



В. П. Шлапак<sup>1</sup>, С. А. Адаменко<sup>1</sup>, В. В. Шлапак<sup>2</sup>, С. А. Масловата<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Уманський національний університет, м. Умань, Україна

<sup>2</sup> Державна екологічна інспекція України, м. Київ, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ ВЕРБИ ГОСТРОЛИСТОЇ (*SALIX ACUTIFOLIA* WILLD.) ПІД ЧАС ЗАЛІСЕННЯ ПРИТЯСМИНСЬКИХ РУХОМИХ ПІСКІВ

Рухомі піски річки Тясмин під дією вітрів сформували своєрідний горбистий мезорельєф, який утворив численні горби та кучугури заввишки до 30 м. Досліджуючи приуроченість природних піщаних комплексів до терас річки Тясмину відзначено, що для першої борової тераси характерні дрібногорбисті піски з висотою горбів до 3 м і часткою середньогорбисті піски заввишки до 7 м. Для другої борової тераси – нав'язні високгорбисті піски з висотою горбів від 7 до 30 м. Завершується ця тераса різким переходом високгорбистих пісків у рівнину з чорноземно-супіщаними ґрунтами, які є характерними для третьої тераси р. Тясмину. Встановлено, що дефляція пісків відбувається зі сходу на захід з утворенням цих дрібногорбистих пісків, у яких представлені всі елементи рельєфу горбистих пісків: поле дефляції, дефляційно-аккумулятивне поле, аккумулятивний вал, улоговина і базис дефляції. Найінтенсивніше видування піску відбувається в зоні дефляції – схилах кучугур, які зорієнтовані в бік панівних вітрів. З'ясовано, перша спроба залісити піски пов'язана з діяльністю професора З. С. Голов'янка, який упродовж 1902-1905 рр. створив культури сосни звичайної на площі 500 га. Нині їх залишилось 140 га. Вони ростуть за I і II класами бонітету і мають запас стовбурової деревини у межах 280-460 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>. Друга спроба залісити Чигиринські піски пов'язана з діяльністю лісозахисної станції (ЛЗС), яка залісила рухомі піски на площі 2000 га. Проте, ці культури сосни також не збереглися. Третя спроба залісити рухомі піски сосною звичайною відбулася у 1960-1968 рр., коли за допомогою верби гостролистої було зупинено рухомість пісків і тільки згодом 11,5 тис. га піщаних земель удалось залісити. Встановлено, що у 60-70-річних культурах сосни звичайної запаси стовбурової деревини мають тенденцію до зростання залежно від поліпшення зволоження і трофності ґрунту. У насадженнях з повнотою 0,7 од. запаси стовбурової деревини становлять: у сухих борах (А<sub>1</sub>) – 198 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>; у свіжих борах (А<sub>2</sub>) – 275 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>; у сухих (В<sub>1</sub>) і свіжих (В<sub>2</sub>) субборах – 363 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>. Водночас, прийомом створення і вирощування культур сосни на рухомих піщаних землях Чигирин з участю верби у Чигиринському борі, за допомогою якої було зупинено рух пісків, позитивно вплинули на формування лісового середовища, і цим самим дало змогу створити унікальний Чигиринський бір.

**Ключові слова:** річкові борові тераси; закріплення піщаних ґрунтів; трав'яна рослинність; чагарники; лісові культури сосни звичайної.

### Вступ / Introduction

Піщані ґрунти в Україні займають понад 250 тис. га, переважно в межах Полісся, долин великих річок (Дніпра, Десни, Сіверського Дінця) та на узбережжях Чорного й Азовського морів. Для запобігання їх деградації створено понад 150 тис. га піскозакріплювальних насаджень, зокрема – понад 20 тис. га – на Притясминських пісках, де повністю припинено рух піщаних мас. Ефективною технологією заліснення рухомих пісків, апробованою на території Чигиринського бору (площа близько 11,5 тис. га), є поетапне створення насаджень із використанням верби гостролистої як первинної закріплювальної породи. Завдяки швидкому росту та розвиненій кореневій системі ця порода впродовж

двох-трьох років стабілізує піщаний субстрат, після чого у міжряддях висаджують сосну звичайну.

Верба гостролиста виконує важливу біоекологічну функцію у процесі фіксації рухомих пісків: її глибока й розгалужена коренева система запобігає ерозії, сприяє нагромадженню органічних решток, покращенню структури ґрунту та формуванню умов для росту інших рослин. Такий підхід забезпечує ефективне закріплення піщаних земель і підвищує їх лісорослинний потенціал.

*Об'єкт дослідження* – лісові культури Чигиринського бору.

*Предмет дослідження* – агротехнологічні прийоми закріплення рухомих пісків вербою гостролистою, що забезпечить можливість створення та вирощування сосни звичайної на Чигиринських пісках.

### Інформація про авторів:

**Шлапак Володимир Петрович**, д-р с.-г. наук, професор, кафедра лісового господарства.

Email: shlapakwp@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8710-5662>

**Адаменко Світлана Анатоліївна**, канд. біол. наук, доцент, кафедра лісового господарства.

Email: svitlanka0613@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-4656-1180>

**Шлапак Володимир Володимирович**, канд. с.-г. наук, головний спеціаліст. Email: shlapakwp@gmail.com

**Масловата Світлана Андріївна**, канд. с.-г. наук, доцент, кафедра лісового господарства.

Email: svetlana\_maslovataya@meta.ua; <https://orcid.org/0000-0002-5725-0604>

**Цитування за ДСТУ:** Шлапак В. П., Адаменко С. А., Шлапак В. В., Масловата С. А. Використання верби гостролистої (*Salix acutifolia* Willd.) під час заліснення Притясминських рухомих пісків. Науковий вісник НЛТУ України. 2025, т. 35, № 5. С. 51–57.

