

Ріст і продуктивність деяких сортів енергетичної верби іноземної селекції в умовах Волинського Опілля

Я. Д. Фучило*, І. В. Гнап*, О. М. Ганженко*

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна,
*e-mail: fuchylo_yar@ukr.net

Мета. Встановити доцільність використання деяких сортів верби іноземної селекції для створення енергетичних плантацій в умовах Волинського Опілля. **Методи.** Об'єктом дослідження були енергетичні плантації чотирьох сортів верби шведської селекції ('Tora', 'Tordis', 'Inger', 'Wilhelm'), трьох сортів з Польщі ('1047', '82', '1057') та одного угорського – 'Express'. Насадження досліджуваних сортів верби створювали впродовж 2012–2013 рр. на староорних землях в умовах Волинського Опілля. **Результати.** Встановлено, що біологічні особливості досліджуваних сортів і густота садіння їх живців суттєво впливають на приживлюваність живців, кущистість, кількість пагонів на 1 га, висоту рослин та продуктивність енергетичної біомаси. Після першого року вирощування максимальні показники врожайності сухої маси спостерігались у варіантах з найбільшою густотою садіння (22,5 тис. шт./га). Протягом другого вегетаційного періоду в усіх варіантах досліду відбувся значний приріст біомаси. Особливо інтенсивним він був за середньої густоти садіння (16,4 тис. шт./га). Після третього року вегетації максимальних показників продуктивності досягли сорти 'Tora', 'Inger' і 'Tordis' за густоти садіння 16,4 тис. шт./га. **Висновки.** В умовах Волинського Опілля найвищими показниками продуктивності сухої біомаси за трирічного циклу збирання врожаю відзначаються клони шведської селекції: 'Tora' – від 25,72 до 28,12 т/га, 'Inger' – від 26,71 до 30,27 і 'Tordis' – від 21,58 до 27,56 т/га. Проведений ієрархічний кластерний аналіз досліджуваних культиварів за приживлюваністю живців, комплексом біометричних показників та продуктивністю свідчить, що вони об'єднуються у два кластери. До першого кластеру належать сорти шведської селекції 'Tora' та 'Inger', які за всіма характеристиками росту й продуктивності мали найвищі показники. До другого ввійшла решта сортів, які різною мірою є перспективними для вирощування у Волинському Опіллі. Особливо це стосується сортів 'Tordis', 'Wilhelm' та 'Express', що розташовані в правій частині другого кластеру і характеризуються високими показниками продуктивності. Енергетичні плантації верби в умовах Волинського Опілля доцільно створювати з початковою густотою 12–15 тис. рослин на 1 га.

Ключові слова: енергетичні плантації; *Salix L.*; сорти; біометричні показники рослин; урожайність сухої біомаси.

Вступ

Нестабільність забезпечення економіки України викопними енергоносіями спонукає до активізації пошуку нетрадиційних відновлюваних видів енергії. За останні роки в цьому напрямі відбулися суттєві зрушення. Якщо в 1998 р. використання нетрадиційних відновлюваних видів енергії становило всього 0,5% від обсягів споживаних паливно-енергетичних ресурсів [1], то сьогодні, за даними Держенергоефективності України, частка відновлюваних джерел енергії зросла до 5,8% [2]. Це досить значні показники, але вони недостатні для повного розв'язання проблеми енергозабезпечення.

Вагомим резервом отримання значних обсягів легковідновлюваної енергетичної сировини, зважаючи на сприятливі кліматичні та ґрунтові умови України, є її вирощування

на спеціальних енергетичних плантаціях деревних рослин, здебільшого верби [3, 4].

Такий напрям господарювання є досить поширеним у багатьох країнах [5–8]. Розвивається він і в Україні: наразі вже створено приблизно 5 тис. га таких насаджень [3]. Для підвищення ефективності плантаційного вирощування енергетичної біомаси верби важливе значення має добір певних форм, що характеризуються високою продуктивністю та стійкістю до дії несприятливих чинників у різних ґрунтово-кліматичних умовах і на різних категоріях земель.

Мета досліджень – встановити доцільність використання деяких сортів верби іноземної селекції для створення енергетичних плантацій в умовах Волинського Опілля.

Матеріали та методика досліджень

Об'єктом дослідження були насадження чотирьох сортів верби шведської селекції ('Tora', 'Tordis', 'Inger', 'Wilhelm'), трьох сортів з Польщі ('1047', '82', '1057') та одного угорського – 'Express'.

