

ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ МАРКЕРАМИ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ

Дослідники уже тривалий час вивчають мінливість популяцій сосни звичайної в межах її природного ареалу, але природні популяції сосни звичайної в Україні на даний час вивчені недостатньо. Під час цього дослідження було вивчено мінливість морфологічних ознак репродуктивних органів дев'яти природних популяцій сосни звичайної в Українському Поліссі (Волинська, Рівненська, Житомирська та Київська області). Було оцінено колір шишок, насіння та його крилаток, а також форму апофізу шишок. Визначено кількість та відсоток різних морфологічних форм шишок та насіння в досліджуваних популяціях. Виявлено дерева з шишками, апофізні луски яких загинаються вгору. Результати дослідження показали, що природні популяції сосни звичайної Українського Полісся характеризуються високою мінливістю морфологічних форм. Всього описано 17 нових форм апофізу шишок. Кластерний аналіз комплексу морфологічних маркерів виявив диференціацію деяких популяцій Рівненської області.

Ключові слова: *Pinus sylvestris*, природні насадження, мінливість, генетичне різноманіття.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Дослідники уже тривалий час вивчають мінливість популяцій сосни звичайної в межах її величезного природного ареалу [3-7]. Однак, огляд літератури показав невелику кількість досліджень її природних популяцій на Українському Поліссі [2, 4].

Морфологічні маркери генеративних органів (шишки та насіння) є вихідним генотипом дерев роду *Pinus*. Ці значущі маркери використовуються для оцінки міжвидової мінливості сосон.

Метою дослідження була оцінка мінливості морфологічних маркерів шишки та насіння природних популяцій сосни звичайної в Українському Поліссі (Волинська, Рівненська, Житомирська та Київська області), визначення диференціації досліджуваної популяції на основі набору показників.

Матеріали і методи дослідження. Об'єктом дослідження були шишки та насіння сосни звичайної з дев'яти природних популяцій Українського Полісся з типових лісових умов зростання відповідно до едафічної шкали Алексєєва-

¹Мажула Ольга Степанівна, канд. с.-г. наук, доцент. E-mail: mazhulao@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-0241-5280>.

Погребняка, зокрема: С₂ та В₄ у Волинській області; А₂, В₄ та В₃ у Рівненській обл.; С₂ та В₂ у Житомирській області та А₂ у Київській області України [1].

Тестові порції шишок та насіння були взяті від 22 до 62 дерев сосни звичайної, пропорційно до врожаю шишок у різних природних популяціях. Для аналізу популяцій використовувалися стандартні методи спостереження за мінливістю. Ми визначили такі морфологічні ознаки: апофіз шишок, колір шишок, колір насіння та його крилаток.

Найчастіше виділяють вісім форм апофізу шишок [2]. Наше дослідження виявило, що апофізи шишок дерев природних популяцій Українського Полісся відрізняються за своєю формою від класично описаних (а – f. plana, δ – f. gibba, в – f. reflexa).

Ми виділили три види шишок домінантного кольору – сірий, коричневий, бежевий; п'ять видів насіння – чорне, коричневе, бежеве, строкате та сіре і три види крилаток насіння: світло-коричневе, коричневе та темно-коричневе.

Результати дослідження та їх обговорення. Дослідження мінливості апофізу шишок у природних популяціях сосни звичайної в Українському Поліссі показало велику різноманітність морфологічних маркерів. Загалом було описано 17 нових форм апофізу шишки у чотирьох регіонах. Ми описали чотири нові форми апофізу шишки (δ3, в4, в5, в6) у деревах природних популяцій сосни звичайної з Волинської області, дев'яти (в7–в15) з Рівненської області, трьох (в16 в18) з Житомирської області та однієї (в19) з Київської області [4].

Дерева з гачкуватим апофізом шишки, який повернутий вгору, були виявлені в Рівненській області [4]. Різні гачкуваті апофізи шишки, що повернуті вгору, були охарактеризовані й у Житомирській області:

в16 – на освітленій сонцем поверхні шишки у верхній та центральній частині розташований гачкуватий апофіз, який повернуто вгору, знизу – гачкуватий апофіз, який повернуто вниз; на затінених частинах шишки у верхній частині – гачкуватий апофіз, який повернуто вгору, знизу пірамідальний.