**Citation APA:** Shlapak, V. P., Adamenko, S. A., Shlapak, V. V., & Maslovata, S. A. (2025). Use of sharp-leaved willow (*Salix acutifolia* Willd.) during afforestation of the Prytyamynsk shifting sand. *Scientific Bulletin of UNFU*, 35(5), 51–57. <https://doi.org/10.36930/40350506>

*Мета роботи* – дослідити агротехнологічні процеси організації та вирощування сосни звичайної на рухомих сипких пісках Чигиринського бору, що розкриває успішність заліснення піщаних сипучих земель тільки після закріплення їх вербою гостролистою та дало можливість припинити рух навіяних пісків.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- дослідити основні елементи рельєфу, які сформувалися на борових терасах Чигиринського бору, що дало змогу визначити агротехнологічний прийом заліснення;
- виявити особливості заліснення рухомих пісків на борових терасах Чигиринського бору, що дало можливість припинити рух навіяних пісків;
- дати лісівничу оцінку агротехнологічним прийомам, що застосовувалися під час заліснення рухомих пісків сосною звичайною.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Широке розгортання заліснення піщаних земель у другій половині ХХ ст. спонукало лісівників ретельно вибирати лісові породи для нових насаджень [3]. Зокрема, великий інтерес зумовили різні види роду Верба, які призначалися для заліснення русел річок, різних водосховищ та піщаних земель. Усі вони мають високу біологічну стійкість, переносять тривале повне затоплення у стадії зимового спокою і неповне затоплення (до 2/3 висоти) в період літньої вегетації, засипання стовбурів наносами ґрунту. Пагони верб покриті сплячими бруньками, які після заносу піском дають початок новим пагонам, і кореневими зачатками, що утворюють нове коріння. Густо переплетені корені верби скріплюють шари ґрунту, оберігають від розмиву їх, обсіпання та розвіювання.

Велике соціальне значення заліснення рухомих пісків привертало увагу науковців різних напрямів. Варто відзначити праці П. І. Мороза, В. П. Шлапака [13, 14, 17], В. В. Шлапака [2, 18, 19, 20, 21, 22]. Проте, їхні наукові доробки здебільшого стосуються проблем формування соснових лісів рівнинної частини України. За останні роки, чимало зарубіжних учених досліджували ефективність використання верби для заліснення пісків.

Наприклад, у роботі [19] автори вважають, що дуже важливою є підготовка науково обґрунтованих програм відновлення та розвитку штучних деревних насаджень, які можуть підвищити стабільність та різноманітність лісових екосистем степової зони за цих умов. Однак штучні деревні та чагарникові насадження формуються за певними природними законами. Необхідним та нагальним є вивчення сучасного стану фіторізноманіття для забезпечення ефективного захисту біорізноманіття та впровадження на цій основі природоохоронного управління, враховуючи розширення площ природних заповідників. Сучасне біорізноманіття, що формується в природних екотопах Степового Придніпров'я України є досить специфічним, насамперед через поєднання природних та антропогенних ландшафтів на цих територіях. Залежно від екологічних умов розташування території, враховуючи показники життєздатності насаджень, можливий подальший розвиток лісових екосистем відповідно до векторів прогресу або регресу.

У роботі [11] досліджено насадження *Salix psammophila*, які вже у молодому віці виконують функцію захисту від вітру та піщаних бур (фізичний бар'єр). З часом їх опад змінює хімічний та фізичний стан ґрунту, створюючи умови, які впливають на мікробіологічні процеси і можуть призводити до фосфорного обмежен-

ня мікроорганізмів. Це, відповідно, допомагає фіксації рухливих пісків.

У роботі [25] встановлено, що для успішного укорінення сіянців *Salix psammophila* характерні такі умови: достатня поверхнева волога (рівень ґрунтових вод ~28-40 см), низька засоленість/лужність (рН ~8,7-9,0; електропровідність 29-40  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), переважно крупнозернистий пісок (57-69 % крупного піску) і відкритий ґрунт. Автори роблять висновок, що для збереження і відновлення таких піщаних екосистем важливо створювати умови зі свіжим, відкритим, вологим піском, контролювати рух дюн, підтримувати поверхневу вологість та обмежувати антропогенний тиск на ці системи.

У роботі [27] досліджено сезонні особливості водного обміну у верби *Salix psammophila* в умовах пустельного клімату. Зокрема, проаналізовано динаміку сокоруху та його взаємозв'язок з вологістю ґрунту та метеорологічними чинниками. Робота надає цінну інформацію для розуміння адаптаційних механізмів цієї рослини до екстремальних умов та може бути корисною для розроблення стратегій відновлення деградованих земель у посушливих регіонах.

У роботі [28] досліджено гідрологічні наслідки заліснення вербою *Salix psammophila* в умовах плато Ордо (Китай). **Встановлено, що насадження цього виду знижують рівень ґрунтових вод**, іноді навіть повністю припиняючи поповнення підземних вод. Ці результати мають значення для лісовідновлення та управління водними ресурсами в посушливих регіонах, оскільки показують, що надмірне заліснення може призвести до зниження ефективності поповнення підземних вод.

У роботі [24] досліджено процеси розкладу вербових бар'єрів *Salix psammophila*, які використовуються для боротьби з опустелюванням у посушливих регіонах Китаю. **Процес розкладу бар'єрів має характерну "повільно-швидку" динаміку**, внаслідок чого відбулось зменшення щільності, вологості ґрунту. Ці результати вказують на важливість розуміння процесів розкладу вербових бар'єрів для оцінювання їх довговічності та ефективності в екологічних проєктах.

