Очевидно, что такие уникальные условия в летний период на отвалах могут создаваться только в очень редкие годы обильных дождей и то только на локальных участках.

На железорудных отвалах в результате заноса семян *P. alba*, их прорастания и последующего развития проростков формируется вначале простой индивид — одноствольное дерево, которое затем трансформируется в сложный распростертый индивид — куртинообразующее дерево. Связано это с биологической особенностью *P. alba* массово образовывать в ходе онтогенеза корневые отпрыски. В природных малонарушенных экотопах деревьям *P. alba* семенного происхождения свойственно глубокое залегание корней с хорошо развитым главным корнем, формируется также поверхностная или якорная корневая система, на которой и образуются отпрыски [6, 7]. На железорудных отвалах корневая система у *P. alba* поверхностная, пластичная и ежегодно интенсивно растущая. Вероятно, это придаточная корневая система, так как раскопки корней непосредственно материнских особей нами не проводились. Плагियो-

тропные корни *P. alba* на отвалах залегают очень близко к поверхности — на глубине всего 5—10 см. Для возникновения поросли необходимо формирование на плагитропном корне придаточной почки [1, 6, 7]. Образуется она в результате ранения корня, а также под действием солнечного света и тепла. Для вегетативного размножения *P. alba* в лесопитомниках практикуют раскопку поверхностных корней весной и их ранения, что способствует формированию придаточных почек и развитию из них корневых отпрысков. У разных видов и сортов топей этому также способствует нарушение режима влажности почвы, сухая весна и засуха в первой половине лета [1, 6, 7]. Поверхностное залегание корней *P. alba* в породе отвалов, ее подвижность из-за постоянных взрывов в ближайших карьерах способствуют микротравмированию корней и развитию корневой поросли.

В процессе роста и развития корневой поросли *P. alba* на отвале происходит преобразование участка корня в многолетнее одревесневшее корневище (рис.1, А, Б), которое Т.Г. Дервиз-Соколова [2] у разных видов ивы (*Salix polaris* Wahlb. и *S. phlebotylla* Andress.) назвала ксилоризом. Гипогенное корневище, или ксилоризом, возникает и развивается у *P. alba* в процессе роста вегетативного побега, ортотропно выходящего на поверхность породы. В первый год формирования ксилоризома образуются даже чешуевидные листья, которые в последующем отмирают (см. рис. 1, Б), а на подземном участке стебля — придаточные корни, вертикально проникающие в породу (см. рис. 1, А). Корневище-ксилоризом в ходе роста ортотропного побега утолщается, как и его надземная часть. Длина ксилоризома у трехлетней корневой поросли составляет 30—40 см (см. рис. 1, Б). Из гипогенного корневища развиваются новые плагитропные корни, на которых отсутствуют спящие почки. Условием образования и развития гипогенных корневищ — ксилоризомов у липы сердцевидной (*Tilia cordata*