Сорт 'Tora' – гібрид верби Шверіна (*Salix Schwerinii* E. Wolf, жіночий клон 'L79069') із вербою прутувидною (*Salix viminalis* L., чо-

Yaroslav Fuchylo

<http://orcid.org/0000-0002-2669-5176>

Iryna Gnap

<https://orcid.org/0000-0002-2363-3279>

Olexandr Hanzhenko

<https://orcid.org/0000-0002-8118-1645>

ловічий клон 'Orm'), виведений у Швеції і наразі є еталоном для порівняння з ним показників росту й продуктивності інших клонів. Забезпечує високий урожай на свіжих і вологих ґрунтах на півночі середньої Європи. Майже не уражується іржею листя та шкідниками [8].

Сорт 'Tordis' – гібрид сорту 'Tora' із сортом верби прутовидної 'Ulv'. Один із найпродуктивніших сортів. Добре росте на всіх ґрунтах, особливо на сухих. Дуже високоврожайний у Північно-Центральній Європі. Не уражується іржею листя [8].

Сорт 'Inger' – гібрид верби тритичинкової (*S. triandra* L., жіночий клон SW911066) із клоном верби прутовидної 'Jorr'. Як і 'Tordis', є одним із найпродуктивніших сортів. Добре росте на всіх ґрунтах, особливо на сухих. Найвищі врожаї біомаси формує в умовах м'якого теплого клімату з нормальним забезпеченням вологою [8].

Сорт 'Wilhelm' – гібрид сортів 'Sherwood' і 'Bjorn', створених на основі верби прутовидної [8].

Польські сорти '1047' ('Gigantea'), '1057' ('Marzencinski') і '082' ('Warm-maz') також створені на основі верби прутовидної.

Сорт 'Express' створений угорськими селекціонерами на основі верби білої (*Salix alba* L. 'Corvinus') [9].

Енергетичні плантації вищезгаданих сортів верби були створені впродовж 2012–2013 рр. на виснажених, малопридатних для вирощування сільськогосподарської продукції землях південно-західної частини Волинської області (Луцький, Локачівський, Іваничівський та Горохівський адміністративні райони) та північно-західної частини Львівської області (Сокальський р-н). Цей регіон за агрокліматичним районуванням належить до зони Західного Полісся, а за фізико-географічним – до області Волинське Опілля.

Насадження створювали висаджуванням однорічних здерев'янілих живців двома способами: вручну і механізовано спареними рядами (дворядними смугами) за схемою 1,5×0,75 м з трьома варіантами густоти: 12,9; 16,5 і 22,5 тис. шт./га.

Механізоване садження виконували чотирирядною садильною машиною «Energy Planter» данської компанії «Egedal», яка розрізає прут на живці завдовжки 18 см безпосередньо під час садіння. Вручну висаджували живці довжиною 22–25 см.

Рослини енергетичної верби інтродукованих сортів оцінювали впродовж трьох років вегетації (2012–2014 рр.) за такими показниками: приживлюваність живців, середня ви-

сота кущів, кущистість, кількість пагонів на 1 га, середній діаметр пагонів та врожайність сухої біомаси. Досліджувані характеристики встановлювали відповідно до загальноприйнятих у рослинництві методик. На завершальному етапі використовували також матеріали Методології дослідження енергетичних плантацій верб і тополь [10].

Для класифікації клонів верби за комплексом біометричних показників і збереженості була застосована ієрархічна агломеративна процедура кластерного аналізу на основі евклідової відстані між об'єктами. Кластерний аналіз провели з допомогою відповідного модуля пакету прикладних програм STATISTICA.

Результати досліджень

Проведений аналіз приживлюваності живців досліджуваних сортів верби свідчить, що сортові особливості та, передусім, спосіб садіння суттєво впливають на цей показник (рис. 1).

Як впливає з наведених даних, приживлюваність живців усіх досліджуваних культурварів була досить високою і змінювалася від 82,1 до 95,1%. Найвищими показниками приживлюваності живців відзначався сорт 'Tora' за їх висаджування вручну (95,1%). За механізованого садіння приживлюваність живців знизилася до 89,4%. У сорту 'Tordis' ці показники становили 93,2 і 88,3% відповідно, у сорту 'Inger' – 91,9 і 86,7%. Найменшою приживлюваність живців була в сорту '1057' – 84,5 та 82,1%.

Суттєва різниця між показниками приживлюваності живців за ручного і механізованого садіння пояснюється тим, що використана садильна машина нарізає живці завдовжки лише 18 см і вони часто висаджуються під певним кутом до вертикалі. За ручного садіння використовуються живці завдовжки 22–25 см і висаджуються вони вертикально. Таким чином, за механізованого садіння живці мають менші розміри і висаджуються на меншу глибину в сухіший ґрунт, що негативно позначається на їх укоріненні.

На важливість впливу вологості ґрунту на приживлюваність живців свідчать дані, представлені на рисунку 2.