У роботі [26] досліджено водоспоживання та транспірацію верби *Salix psammophila* в умовах штучного заліснення на піщаних ґрунтах різного віку. **Встановлено, що з віком заліснення спостерігається збільшується водоспоживання рослин**, що пов'язано з розвитком кореневої системи та покращенням структури ґрунту. Ці результати вказують на важливість вікового аспекту під час планування заліснення піщаних земель для ефективного використання водних ресурсів та досягнення екологічних цілей.

У роботі [9] досліджено вплив заліснення вербою *Salix psammophila* на поповнення ґрунтових вод у північно-китайському напівпустельному регіоні. Виявлено, що *Salix psammophila* може сприяти покращенню водного балансу в напівпустельних регіонах. Однак, для досягнення оптимального ефекту потрібно підтримувати баланс між екологічними та водними ресурсами, оскільки надмірне заліснення може призвести до зниження поповнення ґрунтових вод. Ці результати свідчать про важливість урахування індексу листкової поверхні під час планування заліснення для досягнення сталого управління водними ресурсами у посушливих регіонах. Тому актуальним є встановлення агротехнологічного прийому закріплення і заліснення рухомих пісків Чигиринського бору.

**Матеріали та методи дослідження.** Для дослідження використано такі методи: лісівничо-таксаційні – для закладання пробних площ і визначення параметричних показників культур у процесі їх росту та розвитку, природного поновлення й трав'яного вкриття; порівняльної екології – для встановлення типів лісорослинних умов; біологічні.

Опис деревостанів, ґрунтів, підросту, підліску, трав'яного вкриття здійснено за методиками М. І. Гордієнка, В. М. Маурера, С. Б. Ковалевського [6]. Таксацію деревостанів і лісівничий опис проведено за методикою А. М. Білоуса та інших [1]. Тип лісорослинних умов, які враховують як лісові, так і нелісові (оголені від лісу) ділянки, схожі за ґрунтовими, гідрологічними та кліматичними умовами, визначали згідно з лісотипологічною класифікацією П. С. Погребняка [15].

## Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Перша спроба залісити рухомі піски Чигиринського бору пов'язана з професором З. С. Голов'янком, який упродовж 1902-1905 рр. працюючи лісничим Чорнявського лісництва створив культури сосни звичайної на площі 500 га. Нині їх залишилось 140 га. Вони ростуть за I і II класами бонітету і мають запас стовбурової деревини у межах  $280-460 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1}$ .

До 1960 р., за період перебування піщаних земель Чигиринського бору у складі різних сільськогосподарських артілей, піщані землі закріплювалися двома шляхами: а) вербою гостролистою і тополею чорною; б) штучно висіяними травами. Однак, ці заходи позитивного результату не дали.

Друга спроба залісити Чигиринські піски пов'язана з діяльністю лісозахисної станції (ЛЗС), яка залісила рухомі піски на площі 2000 га. Проте, ці культури сосни також не збереглися.

У природних умовах Чигиринської піщаної гряди основними стабілізаторами рухомих пісків є **верба гостролиста** та **пирій повзучий**. Їх здатність до вегетативного розмноження та адаптація до піщаних умов забезпечують поступове закріплення рельєфу навіть у найменш сприятливих умовах. Завдяки цьому можливе ефективне залісення та формування стабільного лісового покриву. Масове проведення робіт із залісення зумовило необхідність ретельного добору лісових порід для створення нових насаджень. Особливу увагу при цьому привернули верби, придатні для широкого культивування в руслах річок, уздовж берегів водосховищ різних розмірів та на піщаних землях. Під час добору видів для залісення пісків, берегів річок і водойм доцільно надавати перевагу місцевим, поширеним природним формам. Пагони верб мають сплячі бруньки, які після занесення піском формують нові пагони, а наявність кореневих зачатків забезпечує утворення додаткового коріння. Завдяки розвиненій кореневій системі верби ефективно зміцнюють ґрунт, переплітаючи його шари, запобігаючи розмиванню, обсіпанню та розвіюванню пісків.

У ході вивчення зв'язку піщаних природних комплексів із терасами річки Тясмин було встановлено, що для **першої борової тераси** характерні дрібногорбисті (до 3 м) і частково середньогорбисті (до 7 м) піски. **Друга тераса** представлена високогорбистими формами (горби 7-30 м заввишки), утвореними переважно вітровими процесами. Ця тераса переходить у **третю**, де

панує рівнинна поверхня з чорноземно-супіщаними ґрунтами. Дефляція пісків відбувається переважно зі сходу на захід. Унаслідок цього формуються всі характерні елементи рельєфу: поле дефляції, дефляційно-аккумулятивне поле, аккумулятивний вал, улоговина і базис дефляції.

Найактивніше видування піску фіксується на **схилах кучугур**, звернених у бік панівних вітрів, де щороку може видуватися до 5-10 см піску, іноді – до 30 см і більше. У **дефляційно-аккумулятивній зоні** можливе чергування процесів: слабший вітер сприяє **нагромадженню піску**, сильніший – посиленню **дефляції**.

Приблизно 80 % видутого матеріалу осідає на **аккумулятивному валу**, решта – в **улоговинах**. Вал, зазвичай, має меншу площу, ніж поле дефляції, тому товщина нашарованого піску на ньому значно більша.