в17 – на освітленій сонцем поверхні шишки у верхній та центральній частині розташований гачкуватий апофіз, який повернуто вгору, знизу – гачкуватий апофіз, який повернуто вниз; на затінених частинах шишки у верхній частині – пірамідальна, знизу плоска.

в18 – на освітленій сонцем поверхні шишки, гачкуватий апофіз, який повернуто вгору; На затінених частинах конуса всі апофізи плоскі.

Одна нова форма апофізу конуса була описана в Київській області: в19 – на освітленій сонцем поверхні конуса апофіз, розташований зверху, має пірамідальну форму, в центрі – плоский, знизу – гачкуватий апофіз конуса, який повернутий донизу; апофіз, розташований на затінених частинах конуса, такий самий, як і на освітленій сонцем поверхні конуса.

Найпоширенішими формами апофізів конусів у всіх досліджених насадженнях Українського Поліського регіону були v_4 та δ_2

Лише ці дві форми зустрічалися у всіх дев'яти досліджених популяціях. Понад 30% досліджених дерев у семи природних популяціях мали апофаз v_4 .

Форма апофізу δ_3 була виявлена у восьми природних популяціях з дев'яти.

Понад 20% досліджених дерев у п'яти досліджених популяцій мали цю форму апофізу. Форми апофізу δ та δ_1 з'явилися в семи природних популяціях з дев'яти. Інші форми апофізу зустрічаються рідше, ніж зазначено вище.

Дослідження природних популяцій українського Полісся свідчать про те, що найбільша морфологічна різноманітність форм апофізу спостерігалася в популяціях Рівненської області, зокрема в Ясногірці. У деревах цієї дослідженої популяції є 17 форм апофізу шишок.

Як показали результати досліджень, природні популяції сосни звичайної в Українському Поліссі характеризуються типовими кольорами їхніх шишок. Найпоширеніший колір шишки – коричневий. Він переважає у двох популяціях типу лісу C_2 – Волинь, Сьомаки (73,5%), Житомир, Слобідка (77,4%), одній з B_2 – Житомир, Ірша (61,3%), та одній з A_2 – Київ, Тетерів (45,7%).

Сірі шишки переважають в одній популяції типу лісу B_3 – Рівне, Клесів (52,1%) та одній з B_4 – Волинь, Карасин (40,8%).

Також 45,5% коричневих та сірих шишок виявилися в одній популяції в Рівненській обл., зокрема в Сарнах. Бежеві шишки переважають в одній з дев'яти досліджених популяцій типу лісу A_2 (Сехів, Рівне).

Найпоширеніший колір насіння – чорний. Цей колір переважає у восьми природних популяціях з дев'яти. Понад 50% досліджених у семи досліджених популяціях дерев мали чорне насіння. Такий самий відсоток чорного та коричневого насіння виявився в одній популяції у Волинській області (Карасин).

Відсоток дерев з коричневим насінням у різних популяціях коливався від 6,5% до 46,9%, строкатого насіння від 2,1% до 22,6%, та бежевого насіння від 0 до 9,6%. Дерева з сірим насінням були виявлені у двох популяціях: одна в Рівненській області (Клесів), та одна в Київській області (Тетерів).

Дослідження природних популяцій свідчать про те, що найпоширенішим кольором крилаток насіння був темно-коричневий. Цей колір переважає у дерев шести природних популяцій з дев'яти. Коричневий колір крилаток насіння переважає у досліджуваних дерев трьох популяцій.

Відсоток морфологічних форм дозволив застосовувати кластерний аналіз для комплексу морфологічних маркерів, результати якого показали, що популяція Сехів (3 – A_2 Рівне, Клесів) значно відрізняється від досліджуваних маркерів інших популяцій. Вона утворює перший кластер. Евклідова відстань між популяцією Сехів та шістьма іншими популяціями досягає високих значень (67,5–98,3), що показує, що ця популяція є специфічною.

Інші вісім популяцій утворюють другий кластер, у якому клесівська популяція (1 – В₃ Рівне, Клесів) відрізняється від решти семи популяцій. Інші сім популяцій з другого кластера більш схожі за досліджуваними маркерами.

Найбільше це виражено в певному регіоні, зокрема в Рівненській області [4]. Відмінності між популяціями були більш очевидними у випадках, коли відрізнялися умови родючості ґрунту. Популяції з різними умовами зволоження відрізнялися менше.