Як впливає з наведених даних, крім сортових особливостей, частка впливу яких на приживлюваність живців становить 41,5%, та способу садіння (26,7%), значний вплив на процес укорінення садивного матеріалу мають погодні умови (опади й температура) – 20,9%, які безпосередньо визначають воло-

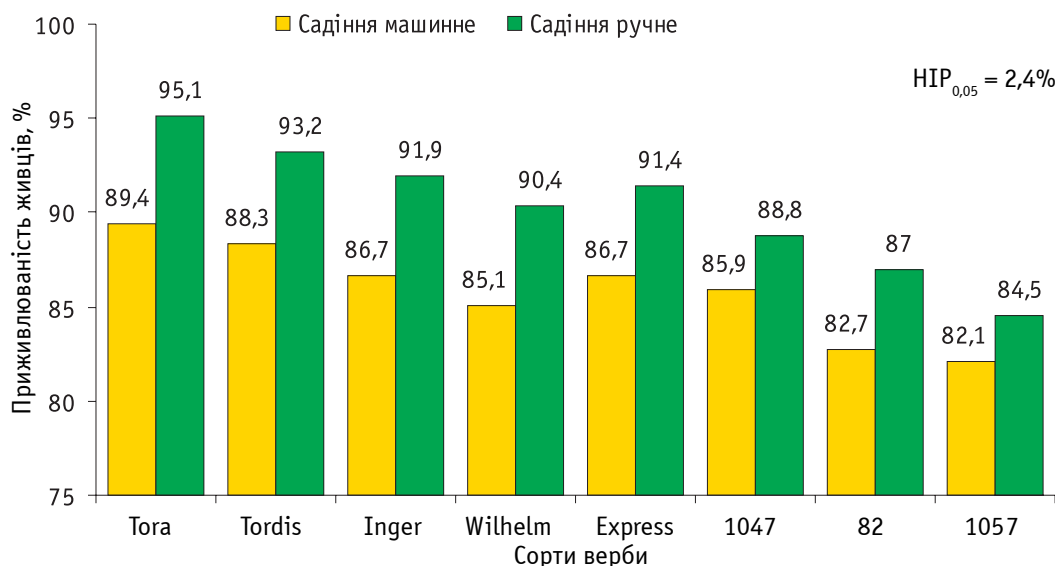


Рис. 1. Вплив сортових особливостей та способу садіння на приживлюваність живців верби

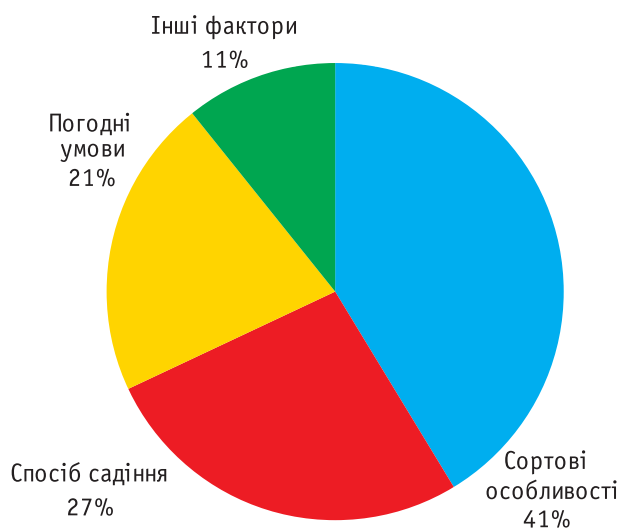


Рис. 2. Частка впливу факторів на приживлюваність живців верби

гість ґрунту і активність проходження ростових процесів.

Одним із основних показників за яким можна опосередковано оцінювати продуктивність енергетичних плантацій верб є їхня висота. Результати досліджень свідчать, що, як і в разі з приживлюваністю живців, найбільші показники висоти рослин виявилися в клонів шведської селекції 'Tora', 'Tordis' та 'Inger' (рис. 3).

Зокрема, у рослин сортів 'Tora' та 'Inger' вони становили 1,85 і 1,82 м. Кущі сорту 'Tordis' на цей час мали середню висоту 1,59 м. Наприкінці другого вегетаційного періоду середні показники висоти рослин цих сортів практично зрівнялися і становили у 'Tora' 2,47 м, у 'Tordis' – 2,44 і в 'Inger' – 2,49 м.

За третій рік кущі сорту 'Tordis' приросли у висоту в середньому на 0,52 м і виявилися найвищими серед досліджуваних культиварів. Середня висота трирічних рослин клонів 'Tordis', 'Tora' та 'Inger' становила 2,97; 2,79, і 2,76 м відповідно. Деяко меншими показниками середньої висоти кущів відзначалися культивари '82' (2,71 м), 'Express' (2,68 м) та 'Wilhelm' (2,65 м). Найменші середні висоти, як на третій, так і в попередні роки, виявилися в сортів польської селекції '1047' і '1057'.