На **аккумулятивних валах** і **дефляційно-аккумулятивних полях** основними рослинами є **верба гостролиста** і **пирій повзучий**. Вони можуть рости як разом, так і окремо. Якщо верба гине через нагромадження піску, пирій виживає, проростаючи на її залишках. **Пирій повзучий** формує щільні дернини, завдяки здатності утворювати нові стебла з кореневищ, які розповсюджуються в радіусі 2-2,5 м. Його висота досягає 1 м, а площа куща – до 1 м<sup>2</sup>.

**Верба гостролиста**, засипана піском, може утворювати нові корені з гілок. Її кущі займають площу до 27 м<sup>2</sup>, але менш витривалі до глибокого засипання піском (рис. 1).



**Рис. 1.** Місце акумуляції високих горбів навіяними пісками (архівне фото 1960 р.) / Place of accumulation of high hills of blown sand (archive photo from 1960)

На вершинах кучугур (див. рис. 1) можна бачити тільки верхівки засипаних кущів верби гостролистої або, навпаки, оголені корені там, де кучугури розвіюються. Це наслідок масового садіння її під час залісення Чигиринських піщаних арен у минулі десятиліття. Рослини з поверхневою кореневою системою на таких пісках рости не може через оголення і висихання кореневої системи, а трапляються тут довгокореневі багаторічники-літники, як, наприклад, куничник наземний та ковила дніпровська. Ці рослини мають властивість утворювати нові пагони, тому витримують як видування, так і, особливо, засипання піском. До групи довгокорневих рослин належить ще осока колхідська, що тут трапляється переважно в понижених місцях.

З екологічного погляду склад рослинності можна розглядати як синузю III порядку, яка поєднує види різних життєвих форм за характером пристосування до сипучого субстрату. Ці життєві форми варто розглядати як екологічно рівноцінні. Одні з них здатні утворювати довгі пагони, що вкорінюються, інші – додаткові корені з подовженого кореня, що майже в однаковому сту-

пені забезпечує можливість переносити й оголення, і засипання піском. Рослини на сипучих пісках розміщені рідко, взаємовплив між ними відсутній, а тому тут вони не утворюють асоціацій. Варто також зазначити, що впродовж вегетаційного періоду видовий склад рослинності на пісках увесь час змінюється. Упродовж весни на нерухомих пісках ефемерна рослинність покриває до 40-70 % поверхні ґрунту. Після ефемерів з'являються багаторічні трави, вегетація яких продовжується до пізньої осені.

У деяких місцях рослинність має плямистий характер покриття, тобто окремі рослинні угруповання (фітоценози) розміщені невеликими ділянками, плямами, що пов'язано зі зміною форм рельєфу.

На **дефляційному полі** з'являються також **солонка гола і льонок звичайний**, але через низький зріст (20-25 см) вони не мають значного впливу на закріплення пісків. Однак, мають здатність до відновлення за рахунок стрижневого кореня.

Улоговини з часом поступово **перетворюються на дрібногорбисте поле**, в якому знову формуються всі основні елементи рельєфу піщаних масивів. На різних стадіях засипання змінюється склад рослинності. За **швидкої акумуляції** формується **щільний покрив лядвенцю рогатого**. За **повільної** – **зіновать руська** витісняє інші види, включно з вербою.

Рівнинна частина улоговин з часом покривається піриєм, вербою, куничником, а на їх схилах формуються кучугури, що досягають 1,5 м над рівнем ґрунтових вод. Акумулятивні вали мають різну крутизну. Їх формування призводить до поступового **засипання улоговин**, що втрачають смугу простору щороку (1-2,5 м). Пісок, що насувається на вегетативне покриття, змінює флору залежно від домінуючих видів: пірий і верба – на валу, зіновать – у зоні дефляції.

Понад 5200 га рухомих пісків у районах сіл Худоліївка, Трушівці, Погорільці, Красносілля було залісено без застосування механізації.

Перед садінням сіяньців сосни здійснювалося **шелюгування** – укладання лозин верби гостролистої (рис. 2) у борозни, утворені плугом, які потім засипалися піском. Після укорінення, лозини верби гостролистої проростали і закріплювали пісок, створюючи умови для садіння сосни звичайної.



**Рис. 2.** Закріплення рухомих пісків за допомогою заготовлених лозин верби гостролистої (архівне фото 1961 р.) / Securing quicksand with the help of harvested willow vines (archive photo from 1961)

Другим способом закріплення рухомих пісків було проведення посівів дикою житом. Окрім цього, створювали захисні щити із шелюги, які давали досить непоганий результат. Ставили захисні щити на північних, західних та східних боках дюн і заліснювались чагарни-

ком – рокитником дніпровським. Це, водночас, було однією з головних передумов передсадивного закріплення пісків. Взимку розставляли тисячі вербових щитів для снігозатримання.

Учасники другого напрямку робіт стикалися з більшими труднощами, адже успіх заліснення тут залежав насамперед від ефективного закріплення рухомих пісків. Працівники лісгоспу розробили та впровадили у виробництво спеціальну агротехніку заліснення піщаних земель. Підготовчі роботи з обробітку ґрунту виконували за рік до садіння лісових культур. На ділянках, придатних для роботи тракторів, закріплення пісків здійснювали за допомогою агрегатів, що складалися з ґусеничного трактора та спеціально сконструйованого плуга. Обробіток ґрунту під садіння проводили безвідвальними плугами із ґрунтопоглиблювачами, а також використовували навісний тракторний розпушувач ґрунту РН-60, обладнаний пристроєм для внесення у ґрунт дусту гексахлорану з метою боротьби зі шкідниками кореневої системи сосни звичайної.

