

(Dubrovysya), *Silene lithuanica* (Kostopil) disappeared altogether. There is a growing need to protect these areas in order to preserve a rare phytocomponent. It is advisable to create new sites for the protection of rare flora species around the towns of Varash and Kostopil.

*Key words:* Volyn Polissia, cities, flora, rare species, state of populations, protection

Рекомендує до друку  
М. М. Барна

Надійшла 28.04.2016

УДК 581.52:634.942:631.619 (477.63)

О. В. КРАСНОШТАН

Криворізький ботанічний сад НАН України  
вул. Маршака, 50, Кривий Ріг, 50089

## **ФЕНОМЕН ВІДНОВЛЕННЯ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) НА ЗАЛІЗОРУДНИХ ВІДВАЛАХ КРИВОРІЖЖЯ**

Досліджено структуру самосіву *P. sylvestris* навколо 30-річних насаджень на одному із залізорудних відвалів Криворіжжя, а також на другому відвалі, де самосів утворюється внаслідок заносу насіння з прилегло до цього соснового насадження. Встановлено, що відновлення *P. sylvestris* з різною інтенсивністю відбувається практично щорічно вже більше 10 років. Найбільш поширеними серед самосіву на обох відвалах були 2-6-річні рослини, кількість яких в окремих оселищах становила 5-27 особин на 100 м<sup>2</sup>. Загалом площа самосіву у *P. sylvestris* на схилах і бермах Петровського відвалу становила 2 га, а окремі дерева 15-20-річного віку досягали в висоту 12-15 м з діаметром до 25 см на рівні 130 см. У 12-15-річних дерев самосіву формується у середньому 16,4 шт. повноцінного насіння на одну шишку. Генетична структура самосіву, яку визначали за допомогою 18 алозимних локусів 8 ферментних систем, була близька до врівноваженої згідно закону Харді-Вайнберга. Алельне різноманіття самосіву було меншим, склавши у середньому 2,333 алелі на локус, порівняно з природними популяціями *P. sylvestris* степової зони – 2,944 алелі. В той час наявна гетерозиготність самосіву і природних популяцій була близькою, відповідно 0,231 і 0,227. Відновлення *P. sylvestris* відбувається також за рахунок насіння самосіву, рослини якого формують шишки у віці 7-8 років. Тому колонізацію *P. sylvestris* двох відвалів слід розглядати як процес формування локальних популяцій цього виду за межами природного ареалу на докорінно змінених техногенних територіях.

*Ключові слова:* *Pinus sylvestris* L., самосів, вікова і генетична структура, залізорудні відвали, Криворіжжя

В озелененні залізорудних відвалів Криворіжжя більше 30 років використовують різні види хвойних. Одним із найбільш перспективних видів є сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), насадження якої зустрічаються на двох відвалах, навколо цих насаджень утворюється самосів *P. sylvestris*, а інші відвали насіння заноситься з прилеглих до відвалу насаджень. Так, наприклад, природна колонізація *P. sylvestris* з найбільшою очевидністю відбувається на великому Петровському відвалі, де цей вид ніколи не висаджується. Насіння природнім шляхом потрапляє на цей відвал з 35-40 річного насадження *P. sylvestris*, яке знаходиться по смузі від відвалу (Коршиков, Красноштан, 2012).

Насінневе відновлення виду за межами його природного ареалу розглядається як натуралізація. Такі види можуть утворювати інтродукційні популяції (Некрасов, 1973). В популяціях натуралізованих інтродуцентів, які здатні до самозахвату нових територій, під впливом природного добору або невеликої чисельності вихідного рослинного матеріалу

можуть відбуватись адаптивні здвиги за рахунок підвищення концентрації найбільш стійких особин, що може призвести до змін в генетичній структурі порівняно з континуальним природними популяціями (Актуков, 2003). Утворення популяцій деревних рослин на великих породних промислових відвалах Степової зони може розвиватися по типу «острівних» популяцій. Інтродукція фактично є географічною ізоляцією невеликої кількості особин або малого фрагменту популяції в нових умовах існування за межами природного ареалу (Коршиков и др., 2002). Виникнення локальних популяцій деревних рослин на промислових відвалах Степу, де виживають найбільш стійкі здатні до адаптації особини, є унікальним маловивченим феноменом.