Важливою характеристикою рослин верби в енергетичних плантаціях є куцистість – кількість пагонів, що припадає на один кущ. Цей показник має вплив на продуктивність біомаси, затінення поверхні ґрунту, вибір засобів збору врожаю біомаси тощо.

Дослідження, проведені в 1–2-річних енергетичних плантаціях верб різної густоти садіння, свідчать, що на кількість пагонів на один кущ помітно впливають густина садіння і сортові особливості. На плантаціях першого року вирощування для всіх досліджуваних сортів спостерігається зворотній зв'язок між густиною садіння і середньою кількістю пагонів на один кущ. Водночас, він чітко простежується для всіх досліджуваних сортів. Очевидно, це спричинено меншою освітленістю бруньок висаджених рослин у варіантах з більшою густиною садіння живців, унаслідок чого менше бруньок проростають і з них, відповідно, формується менше пагонів. Найвищою куцистістю відзначалися рослини клону 'Inger' – від 2,30 до 3,09 пагона на один кущ залежно від густоти їх стояння. Найменш куцистими за

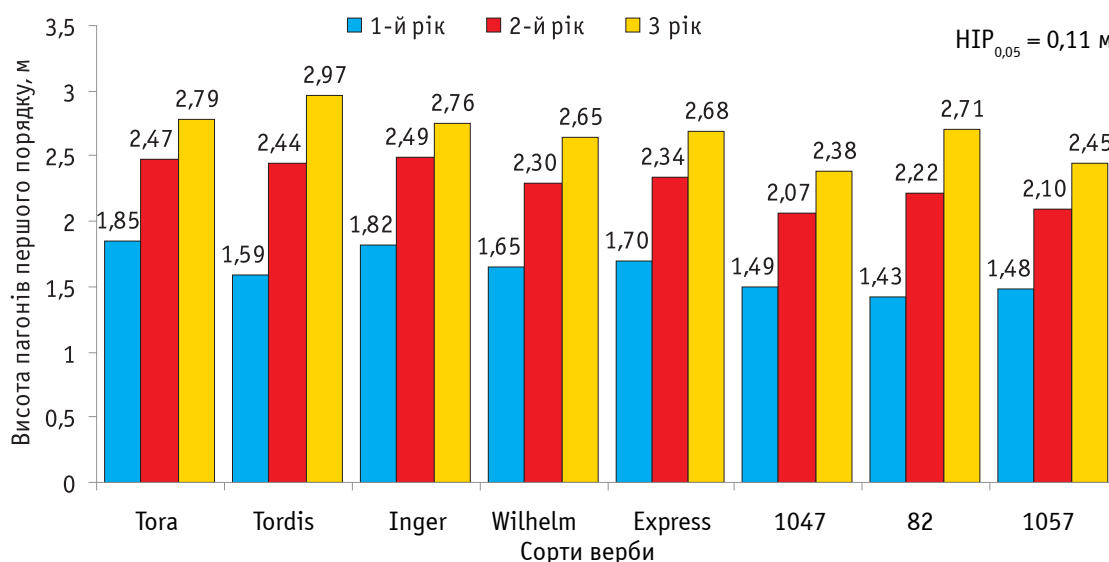


Рис. 3. Вплив сортових особливостей на середню висоту кущів 1–3-річних плантацій верби

густоти 12,9 тис. шт./га виявилися ‘Tordis’ (2,36 шт.), ‘Wilhelm’ (2,60 шт.) та ‘Express’ (2,70 шт.). За густоти 16,4 тис. шт./га найменшу кущистість мали клон ‘1057’ (2,14 шт.) і ‘Tordis’ (1,86 шт./кущ), а найбільше пагонів при цьому було в рослин клону ‘1047’ – 2,71 шт./кущ. За максимальної густоти (22,5 тис. шт./га) найбільшу кількість пагонів сформували клони ‘1047’ – 2,33 шт./кущ та ‘Inger’ – 2,30 шт./кущ, найменшу – ‘Express’ та ‘Wilhelm’ – 1,40 і 1,30 шт./кущ відповідно.

У дворічному віці кількість пагонів на один кущ в усіх варіантах дослідження дещо збільшилася за рахунок появи певної кількості нових пагонів (рис. 4).

За найменшої початкової густоти найбільше пагонів виростало на кущах верби клонів:

‘Inger’ – 3,48 шт./кущ, ‘1057’ – 3,29 і ‘1047’ – 3,19 шт./кущ.

За густоти садіння 16,4 тис. шт./га найбільш кущистими були: ‘Inger’ – 2,87 шт./кущ, ‘1047’ – 2,83 і ‘Tora’ – 2,50 шт./кущ.