У випадках, коли поверхня була вкрита дереном, для мінералізації ґрунту застосовували дискові борони або двополицеві плуги, прикріплені до рами розпушувача. Для забезпечення можливості механізованого садіння та подальшого догляду, трактористи розпушували ґрунт смугами з інтервалом 2,5 метра. Тривалий час садіння здійснювали за допомогою лісосадильних машин СЛН-1 і ЛМД-1, які згодом були замінені на більш сучасну та продуктивну модель – СЛНН-1, що забезпечувала також вищу якість садіння.

Досвід засвідчив, що культури, висаджені у глибоко оброблений ґрунт, уже в перший рік росту розвивають кореневу систему до вологих шарів, які не пересихають у літню пору. Методом глибокої безполицевої оранки було створено понад 1500 гектарів лісових культур. На ділянках, недоступних для механізованого обробітку, садіння сосни проводили вручну з використанням спеціального інструмента – меча Колесова. Перед садінням корені сіяньців занурювали у торф'яну бовтанку з додаванням дусту гексахлорану (0,2 г на сіянець). Садіння здійснювали смугами, прокладеними кінним плугом у два-три проходи.



**Рис. 3.** Культури сосни звичайної, які висаджували у міжряддях верби гостролистої у Трушівському лісництві (архівне фото 1964 р.) / Scots pine crops planted between rows of willow in the Trushivka Forestry Department (archive photo from 1964)

Як під час механізованого, так і за ручного садіння до складу насаджень сосни звичайної додавали до 10 % сіяньців берези, бузини червоної або в'яза дрібнолисто-го. Таке змішування сприяло швидшому зімкненню культур, покращенню їх росту та загального стану.

Однак, створення лісових культур на рухомих пісках не завжди забезпечувало бажаний результат. Ос-

новною проблемою ставали весняні сухотви – сильні південно-східні вітри, відомі як "гаряче дихання пустель", які видували або засипали саджанці піском, пересушували бруньки й часто призводили до їх загибелі (див. рис. 3).

Наразі Притясминські піски залісені чистими за складом культурами сосни звичайної, а відкриті простори заросли трав'яною рослинністю природного походження, верба гостролиста повністю випала з насаджень (рис. 4).



**Рис. 4.** Сучасний вид 60-річних культур сосни звичайної у Чигиринському лісництві, де її садіння здійснено після закріплення сипучих пісків вербою гостролистою (фото В. В. Шлапака, 2013 р.) / The current appearance of 60-year-old Scots pine cultures in the Chyhyryn Forestry, where they were planted after the shifting sands were stabilised with sharp-leaved willow (photo by V. V. Shlapak, 2013)

Треба зазначити, що в 60-річних культурах сосни запаси стовбурової деревини мають тенденцію до зростання залежно від поліпшення зволоження і трофності ґрунту. У насадженнях з повнотою 0,7 од. запаси стовбурової деревини на 1 га становлять: у сухих борах ( $A_0$ ) – 198 м<sup>3</sup>; у свіжих борах ( $A_2$ ) – 275 м<sup>3</sup>; у сухих ( $B_1$ ) і свіжих ( $B_2$ ) субборах – 363 м<sup>3</sup>. Річний поточний приріст стовбурової деревини найвищих показників досягає у свіжих субборах (4,40-5,28 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>), а середній річний приріст дерев сосни за висотою становив 0,20-0,38 м і зростає від сухих борів ( $A_1$ ) до свіжих субборів ( $B_2$ ).

Отже, сучасний стан 60-річних культур сосни звичайної підтверджує можливість залісення нав'яних пісків, але тільки після закріплення їх вербою гостролистою чи житом диким. Водночас, верба гостролиста з часом повністю випала зі складу культур сосни звичайної.

**Обговорення результатів досліджень.** Дослідження чагарникових верб з метою оцінки запасів у вагових чи об'ємних одиницях представлено у поодиноких наукових роботах. Переважають праці, спрямовані на встановлення біопродуктивності плантацій певних видів чагарникових верб, основним завданням яких є порівняння видів та різних способів вирощування з метою надання рекомендацій для раціоналізації ведення господарства. У таких експериментах найчастіше втрачається комплексність: продуктивність встановлюється на певному етапі для всієї плантації, окремі дослідження для куща чи стовбурця нехтуються. Основну увагу звертають на вирощування лози, інші компоненти фітомаси можуть взагалі не розглядати [4].

У дослідженнях [5, 7] автор зазначає, що суцільне розпушення пісків іноді спричиняє ерозійні процеси. Саджанці сосни звичайної чутливі до дефляції, а тому погано ростуть і розвиваються за оголеного коріння, за-

сипані надземною частиною піску і механічно пошкоджені. З метою запобігання загибелі лісових культур на пісках, які зазнають вітрової ерозії, застосовують розроблений науковцями УкрНДІЛГА спосіб часткового обробитку ґрунту з розпушуванням його на глибину 60-80 см.

У роботі [8] досліджено вертикальний розподіл біомаси тонких коренів, їхній розклад та колообіг у трьох видів верб. Визначено, що час повного розкладу тонких коренів становить приблизно 39 років для *S. cheilophila*, ≈28 років для *S. psammophila* і ≈36 років для *S. microstachya*. Біомаса вуглецю в тонких коренях цих насаджень становила значну частину загальної біомаси вуглецю: для *S. psammophila* вона досягла 1,48 т/га, що становило ≈62 % частини всієї біомаси вуглецю насаджень. Таке дослідження важливе для відновлення піщаних земель і контролю деградації в екосистемах високогір'я. За планування садіння на піщаних землях варто приділяти увагу кореневій структурі рослин-закріплювачів.

У роботі [12] зазначено, що залісення *Salix psammophila* дійсно покращує гідрологічні умови (зменшує випаровування, покращує утримання води), однак наявність у неї додаткової хвилі росту листя не дає істотного збільшення рівня підґрунтових вод. Отже, потрібно балансувати між масштабом відновлювальних робіт та заощадженням водних ресурсів.