Мета роботи – визначити структуру самосіву *P. sylvestris* на залізорудному відвалі Криворіжжя з позицій популяційної біології та генетики.

### Матеріал і методи досліджень

Структуру самосіву вивчали навколо існуючих 25-30-річних невеликих насаджень *P. sylvestris* (0,1 га) на одному із залізорудних відвалів – Автовідвалі м. Кривий Ріг.

Другим об'єктом був самосів *P. sylvestris* на великому (50 га) Петровському залізорудному відвалі, який знаходиться в сільській місцевості. Самосів *P. sylvestris* утворюється на цьому відвалі внаслідок заносу насіння з 40-річного насадження *P. sylvestris*, яке знаходиться на відстані 100-300 м від відвалу. Досліджували площу окремих мікросайтів самосіву, визначили його вік, щільність рослин на 100 м<sup>2</sup>, біометричні характеристики: висоту, діаметр біля кореневої шийки, розміри цьогорічного приросту головного та бокових пагонів, а також життєвий стан молодих дерев. У якості порівняльного контролю використовували самосів, який утворюється на згарищах природної популяції *P. pallasiana* поблизу с.м.т. Нікіта в Криму. При вивченні генетичної структури самосіву на залізорудному відвалі і на згарищах, а також в природній популяції *P. pallasiana* в Криму, в якості генетичних маркерів застосовували ізоферменти 9 ферментних систем. Застосовували методики виділення ферментів із ендосперму насіння, їх електрофорезу у 7,5 %-вому поліакриламідному гені, визначення алельного складу та статистичної обробки даних згідно детальних описів, що наведені у монографії І.І. Коршиков та ін. 2002.

### Результати досліджень та їх обговорення

Посадки *P. sylvestris* були проведені на одному невеликому залізорудному відвалі – Автовідвал біля 30 років тому. Сіяння були заведені із розсадників Дніпропетровської області. Через 30 років на схилах Автовідвалу збереглося від 13 до 22 рослин на 100 м<sup>2</sup>. Площа насаджень *P. sylvestris* невелика – 350-1200 м<sup>2</sup>, а вік рослин становить 17-22 роки. У цьому віку рослини досягають висоти 6,2-6,9 м з діаметром стовбура на висоті 130 см – 11,8-18,8 см. Крона рослин має діаметр 3,7-4 м, з доброю охвоїнністю і високим життєвим станом. 25-річні рослини *P. sylvestris* дендрарію Криворізького ботанічного саду НАН України мали в середньому висоту 9,3 м з діаметром стовбура 20,1 см проекцією крони 4,7 см, а насадження лісостепу 30-40-річні рослини досягають в висоту 11,6-14,4 м з діаметром стовбура в 11,6-14,6 см (Рубцов та ін., 1976). Тобто можна констатувати, що ріст *P. sylvestris* в висоту на залізорудному відвалі пригнічений, а радикальний приріст рослин нормальний. Навколо насаджень *P. sylvestris* на Автовідвалі зустрічається самосів різного віку, який розповсюджується до 100 м від материнських дерев. Самовідновлення *P. sylvestris* в насадженнях степової зони досить рідке явище, а на залізорудних відвалах Криворіжжя, де є насадження репродуктивного віку, це відбувається практично щорічно.

На двох залізорудних відвалах, які обстежувались, знайдено вісім оселищ *P. sylvestris*, як на їхніх вершинах, так і на різних за географічним положенням, схилах та бермах. Площа цих оселищ самосіву *P. sylvestris* становила від 350 м<sup>2</sup> до 10000 м<sup>2</sup> з кількістю рослин 5-26,7 на 100 м<sup>2</sup>. Найбільш поширеним серед самосіву були 2-6-річні рослини. На великому за площею Петровському відвалі зустрічались окремі дерева природного поселення, вік яких становив 20 років. Так як ці дерева давно досягли репродуктивного віку, про що свідчить опад шишок під їхньою кроною, то вони стали осередками поширення насіння *P. sylvestris* на відвалі. Загальна

площа всіх осередків або мікросайтів поселення *P. sylvestris* на Петровському відвалі становила близько 2 га.