У варіантах з максимальною густиною садіння найбільше пагонів теж сформували рослини сортів ‘Inger’ та ‘1047’ – 2,38 і 2,37 шт./кущ, найменше – ‘Express’ та ‘Wilhelm’ – 1,46 і 1,56 шт./кущ відповідно.

Установлено, що найбільший вплив на кількість пагонів у кущі (62,2%) має густина садіння, дещо менший – сорт верби (22,7%). Вплив решти факторів виявився незначним.

На основі даних щодо середньої кількості пагонів у кущі та густоти садіння (кількості кущів на 1 га) було вираховано важливу характеристику, необхідну для визначення вро-

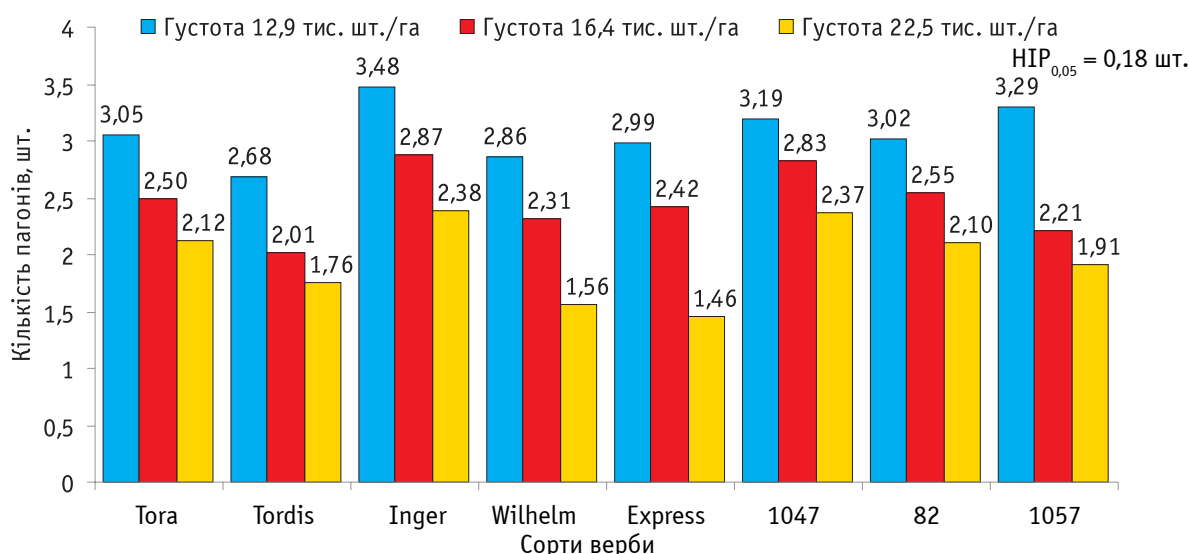


Рис. 4. Кількість пагонів у кущі після другого року вегетації верби

жайності енергетичних плантацій – кількість пагонів на 1 га. Після першого вегетаційного періоду найбільшу кількість пагонів на 1 га в більшості сортів спостережено у варіантах з максимальною густрою садіння. Водночас, найбільшу кількість пагонів на 1 га зафіксовано в клонів ‘1047’ та ‘Inger’ – 52,4 і 51,8 тис. шт./га, найменшу в ‘Express’ та ‘Wilhelm’ – 31,5 і 33,8 тис. шт./га відповідно.

За середньої густоти садіння живців найбільша кількість пагонів на 1 га теж виявилась у сортів ‘1047’ та ‘Inger’ – 44,3 і 43,4 тис. шт./га, найменша – у ‘Tordis’ та ‘1057’ – 30,5 і 35,0 тис. шт./га відповідно.

За мінімальної густоти садіння, як і за інших варіантів густоти, найбільша кіль-

кість пагонів на 1 га виявилася в клону ‘Inger’ – 39,7 тис. шт./га. Незначно поступаються йому культивари ‘Tora’ та ‘1047’ – 36,5 і 36,0 тис. шт./га, а найнижчим цей показник був у сорту ‘Tordis’ – 30,0 тис. шт./га.

За другий вегетаційний період кількість пагонів на 1 га дещо збільшилася (рис. 5). Найбільшою вона залишилася на плантаціях сорту ‘Inger’ – 54, 47 і 45 тис. шт./га за максимальної, середньої та мінімальної густоти садіння відповідно. Майже такі ж показники виявилися в клону ‘1047’ – 53, 46 і 41 тис. шт./га відповідно. Найменшою густрою стояння пагонів була в сортів ‘Tordis’, ‘Express’ та ‘Wilhelm’. Цей показник у них не перевищував 40 тис. шт./га.