У роботі [23] автори вивчали, як конструкції з верби *Salix psammophila* – що застосовуються для фіксації пісків у пустельних районах – деградує під впливом ультрафіолетового випромінювання та води (симуляція дощів) у лабораторних умовах. Унаслідок вони виявили, що для підвищення довговічності конструкцій з таких видів у боротьбі з опустелюванням потрібно передбачити захист від УФ-випромінювання і вологи, для збереження їхніх функцій фіксації піску.

У роботі [16] досліджено мікроструктурні та біодеградаційні характеристики довготривалих бар'єрів із верби *Salix psammophila*, встановлених на піщаних діюнах у північно-західному Китаї. Їх дослідження свідчать про те, що довготривала експлуатація бар'єрів із *Salix psammophila* може призвести до їх деградації, що вимагає регулярного моніторингу та, за потреби, заміни або оновлення таких структур для забезпечення ефективного контролю за ерозією. Ці результати вказують на важливість урахування довговічності та стійкості матеріалів за планування заходів боротьби з опустелюванням та ерозією.

У роботі [10] досліджено вплив глибини залягання ґрунтових вод на транспірацію кущів верби *Salix psammophila* в умовах півпустельного регіону на північному заході Китаю. Результати дослідження вказують на важливість глибини залягання ґрунтових вод для водоспоживання *Salix psammophila* в умовах півпустель. Ці дані можуть бути корисними для розроблення стратегій залісення та управління водними ресурсами в посушливих регіонах.

Питанням залісення рухомих піщаних земель на Чигиринщині, які були представлені великогорбистими (висота горбів понад 7 м) частково розвіюваними незадернілими пісками, займалися з 1902 р., але усі спроби позитивних результатів не дали. Культури сосни звичайної на початковій стадії вирощування під дією вітрів засипалися піском та гинули і тільки у 1958 р. після залісення Притясминських пісків було прийнято рішення зупинити рухомість пісків шляхом висаджування верби

гостролистої, а через 2-3 роки в її міжряддях висадили сосну звичайну. Доречно, що дослідники, які вивчали агротехнологічні процеси заліснення піщаних земель Чигиринського бору, не приділили своєї уваги значенню закріплення нав'язаних пісків вербою гостролистою. Водночас, дослідники проводили тільки зі сосною звичайною.

Отже, внаслідок виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – удосконалено методику заліснення рухомих піщаних земель на Чигиринщині, яка, на відміну від нав'язної, передбачає використання верби гостролистої як ґрунтозахисної породи для закріплення сипучих пісків на борових терасах, що дало змогу зупинити рух нав'язного піску і сформувати сприятливі умови для садіння, приживлювання та росту сосни звичайної.

Практична значущість результатів дослідження – запропонована методика заліснення рухомих піщаних земель сосною звичайною за допомогою зупинення рухомих пісків вербою гостролистою в умовах Чигиринського бору має вагоме практичне значення для розроблення рекомендацій щодо особливостей закладення лісових культур у цьому регіоні та захисту ґрунту від ерозійних процесів.

## Висновки / Conclusions

Досліджено агротехнологічні процеси організації та вирощування сосни звичайної на рухомих сипких пісках Чигиринського бору, що розкрило успішність заліснення піщаних сипучих земель тільки після закріплення їх вербою гостролистою та дало змогу припинити рух нав'язаних пісків. За результатами проведеного дослідження можна зробити такі основні висновки.

1. З'ясовано, що на борових терасах Притясминських пісків відбуваються явища сучасної вторинної дефляції, а отже потребують закріплення коренепаростковими рослинами, які здатні зупинити їх подальший рух.
2. Встановлено, що для першої борової тераси річки Тясмин характерні дрібно- та середньогорбисті піски, а для другої – великогорбисті, рухомі незадернілі піски, на яких здатні рости тільки невибагливі до ґрунту деревні породи. Такими є види роду верба, які окрім маловибагливості до ґрунтів, характеризуються ще й швидким ростом.
3. Виявлено, що акумулятивний вал та дефляційно-акумулятивні поля здатні заселяти тільки верба гостролиста та пірій повзучий. На нерухомих пісках видовий склад рослинності змінюється впродовж вегетаційного періоду. Навесні до 40-70 % поверхні пісків вкриває ефемерна рослинність, яку змінюють багаторічні трав'яні рослини.
4. Культивування верби гостролистої, тополі чорної і висівання трав у місцях видування та акумуляції пісків унаслідок загибелі цих рослин під час посухи не забезпечує їхнього закріплення.

## References

1. Bilous, A. M., Kashpor, S. M., Myroniuk, V. V., Svyinchuk, V. A., & Lesnik, O. M. (2020). Forest Taxation Reference Book. Dnipro. LIRA, 364 p. URL: [https://books.google.com.ua/books/about/Forestry\\_Taxation.html?id=Se0sAQAAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ua/books/about/Forestry_Taxation.html?id=Se0sAQAAAJ&redir_esc=y)
2. Brovko, F. M., & Shlapak, V. V. (2015). Scots pine on the Prytysmensky sands. Kyiv. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 160 p. URL: [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u169/Brovko\\_Shlapak.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u169/Brovko_Shlapak.pdf)