А



Б

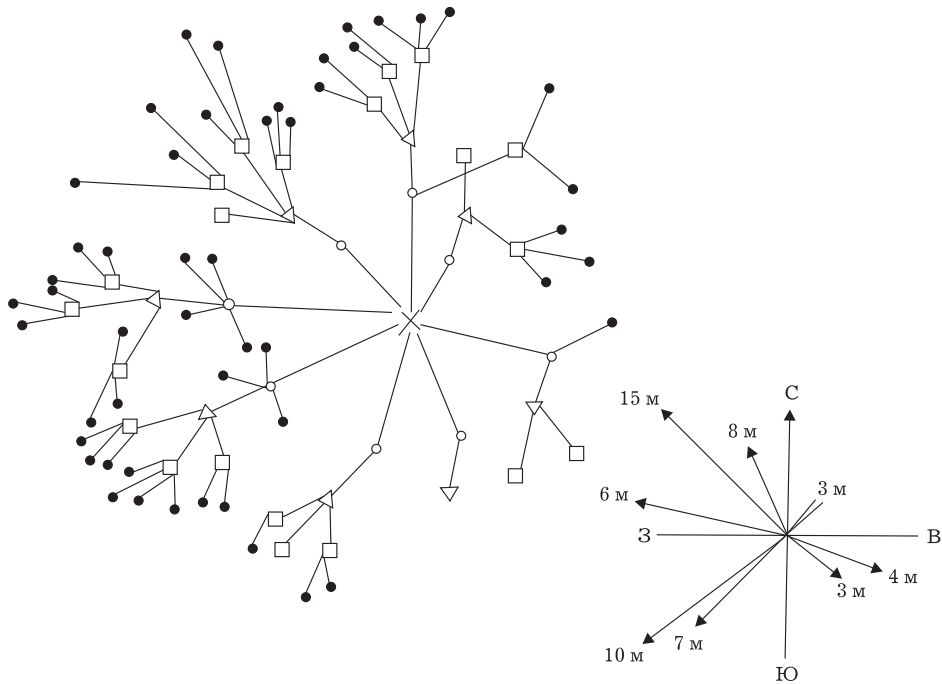


Рис. 2. Схема распространения корневой поросли вокруг материнской особи *Populus alba* L. на железорудном отвале Криворожья: А — Петровский; Б — Анновский отвалы; × — материнская особь семенного происхождения; корневая поросль: ○ — 8-летняя, ○ — 5-летняя, △ — 3-летняя, □ — 2-летняя, ● — 1-летняя; С, Ю, З, В — стороны света, 3—15 м — удаленность корневой поросли от материнской особи

Mill.) в природных фитоценозах является рыхлость субстрата [8]. На железорудных отвалах рыхлость породы встречается повсеместно, что также способствует вегетативному разрастанию *P. alba*. В ксилоризомах накапливается запас питательных веществ, поступающих из активно растущего побега, и закладываются спящие почки, отдельные из которых трогаются в рост, образуя вторичные ортотропные побеги (см. рис. 1, В, Г). Эти биологические особенности *P. alba* способствуют высокой вегетативной подвижности вида на железорудных отвалах Криворожья.

Корневая поросль у *P. alba* на железорудных отвалах, распространяясь во всех направлениях от материнской особи, может образовываться на расстоянии 15 м от нее (рис. 2, А, Б). Куртинообразующие деревья *P. alba*, являясь сложным индивидом, состоят из связанных парциальных образований. Они возникают в результате ветвления корней 3—5-летних корневых отпрысков с последующим образованием 1—2-летней поросли. Очевидно, что на последующем этапе развития эти парциальные образования могут проявлять себя как самостоятельные индивиды, формируя собственную корневую систему, проникающую вглубь породы. В природных экотопах поверхностные корни *P. alba* могут далеко распространяться, давая обильную поросль на значительном расстоянии (до 25 м) от материнского дерева [1]. На железорудных отвалах корневая поросль *P. alba* образуется у растений, произрастающих как на голй породе, так и на участках с устойчивой травянистой растительностью. *P. alba* хорошо уживается на отвалах с распространенными и активно возобновляемыми семенным путем сосной крымской (*Pinus pal-lasiana* D. Don) и с. обыкновенной (*P. sylvestris* L.).

Жизненное состояние всех обнаруженных материнских особей *P. alba* и их корневых отпрысков на трех отвалах составляло 10 баллов, т.е. на всех локальных участках

этот вид проявлял высокую экологическую пластичность. Возраст материнской особи, которая была единственной у всех куртинообразующих деревьев, составлял приблизительно 9—15 лет, а высота варьировала от 9 до 19 м при диаметре ствола 27—42 см (таблица). Площадь, занимаемая куртинообразующими деревьями *P. alba*, составляла 60—490 м². Следует отметить, что такие сложные индивиды *P. alba* встречались не только на отвалах, но и на неэксплуатируемых выровненных участках бортов железорудных карьеров. Количество корнеотпрысковых простых индивидов *P. alba* заметно варьировало в зависимости от занимаемой куртинообразующим деревом площади. Так, у сложного индивида с площадью покрытия 490 м² корневых отпрысков разного возраста было 227 шт., 460 м² — 146 шт., 300 м² — 58 шт., 60 м² — 11 шт. Наибольший возраст корневых отпрысков — 8 лет. Количество корневых отпрысков у куртинообразующих деревьев увеличивается с возрастом материнского растения. У всех выявленных сложных индивидов *P. alba* наиболее представлены одно- и двухлетние корневые отпрыски. И это при том, что 2006—2007 гг. были наиболее жаркими и засушливыми за многие годы метеорологических наблюдений. Все корневые отпрыски отличаются хорошим ростом. Так, 1-летние достигают в высоту 0,8—1,0 м, 2-летние — 1,7—2,2 м, 3-летние — 2,9—3,1 м, 5-летние — 4,4—5,3 м и 8-летние — 5,7 м, с диаметром ствола у последней возрастной группы 7,4 см. Ни у одного куртинообразующего дерева *P. alba* на отвалах не выявлено признаков дезинтеграции или разъединения на отдельные части этой распростертой жизненной формы. У *Tilia cordata* в природных популяциях разрушение сложного индивида на отдельные парциальные образования не всегда происходит даже при отмирании материнской особи [9]. Таким образом, в условиях железорудных отвалов *P. alba* проявляет характерную для этого вида способность к быстрому росту и