Насіннєве відновлення *P. sylvestris* на відвалах відбувається щорічно, однак кількість самосіву різна. Це, вірогідно, пов'язано з високою гетерогенністю едафічних умов на відвалі. Значна частина насіння потрапляє в мікроніши, несприятливі для проростання та подальшого розвитку. На інтенсивність самовідновлення впливають кліматичні умови, особливо наявність достатньої кількості вологи в породі відвалу в період набухання насіння та наступного ювенільного розвитку проростків.

П'ятирічні рослини *P. sylvestris* в різних оселищах мали висоту 41-89 см з діаметром стовбура у кореневої шийки 0,8-1,5 см. Річний приріст головного пагона становив 13,5-29,3 см, а бокових – 8,6-19,8 см. Десятирічні рослини самосіву досягли в висоту 254-275 см з діаметром стовбура у кореневої шийки – 3,1-5,1 см.

Відновлення *P. sylvestris* на залізорудних відвалах Криворіжжя свідчить, що в цих умовах рослини здатні формувати врожай повноцінного насіння. Реальну насіннєву продуктивність рослин можна оцінити по кількості реплік в продуктивних лусках шишок в опаді навколо кожної рослини (Романовский, 1989). Слід відзначити, що нормальні репліки на продуктивних лусках шишок утворюють як повнозернисті, так і пусті насінини. Згідно з цього у репродуктивних рослин *P. sylvestris* в насадженнях авто відвалу середня кількість реплік на одну шишку варіювала в межах 11,3-23,9 шт. Реальна кількість повнозернистого насіння у 10-16-річного самосіву *P. sylvestris* на Петровському відвалі складала 16,4 шт. в один із років спостережень, пустого – 5,2 шт. і недорозвиненого – 4,1 шт. середня кількість такого насіння в шишках рослин природних популяцій та насаджень навколо м. Северодонецька впродовж трьох річних спостережень змінювалась в межах 7,9-23,9 шт. (Коршиков, 1996). Тобто, самосів *P. sylvestris* на залізорудних відвалах відзначається практично нормальною насіннєвою продуктивністю, що і рослини звичайних насаджень степової зони.

В умовах дії екстремальних факторів природного середовища в популяціях відбувається відбір на користь генотипів з високим адаптивним потенціалом. Порівняльні дослідження генетичної мінливості самосів *P. sylvestris* на Автовідвалі і Петровському відвалі, порівняно з чотирма природними популяціями степової зони України, свідчать, що у самосіву дещо менша доля поліморфних локусів, відповідно 66,7% і 77,8% та середня кількість алелів на локус – 2,333 : 2,944. Середня наявна гетерозиготність у рослин самосіву була 0,231, а у більш вікових дерев популяції – 0,227. Так як у відновленні *P. sylvestris* на залізорудних відвалах приймають участь не тільки рослини штучних насаджень, а і їхній самосів, коли рослини досягають репродуктивного віку (в умовах відвалів на 7-8-й рік), то ці деревостани стали фактично природного походження можна розглядати як локальні природні популяції. Генетична структура цих популяцій не має явних зміщень і близька згідно закону Харди-Вайнберга до рівновісної. Можна стверджувати, що локальні невеликі популяції *P. sylvestris* на залізорудних відвалах не проходять жорсткого відбору по типу «горлишко-пляшка». Для формування невеликих популяцій *P. sylvestris* на відвалах з врівноваженою генетичною структурою непотрібно велика кількість вихідних материнських генотипів.