3. Druchenko, M. M. (1960). Results and prospects of sand development in Ukraine. Kyiv: Scientific opinion, 380 p.
4. Fuchilo, Y. D. (1990). On the intensity of formation and growth energy of willow rods. *Forestry, forestry, paper, and woodworking industry*, 2, 19 p.
5. Gordienko, M. I., Fuchilo, Ya. D., & Goychuk, A. F. (2002). Shrub willows of the plains of Ukraine. Kyiv. Institute of Agricultural Economics of the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, 174 p.
6. Gordienko, M. I., Maurer, V. M., & Kovalevsky, S. B. (2000). Methodological guidelines for the study and research of forest cultures. Kyiv, 103 p.
7. Gordienko, M. I., Shlapak, V. P., Goychuk, A. F., Rybak, V. O., Maurer, V. M., Gordienko, N. M., & Kovalevsky, S. B. (2002). Scots pine cultures in Ukraine. Monograph. Kyiv. Institute of Agricultural Economics of the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, 872 p.
8. He, L., Jia, Z., Li, Q., Zhang, Y., Wu, R., Dai, J., & Gao, Y. (2021). Fine root dynamic characteristics and effect on plantations carbon sequestration of three *Salix* shrub plantations in Tibetan Plateau alpine sandy land. *Ecology and Evolution*, 2, 11(6), 2645–2659. <https://doi.org/10.1002/ece3.7221>
9. Hou, L., Gao, J., Hu, B. X., & Wang, X. (2023). Effects of *Salix psammophila* on groundwater recharge in a semiarid area of north China. *Journal of Hydrology, Regional Studies*, 50, 1–15, article ID 101556. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2023.101556>
10. Huang, J., Zhou, Y., Wenninger, J., Ma, H., Zhang, J., & Zhang, D. (2016). How water use of *Salix psammophila* bush depends on groundwater depth in a semi-desert area. *Environmental Earth Sciences*, 75(7), article ID 556. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5376-0>
11. Liang, Y., Ri, A., & Wang, N. (2022). Decay processes in *Salix psammophila* sand barriers increase soil microbial element stoichiometry ratios. *Front. Environ. Sci.* 10, article ID 1015821. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1015821>
12. Lizhu, Hou, Jingdong, Gao, Bill, X. Hu, & Xixi, Wang (2023). Effects of *Salix psammophila* on groundwater recharge in a semiarid area of north China. *Journal of Hydrology, Regional Studies*, 50, article ID 101556. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2023.101556>
13. Moroz, P. I., & Shlapak, V. P. (2000). Comprehensive Development of the Middle Dnieper Sand Massifs. Lviv. Prestige Inform, 265 p.
14. Moroz, P. I., & Shlapak, V. P. (2001). Sand Dunes of the Dnieper Region, Natural Conditions and Problems of Rational Use. Lviv. Prestige Inform, 265 p.
15. Pogrebnyak, P. S. (1993). *Forest Ecology and Forest Typology*. Kyiv. Scientific opinion, 496 p.
16. Ruidong, Wang, Yong, Gao, Xiaohong, Dang, Xia, Yang, Yumei, Liang, & Chen, Zhao (2021). Microstructure and biodegradation of long-established *Salix psammophila* sand barriers on sand dunes, *Environmental Technology & Innovation*, 21, article ID 101366. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101366>
17. Shlapak, V. P., & Shlapak, V. V. (2022). Pine forests of the Middle Dnieper region. Monograph. Uman, Publisher "Soc-hinsky, M. M.", 538 p. URL: [https://www.researchgate.net/publication/364320312\\_new\\_and\\_additional\\_information\\_on\\_the\\_flora\\_of\\_the\\_middle\\_dnieper](https://www.researchgate.net/publication/364320312_new_and_additional_information_on_the_flora_of_the_middle_dnieper)
18. Shlapak, V. V. (2011). Agrotechnical methods for creating and growing pine crops on the Prytysmensky sands. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. *Series Forestry and Ornamental Horticulture*. Kyiv. Publishing Center of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, issue 164, part 1, 221–226. URL: <https://scireports.com.ua/en>
19. Shlapak, V. V. (2013). Typological assessment of plantations in the Prytysmensky forests. *Scientific Bulletin of the National Forestry University of Ukraine. Current issues in forestry and landscaping*, 23(6), 173–178. URL: [https://www.researchgate.net/publication/386483303\\_Assessment\\_of\\_changes\\_in\\_the\\_structure\\_of\\_the\\_forest\\_ecosystems\\_for\\_example\\_sanitary\\_woody\\_plantations\\_in\\_the\\_Steppe\\_Dnipro](https://www.researchgate.net/publication/386483303_Assessment_of_changes_in_the_structure_of_the_forest_ecosystems_for_example_sanitary_woody_plantations_in_the_Steppe_Dnipro)