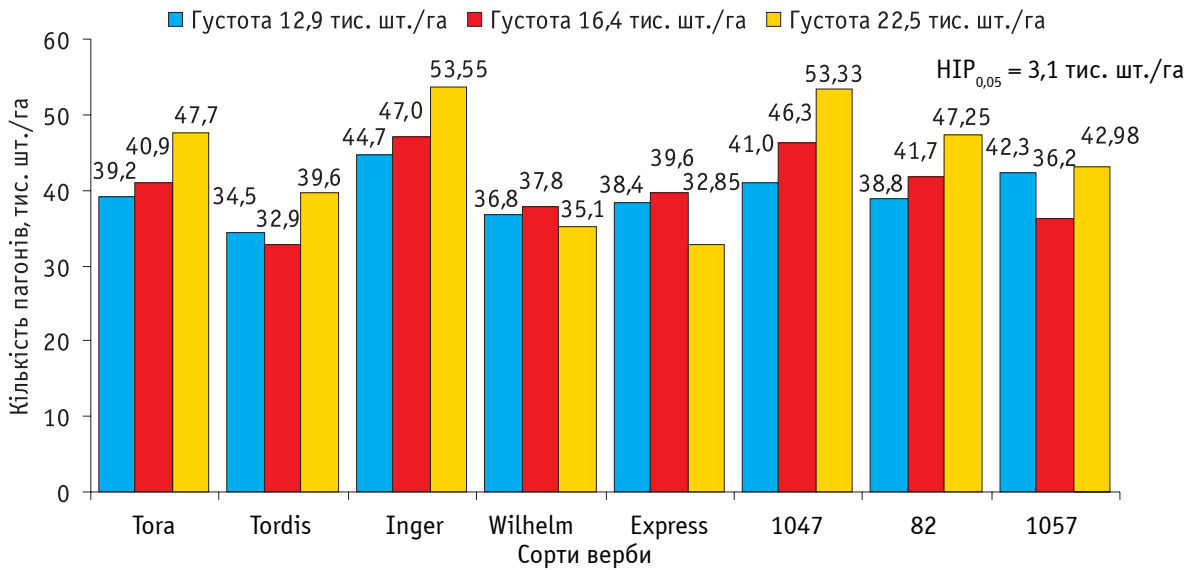


Рис. 5. Кількість пагонів на 1 га за другий рік вегетації верби

Після другого вегетаційного періоду, як і в перший рік, у більшості сортів верби спостерігається пряма залежність між кількістю пагонів на 1 га і густрою садіння живців.

Розрахунки частки впливу основних факторів, від яких залежить формування густоти пагонів на 1 га (рис. 6), свідчать, що найбільше цей показник визначається сортовими особливостями верби (49,2%), густрою садіння живців (16,0%) та спільною дією цих факторів (19,5%).

Позитивний вплив має також вік енергетичної плантації (4,5%), оскільки з його збільшенням у рослин відростає певна кількість нових пагонів.

Таким чином, результати проведених досліджень указують на те, що для формування певної густоти стояння пагонів на плантації слід враховувати сортові особливості верби і густоту садіння живців.

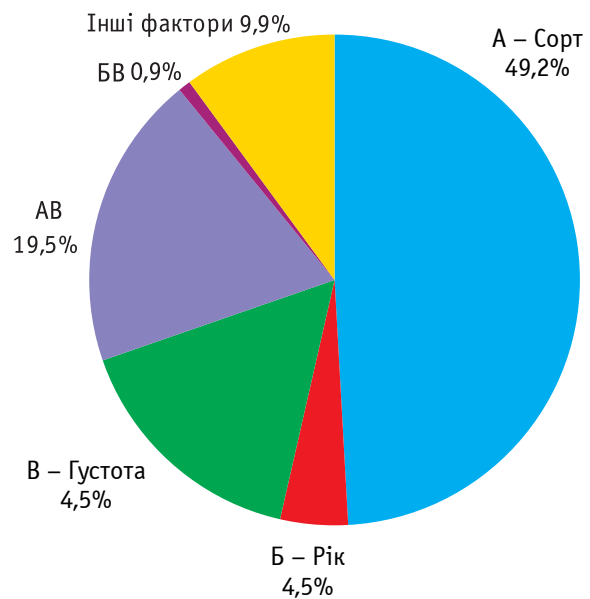


Рис. 6. Частка впливу факторів на кількість пагонів на 1 га

Проведені дослідження також засвідчили, що сортові особливості верби та густота садіння живців мають визначальний вплив і на середній діаметр пагонів першого порядку (рис. 7).

Зокрема, в усіх досліджуваних культиварів більші показники діаметра відповідають варіантам з меншою густотою. Максимальний середній діаметр трирічних пагонів (30,9 мм) виявився в сорту 'Tordis'. Також високими показниками відзначались клони 'Tora' (30,1 мм), 'Inger' (28,1 мм) і 'Wilhelm' (27,8 мм).