### Висновки

1. На залізорудних відвалах Криворіжжя успішно ростуть насадження *P. sylvestris*, які були створені 20-30 років тому.
2. Рослини насаджень сосни формують врожай повноцінного насіння, з якого відбувається самовідновлення цього виду майже щорічно. Самосів утворюється на відстані до 100 метрів навколо материнських дерев.
3. *P. sylvestris* проникає на залізорудні відвали Криворіжжя за рахунок заносу насіння з прилеглих до відвалів штучних насаджень. Така колонізація відвалу, наприклад Петровського, призводить до формування локальної ізольованої популяції цього виду. Молоді рослини самосіву відзначаються добрим життєвим станом.
4. Генетична різноманітність локальних невеликих популяцій *P. sylvestris* на двох залізорудних відвалах мало відрізняється від природних популяцій цього виду в степовій зоні України.

5. В озелененні залізорудних відвалів Криворіжжя необхідно застосовувати *P. sylvestris* як стійкий довговічний вид в цих умовах, який здатний самовідновлюватись і колонізувати вільні ділянки відвалів.
1. *Биологическая* продуктивность сосны в лесостепной зоне / [В.И. Рубцов, А.И. Новосельцева, В.К. Попова и др.]. — М.: Наука, 1976. — 223 с.
  2. *Романовський М.Г.* Гаметофитная смертность семян сосны обыкновенной / М.Г. Романовський // Генетика. — 1989. — Т.25, № 1, С. 99—108.
  3. *Коршиков И.И.* Адаптация растений к условиям техногенного загрязнения среды / И.И. Коршиков. — К.: Наук. Думка, 1996. — 238 с.
  4. *Некрасов В.И.* Основы семеноведения древесных растений при интродукции / В.И. Некрасов. — М.: Наука, 1973. — 279 с.
  5. *Актуков Ю.П.* Генетические процессы в популяциях (2-е изд.) / Актуков Ю.П. — М.: «Академперіодика, 2003. — 431 с.
  6. *Коршиков И.И.,* Популяционно-генетические проблемы дендротехногенной интродукции / Коршиков И.И., Терлыга Н.С., Бычков С.А. — Донецк: ООО «Лебедь», 2002. — 328 с.

*О. В. Красноштан*

Криворожский ботанический сад НАН Украины

#### ФЕНОМЕН ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЫ ОБЫЧНОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОТВАЛАХ КРИВОРОЖЬЯ

Исследована структура самосева *Pinus sylvestris* L. вокруг 30-летних насаждений на одном из железорудных отвалов Криворожья, а также на втором отвале, где самосев образуется в результате заносу семян с прилегающего до этого соснового насаждения. Установлено, что возобновление *P. sylvestris* с разной интенсивностью происходит практически ежегодно уже больше 10 лет. Наиболее распространенными среди самосева на обоих отвалах были 2-6-летние растения, количество которых в отдельных произрастаниях представляли 5-27 особей на 100 м<sup>2</sup>. В целом площадь самосева в *P. sylvestris* на склонах и бермах Петровского отвала представляла 2 гектара, а отдельные деревья 15-20-летнего возраста достигали в высоту 12-15 м с диаметром до 25 см на уровне 130 см. У 12-15-летних деревьев самосева формируется в среднем 16,4 шт. полноценных семян на одну шишку. Генетическая структура самосева, которую определяли с помощью 18 аллозимных локусов 8 ферментные системы, была близка к уравновешенной согласно закона Харди-Вайнберга. Аллельное многообразие самосева было меньшим, сложив в среднем 2,333 аллели на локус, сравнительно с естественными популяциями *P. sylvestris* степной зоны - 2,944 аллели. В то время имеющаяся гетерозиготность самосева и естественных популяций была близкой, соответственно 0,231 и 0,227. Возобновление *P. sylvestris* происходит также за счет семян самосева, растения которых формируют шишки в возрасте 7-8 лет. Поэтому колонизацию *P. sylvestris* двух отвалов следует рассматривать как процесс формирования локальных популяций этого вида за пределами естественного ареала на коренным образом измененных техногенных территориях.