20. Shlapak, V. V. (2015). Pine cultures protected by sheluha, osokor, and wild rye. Proceedings of the 65th scientific and technical conference of professors, lecturers, researchers, doctoral students, and graduate students based on the results of scientific activity in 2014. Lviv, RVV NLTU of Ukraine, 129–131. URL: <https://du.lv/en/events/announcement-for-the-65th-international-scientific-conference-of-daugavpils-university/>
21. Shlapak, V. V., & Brovko, F. M. (2013). Natural overgrowth of sandy areas in the Chygyryn Forest. *Current issues in forestry and landscaping, Interdepartmental scientific seminar, abstracts*. Uman, 17–22. URL: [https://museumkiev.org/public/visnyk/vnm-full-pdf/GEO%26BIO\\_%E2%84%9620-2021.pdf](https://museumkiev.org/public/visnyk/vnm-full-pdf/GEO%26BIO_%E2%84%9620-2021.pdf)
22. Shlapak, V. V., Shlapak, V. P., & Brovko, F. M. (2013). Features of soil cultivation on pine terraces in the Middle Dnieper region. Scientific Bulletin of the National Forestry University of Ukraine. *Current issues in forestry and horticulture*, 23(5), 72–81. URL: [https://www.researchgate.net/publication/299552421\\_features\\_of\\_pine\\_stands\\_function\\_in\\_dnieper\\_north\\_steppe\\_ukraine](https://www.researchgate.net/publication/299552421_features_of_pine_stands_function_in_dnieper_north_steppe_ukraine)
23. Wang, R., Meng, Z., & Gao Y. (2024). Chemical characteristics of *Salix psammophila* sand barriers are accelerated degradation by ultraviolet irradiation and water. *Frontiers in Plant Science*, 15, article ID 1470347. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1470347>
24. Wang, R., Yang, X., Gao, Y., Dang, X., Liang, Y., Qi, S., Zhao, C., & Duan, X. (2021). **Decomposition characteristics of long-established *Salix psammophila* sand barriers in an arid area, Northwestern China.** *BioResources*, 16(3), 5947–5963. URL: [https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/decomposition-characteristics-of-long-established-salix-psammophila-sand-barriers-in-an-arid-area-northwestern-china/?utm\\_source=chatgpt.com](https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/decomposition-characteristics-of-long-established-salix-psammophila-sand-barriers-in-an-arid-area-northwestern-china/?utm_source=chatgpt.com)
25. Xu, Ri, Jie, Yang, Li-Qing, Zhao, Hua, Qing, Latanzhula, A, Zhen-Yu, Yao, Le, Zhu, Ye-Hui, Wu, Jian-Bin, Tian, Xin-Ping, Cao, & Liu, Yang, Gexigenimuhu Chang. (2020). Establishment, development, and decline of *Salix psammophila* communities, Changes in soil conditions and floristic composition in dune slacks. *Global Ecology and Conservation*, vol. 22, article ID e00967. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00967>
26. Yanwu, Pei, Laiming, Huang, Mingan, Shao, Xiaoxu, Jia, Xinzhai, Tang, Yinglong, Zhang, & Yanhui, Pan (2023). Water sources used by artificial *Salix psammophila* in stands of different ages based on stable isotope analysis in northeastern Mu Us Sandy Land. *CATENA*, vol. 226, article ID 107087. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107087>
27. Yunfei, Chen, Junqi, He, Yi, He, Wandu, Gao, Ce, Zheng, & Xiuhua, Liu (2022). Seasonal hydrological traits in *Salix psammophila* and its responses to soil moisture and meteorological factors in desert areas. *Ecological Indicators*, vol. 136, article ID 108626. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108626>
28. Zhang, Z., Wang, W., Gong, C., Zhao, M., Franssen, H. H., & Brunner, P. (2021, August). *Salix psammophila* afforestations can cause a decline of the water table, prevent groundwater recharge and reduce effective infiltration. *Science of the Total Environment*, 780, article ID 146336. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146336>

V. P. Shlapak<sup>1</sup>, S. A. Adamenko<sup>1</sup>, V. V. Shlapak<sup>2</sup>, S. A. Maslovata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Uman National University, Uman, Ukraina

<sup>2</sup> State Ecological Inspectorate of Ukraine, Kyiv, Ukraina

## USE OF SHARP-LEAVED WILLOW (*SALIX ACUTIFOLIA* WILLD.) DURING AFFORESTATION OF THE PRYTYAMYNSK SHIFTING SAND

The shifting sands of the Tiasmyn River, under the influence of winds, have formed a unique hilly mesorelief, creating numerous hills and dunes up to 30 m high. Considering the association of natural sand complexes with the terraces of the Tiasmyn River, it is noted that the first forest terrace is characterized by small hills up to 3 m high and partly medium-sized hills up to 7 m high. The second terrace is characterized by high-hilled sands with hills up to 7 to 30 m high. This terrace ends with a sharp transition from high-hilled sands to a plain with black earth and sandy loam soils, which are characteristic of the third terrace of the Tiasmyn River. Sand deflation occurs from east to west with the formation of these small-hilled sands, which feature all the elements of the relief of hilly sands, a deflation field, a deflation-accumulation field, an accumulation ridge, a depression, and a deflation base. The most intense sand blowing is observed in the deflation zone – the slopes of the dunes, which are oriented towards the prevailing winds. The first attempt to afforest the sands is associated with Professor Z. S. Golovianko, who created Scots pine cultures on an area of 500 hectares between 1902 and 1905. Currently, 140 hectares remain. They grow according to bonitet classes I and II and have a stemwood stock of 280–460 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>. The second attempt to reforest the Chyhyryn Sands is associated with the activities of the Forest Protection Station (FPS), which reforested 2,000 hectares of shifting sands. However, these pine cultures also did not survive. The third attempt to reforest the shifting sands with Scots pine took place in 1960–1968, when the mobility of the sands was stopped with the help of sharp-leaved willow, and only later was it possible to reforest 11.5 thousand hectares of sandy land. It should be noted that now, in these 60–70-year-old Scots pine cultures, trunk wood reserves tend to increase depending on the improvement of soil moisture and trophicity. In plantations with a density of 0.7 units, stem wood reserves are as follows, in dry pine forests (A<sub>1</sub>) – 198 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>; in fresh pine forests (A<sub>2</sub>) – 275 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>; in dry (B<sub>1</sub>) and fresh (B<sub>2</sub>) sub-forests – 363 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>. At the same time, the methods of creating and growing pine crops in the Chyhyryn forest, with the participation of sharp-leaved willow, which helped to stop the movement of sand, had a positive effect on the formation of the forest environment.

**Keywords:** river pine terraces; consolidation of sandy soils; herbaceous vegetation; shrubs; Scots pine forest crops.