У варіанті з найбільшою густотою садіння максимальні показники діаметра виявлено в сортів 'Tordis' (23,5 мм), 'Express' (22,9 мм) і 'Wilhelm' (22,7 мм). За середньої густоти (16,4 тис. шт/га) найбільші середні діаметри мали пагони сортів 'Tordis' (29,4 мм), 'Tora' (28,1 мм) та 'Inger' (27,4 мм).

Що стосується чинників, які впливають на показники діаметра пагонів, то варто зазначити, що за третій рік вегетації найбільший вплив мала густота насаджень – 55,6%, значно впливали на цей показник сортові особливості (39,4%) та спільна дія цих чинників (3,9%). Частка інших факторів становить лише 1,1% (рис. 8).

Отже, середній діаметр пагонів майже повністю визначається дією факторів густоти та сортових особливостей. Найвищі його показники виявлено у чотирьох сортів шведської селекції та сорту 'Express'.

Інтегрованим показником придатності сортів верби до вирощування на енергетичних плантаціях у тому чи іншому регіоні є їхня продуктивність. Як свідчать результа-



Рис. 8. Частка впливу досліджуваних факторів на діаметр пагона третього року вегетації

ти проведених досліджень, на врожайність, як і на інші характеристики енергетичних плантацій, найбільше впливають сортові особливості й густота насаджень.

Особливо чітко вплив цих факторів проявився після першого року вирощування: у більшості досліджуваних сортів максимальні показники врожайності сухої маси припадають на варіанти з найбільшою густотою садіння. При цьому, найбільшою продуктивністю відзначалися сорти шведської селекції 'Inger' (2,44 т/га) і 'Tora' (2,10 т/га), а також '1047' – 2,27 т/га. За середньої густоти садіння показники врожайності виявилися дещо меншими, але найбільшими серед досліджу-

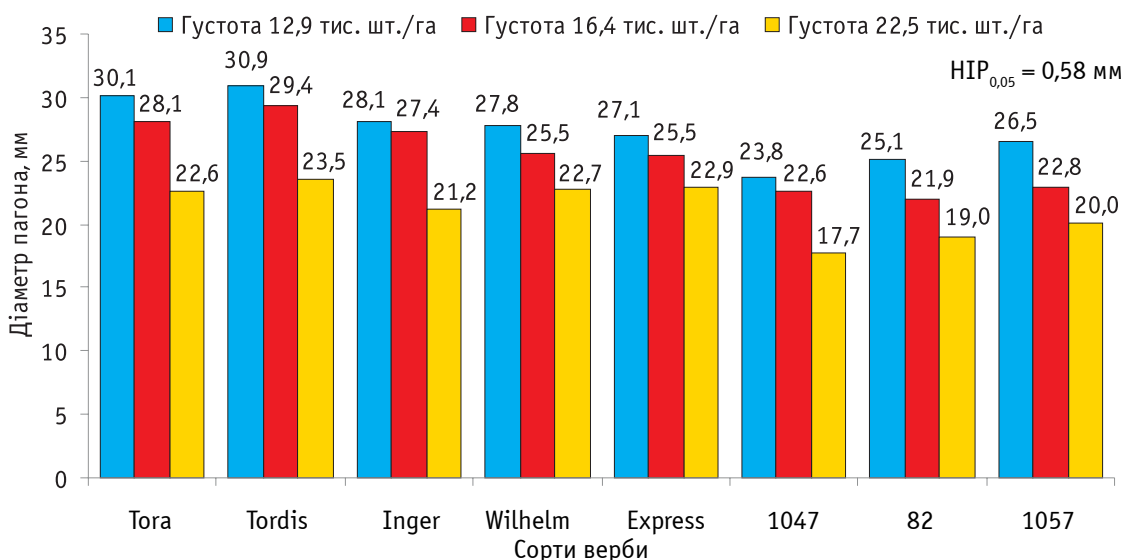


Рис. 7. Залежність діаметра пагона третього року вегетації від сортових особливостей та густоти насаджень верби

ваних сортів вони знов-таки залишилися в 'Inger' – 2,12 т/га, 'Tora' – 1,89 і '1047' – 1,95 т/га.

Протягом другого вегетаційного періоду в усіх дослідних насадженнях відбувся значний приріст біомаси. Особливо інтенсивним він був у варіантах з середньою густрою садіння, які в усіх досліджуваних сортів перевищували врожайність густіших і більш рідких насаджень. За таких умов, найбільші показники врожайності мали сорти 'Tora' (18,06 т/га), 'Inger' (16,64 т/га) і 'Tordis' (14,22 т/га).