*Ключевые слова:* *Pinus sylvestris* L., самосев, возрастная и генетическая структура, железорудные отвалы, Криворожье

*О. V. Krasnoshtan*

Kryvyi Rih Botanical Garden of NAS of Ukraine, Ukraine

#### SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) REGENERATION IN IRON ORE TAILINGS OF KRYVYI RIH AREA

For over 30 years various conifers have been used for planting in the iron ore tailings in Kryvyi Rih area. One of the the most productive species is Scots pine (*P. sylvestris*); its plantings cover two mine dumps and are found growing by natural regeneration as a result of self-seeding. These volunteer plants produce seeds floating to the adjacent dumps. The process of a species regeneration outside its habitat is considered as its naturalization. Such species may produce introduction populations.

This paper intends to examine self-seeding plantings of *P. sylvestris* in the iron ore tailings of Kryvyi Rih area within the framework of population biology and genetics. We have focused on the study of self-seeding individuals of *P. sylvestris* growing around 30-year-old plantings and covering the mine dump of Kryvyi Rih area as well another dump with self-set plants sown from seeds floated in from the adjacent conifer woodland. The isoenzymes of 8 enzyme systems have been used as genetic markers.

The obtained results make it possible to argue that *P. sylvestris* has been regenerated annually for over 10 years. Out of a variety of self-seeding individuals the most widespread plants were 2–6-year-olds; their number in several habitats reached 5–27 individuals per 100 m<sup>2</sup>. In general, the area occupied by self-seeding individuals of *P. sylvestris* covering berm slopes and flats of the dump was 2 ha large; several 15–20-year-old trees were 12–15 m high with diameter of as much as 25 cm at the 130 cm level. The intensity of regeneration is conditioned by the climate and the weather, especially sufficient moisture quantity in dump rocks during the period of seed swelling and further juvenile development of seedlings.

Young plants of *P. sylvestris* enter the reproductive phase at the age of 7 or 8. Older trees produce on the average 16.4 full value seeds per a cone. The study demonstrates that the genetic structure of self-seeding plants measured by 18 allozyme loci of 8 enzyme systems is close to equilibrium structure according to Hardy-Weinberg principle. Allele diversity of self-seeding individuals is not so wide and it equals 2.333 alleles per a locus whereas one of *P. sylvestris* natural populations is 2.944 alleles per a locus. However, the heterozygosity of self-seeding individuals and those of natural populations is similar: 0.231 and 0.227 respectively. The regeneration of *P. sylvestris* is fostered by the seeds produced by self-seeding individuals forming cones at the age of 7–8. Therefore, colonization of *P. sylvestris* in both mine dumps is to be considered as the formative process of local populations of this species in drastically changed technogenic territories outside its habitat. To form the small populations of *P. sylvestris* even a few maternal genotypes are enough.

*Key words:* *Pinus sylvestris* L., self-seeding individuals, age-related and genetic structure, iron ore tailings, mine dumps, Kryvyi Rih area

Рекомендує до друку  
М. М. Барна

Надійшла 26.05.2016

УДК 635.25:631.521.5:477(84+43)

Н. В. РУБАНОВСЬКА

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
вул. Огієнка, 61, Кам'янець-Подільський, 32300

## **НАСІННА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИДІВ РОДУ *ALLIUM* L. ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ**

Проведено дослідження насінневої продуктивності популяцій видів роду *Allium* L. (*Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *Montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib. ~ *A. paniculatum* s.l., *A. sphaerocephalon* L., *Allium obliquum* L., *A. strictum* Schrad, *A. ursinum* L., *A. flavescens* Besser, *A. senescens* L. subsp. *montanum* (Fr.) Holub, *A. podolicum* (Asch. & Graebn.) Blocki ex Racib. ~ *A. paniculatum* s.l., *A. sphaerocephalon* L.) в умовах Західного Поділля. Результати дослідження показали, що насінна продуктивність залежить від погодних умов, зокрема, від кількості опадів і температури. Середній показник коефіцієнта насінної продуктивності характерний для *A. strictum*, вищий середнього показник у *A. podolicum* та *A. sphaerocephalon*. Високий показник властивий *A. ursinum*, для якого умови Західного Поділля є найбільш сприятливі. Нижчий