Серед цих семи популяцій можна виділити найбільш схожі досліджувані маркери: Слобідка (С₂ Житомир) та Сьомаки (С₂ Волинь), Ірша (В₂ Житомир) та Сарни (В₄ Рівне), а також Тетерів (А₂ Київ) та Ясногірка (В₄ Рівне). Популяції першої пари мають однакові умови зволоження та родючість ґрунту, популяції другої пари мають однакову спільну родючість ґрунту, а популяції третьої пари відрізняються типами лісу.

Висновки.

Кластерний аналіз комплексу морфологічних маркерів дев'яти природних популяцій сосни звичайної показав суттєву різницю між досліджуваними насадженнями (популяціями) в Українському Поліссі. Наше дослідження показує, що популяції з Рівненської області є найбільш специфічними з досліджуваних популяцій, що робить їх перспективними для подальших більш детальних досліджень.

Спостерігається сильна тенденція до варіації природних популяцій за комплексом морфологічних ознак.

Результати нашого дослідження дев'яти природних популяцій сосни звичайної з трьох регіонів Українського Полісся значною мірою підтвердили цю гіпотезу.

Список літератури (References)

1. Остапенко Б. Ф., Ткач В. П. Лісова типологія: навч. посібн. Харківський держ. ун-т. Харків. 2002, ч. 2. 204 с. [Ostapenko B. F., Tkach V. P. Forest typology: textbook. Kharkiv State University. Kharkiv. 2002, part 2. 204 p.] (in Ukrainian).

2. Яцик Р. М., Гайда Ю. І., Случик В. М. Основи генетики й селекції лісових рослин: Навч. посібн. Тернопіль: Підручники і посібники, 2012. 288 с. [Yatsyk R. M., Hayda Yu. I., Sluchyk V. M. Fundamentals of genetics and selection of forest plants: textbook. Ternopil: Textbooks and manuals, 2012. 288 p.].

3. Ballian, D., & Šito, S. (2017). Analysis of differences of growth and phenology of provenances of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in provenance experiment at Žepče. *Biosystems Diversity*, 25(3), 228-235. doi: 10.15421/011735

4. Mazhula O (2018). Variability of Morphological Markers of Cone and Seeds in Natural Populations and Artificial Plantations of the Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) *J Plant Sci Crop Protec* 1(3): 303

5. Memišević Hodžić, M., Bejtić, S., & Ballian, D. (2020). Interaction between the effects of provenance genetic structure and habitat conditions on growth of scots pine in international provenance tests in Bosnia and Herzegovina. *South-East European Forestry*, 11(1), 11-16. doi: 10.15177/seefor.20-03.

6. Neyko, I., & Yurkiv, Z. (2017). Reproductive characteristics of pine (*Pinus Sylvestris* L.) of finnish origin on the seed orchard in condition of Vinnitsa region. *Scientific Horizons*, 20(1), 120-127.

7. Shutyaev, A.M., & Giertych, M. (2000). Genetic subdivisions of the range of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) based on a transcontinental provenance experiment. *Silvae Genetica*, 49(3), 1.

O. S. Mazhula

¹*The Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

DIFFERENTIATION OF NATURAL POPULATIONS OF SCOTS PINE OF UKRAINIAN POLISSYA BY MORPHOLOGICAL MARKERS OF GENERATIVE ORGANS

Abstract. *Researchers have been studying the variability of Scots pine populations within its natural range for a long time, but natural populations of Scots pine in Ukraine have not been studied sufficiently yet. During this study, the variability of morphological features of the reproductive organs of nine natural populations of Scots pine in Ukrainian Polissya (Volyn, Rivne, Zhytomyr and Kyiv regions) was studied. The color of cones, seeds and their axillary buds, as well as the shape of the cone apophysis were assessed. The number and percentage of different morphological forms of cones and seeds in the studied populations were determined. Trees with cones whose apophyseal scales bend upwards were identified. The results of the study showed that natural populations of Scots pine in Ukrainian Polissya are characterized by high variability of morphological forms. A total of 17 new forms of cone apophysis were described. Cluster analysis of the complex of morphological markers revealed the differentiation of some populations of Rivne region.*

Key words: *Pinus sylvestris, natural stands, variability, genetic diversity.*