Морфоструктурная характеристика сложного диффузного индивида — куртинообразующего дерева *Populus alba* L. семенного происхождения на железорудных отвалах Криворожья

Материнская особь				Корнеотпрысковый простой индивид				Жизненное состояние, балл	Общая занимаемая территория, м ²
Возраст, лет	Высота, м	Диаметр ствола, см	Жизненное состояние, балл	Возраст, лет	Количество особей	Высота растения, м	Диаметр ствола, см		
<i>Петровский отвал, южная часть, первая берма</i>									
15	10	42	10	7-8	3	5,7 ± 0,4	7,4 ± 0,3	10	490
			5	30	4,4 ± 0,1	3,8 ± 0,1	10		
			3	47	2,9 ± 0,1	2,9 ± 0,1	10		
			2	64	2,1 ± 0,1	1,2 ± 0,1	10		
			1	83	0,8 ± 0,1	0,6 ± 0,1	10		
<i>Петровский отвал, юго-восточная часть, третья берма</i>									
13	10	31	10	5	8	4,7 ± 0,2	3,8 ± 0,2	10	300
			3	1	3,1 ± 0,1	1,2 ± 0,1	10		
			2	20	2,1 ± 0,1	1,2 ± 0,1	10		
			1	19	1,0 ± 0,1	0,5 ± 0,1	10		
<i>Петровский отвал, юго-восточная часть, третья берма</i>									
10	9	27	10	5	1	5,3	3,8	10	60
			3	3	3,0 ± 0,2	2,6 ± 0,2	10		
			2	2	1,7 ± 0,1	1,3 ± 0,1	10		
			1	5	0,8 ± 0,1	0,5 ± 0,1	10		
<i>Анновский отвал, южная часть, третья берма</i>									
11	19	27	10	5	17	5,1 ± 0,2	3,8 ± 0,1	10	460
			3	32	3,1 ± 0,1	2,9 ± 0,1	10		
			2	43	2,2 ± 0,1	1,3 ± 0,1	10		
			1	54	0,8 ± 0,1	0,4 ± 0,1	10		

высокую жизнестойкость. Этим на отвалах отличаются далеко не все виды тополей. Так, к числу наименее жизнестойких на отвалах следует отнести тополь дельтовидный (*Populus deltoides* Marsh.), повсеместно встречающийся на территориях различных промышленных производств степной зоны Украины и отличающийся высокой устойчивостью к их выбросам [4]. На слабонарушенных территориях, например, в больших рекреационных и придорожных насаждениях, *P. alba* чаще встречается в виде одноствольного дерева, а если и проявляет вегетативную подвижность, то значительно меньшую, чем на отвалах, даже в долинах рек.

Таким образом, растения семенного происхождения *P. alba* в условиях железоруд-

ных отвалов Криворожья отличаются высокой жизнеспособностью, вегетативной подвижностью и автономной целостностью. Будучи мезофитом и мезотрофом, этот вид активно вегетативно размножается на бедной элементами минерального питания и гумусом породе, характеризующейся низкой влагоемкостью и влагоудерживающей способностью. Интенсивное образование корневых отпрысков можно рассматривать как адаптивную стратегию *P. alba*, направленную на создание большей фотосинтетической поверхности в экологически неблагоприятных условиях. Этот светолюбивый вид, отличающийся высокой интенсивностью фотосинтеза, засухоустойчивостью, холодо- и зимостойкостью, почвозакрепляющей способностью, является перспектив-

ным для широкого использования в озеленении железорудных отвалов Криворожья. Для этого необходимо более детально изучить особенности развития корневой системы и разработать технологические основы его размножения семенным путем и с помощью корневых отпрысков.

1. Богданов П.Л. Тополя и их культура. — М.: Лесн. пром-сть, 1965. — 104 с.

2. Дервиз-Соколова Т.Г. Анатомо-морфологическое строение *Salix polaris* Wahlb. и *S. phlebo-phylla* Andross. // Бюл. МОИП. Отд. биол. — 1966. — 71, вып. 2. — С. 28—38.

3. Жукова Л.А. Многообразие путей онтогенеза в популяциях растений // Экология. — 2001. — № 3. — С. 169—176.

4. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды. — К.: Наук. думка, 1996. — 238 с.

5. Коршиков И.И., Жуков С.П., Терлыга Н.С. и др. Древесные интродуценты в озеленении отвалов горнодобывающих предприятий степной зоны Украины // Будівництво та реконструкція ботанічних садів і дендропарків в Україні: Матеріали наук. конф. (23—26 травня 2006 р.). — Симферополь, 2006. — С. 162—165.

6. Котелова Н.В., Стельмахович М.Л. Тополя и их использование в зеленых насаждениях. — М.: Изд-во сел. лит., журн. и плак., 1963. — 127 с.

7. Павленко Ф.А. Размножение тополей. — М.: Госиздат. сел. лит., 1960. — 64 с.

8. Чистякова А.А. О жизненной форме и вегетативном разрастании липы сердцевидной // Бюл. МОИП. Отд. биол. — 1978. — 83, вып. 2. — С. 129—137.

9. Чистякова А.А. Жизненные формы и их спектры как показатели состояния вида в ценозе (на примере широколиственных деревьев) // Там же. — 1988. — 93, вып. 6. — С. 93—105.

Рекомендовал к печати Ф.М. Левон

И.И. Коршиков¹, Н.М. Данильчук²,
О.В. Красноштан², А.Ю. Мазур²

¹ Донецький ботанічний сад НАН України,
Україна, м. Донецьк

² Криворізький ботанічний сад НАН України,
Україна, м. Кривий Ріг

ЖИТТЄВА ФОРМА ТА ВЕГЕТАЦІЙНЕ РОЗРОСТАННЯ ТОПОЛІ БІЛОЇ (*POPULUS ALBA* L.) НА ЗАЛІЗОРУДНИХ ВІДВАЛАХ КРИВОРІЖЖЯ

Вивчено різноманітність життєвих форм тополі білої (*Populus alba* L.) на залізорудних відвалах Криворіжжя. Встановлено, що одностовбурні рослини *P. alba*, що розвиваються з анемохорно поширеного насіння, після досягнення 5—7-річного віку виявляють високу вегетативну рухливість, щорічно формуючи кореневу поросль. У результаті простий індивід трансформується в складний — куртиноутворююче дерево. Площа, яку він займає, може досягати 490 м². *P. alba* на залізорудних відвалах відрізняється високою екологічною патієнтністю.

И.И. Korshikov¹, N.M. Danilchuk²,
O.V. Krasnoshtan², A.Ye. Mazur²

¹ Donetsk Botanical Gardens, National Academy
of Sciences of Ukraine, Ukraine, Donetsk

² Kriviy Rig Botanical Gardens, National Academy
of Sciences of Ukraine, Ukraine, Kriviy Rig

LIFE-FORM AND VEGETATIVE EXPANSION OF WHITE POPLAR (*POPULUS ALBA* L.) ON THE IRON-ORE DUMPS OF KRIVIIY RIG

Diversity of life-forms of white poplar (*Populus alba* L.) on the iron-ore dumps of Kriviy Rig is studied. Monocormic *P. alba* plants developing from anemochorous seeds upon reaching the age of 5—7 years express a high vegetative motility and form coppice shoot yearly. As a result, a simple individuum becomes a complex one that is a clump-forming tree. The tree can occupy the area about 490 m². *P. alba* is a highly ecologically patient plant on the iron-ore dumps.