Урожайність сухої біомаси верби після завершення третього року вегетації максимальних показників також досягла в сортів 'Tora', 'Inger' і 'Tordis' (відповідно 28,12; 30,27 і 24,76 т/га). Водночас, у сорту 'Inger' найбільшою продуктивністю була за густоти садіння 16,4 тис. шт./га, а в сортів 'Tora' і 'Tordis' – за густоти 12,9 тис. шт./га (рис. 9).

Найменшою продуктивністю характеризувалися насадження з найбільшою густрою садіння. Її показники в найпродуктивніших клонів 'Tora', 'Inger' і 'Tordis' становили 25,72; 26,71 та 21,58 т/га відповідно.

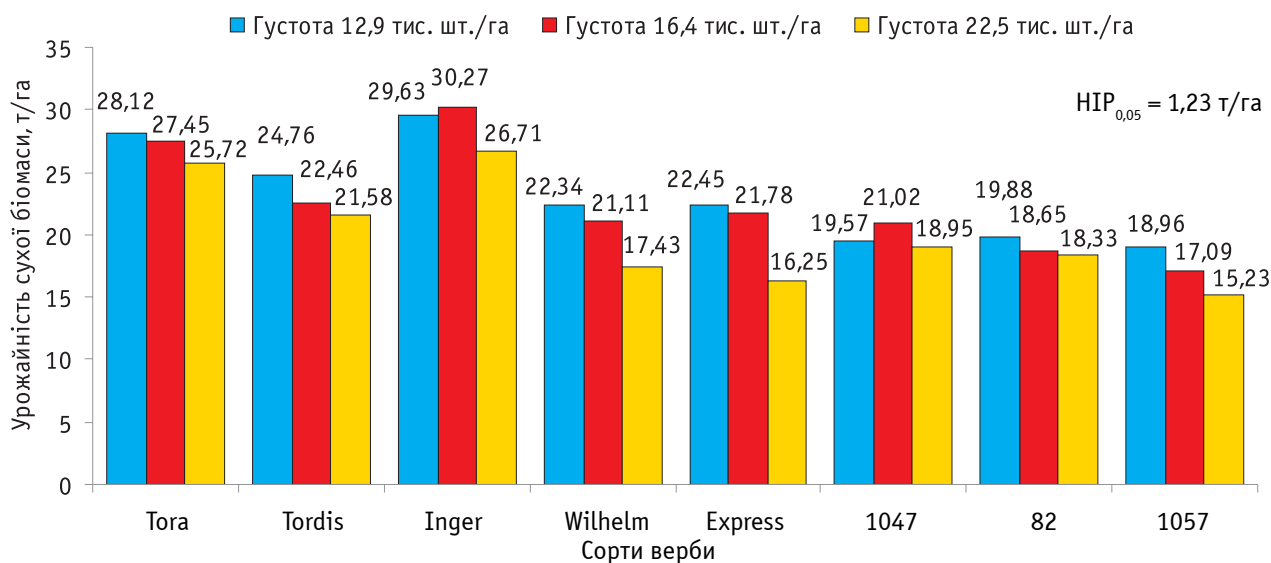


Рис. 9. Залежність урожайності сухої біомаси верби третього року вегетації від сортових особливостей та густоти насаджень

Отже, незважаючи на те, що фактор густоти має дуже великий вплив на продуктивність енергетичних плантацій верби, залежність між густрою і врожайністю біомаси є прямою лише в перший рік вирощування, а вже на другий рік перевага за продуктивністю переходить до плантацій середньої густоти. На третій рік значно зростає приріст насаджень з найменшою густрою. Наявна тенденція дає змогу зробити висновок, що в 4–5-річному віці насаджень більшості досліджуваних сортів матимуть максимальні показники продуктивності за найменшої густоти садіння.

Розрахунок частки впливу досліджуваних факторів на врожайність сухої біомаси верби першого року вегетації (рис. 10) свідчить, що найбільший вплив у цей час спричиняють сортові особливості верб – 61,1%. Суттєво на продуктивність біомаси вплинула також густина насаджень (11,0%) і спільна дія цих факторів (16,7%). Досить значним був вплив й інших факторів – 11,2%.

Після другого вегетаційного періоду вплив фактора сорту на врожайність біомаси зріс до 75,5%, тоді як частка впливу густоти насаджень зростає незначною мірою (до 12,2%), сумісна їх дія зменшилась до 5,8%, а вплив інших факторів – до 6,7%.

Що стосується частки впливу досліджуваних факторів на продуктивність трирічних енергетичних плантацій, то вплив сортових особливостей зріс до 82,4%, густоти – зменшився до 10,3%. Частка інших факторів, не пов'язаних із густрою і сортовими особливостями, становить усього 3,2%, тож їхній вплив на продуктивність є мінімальним.

Дендрограму ієрархічного кластерного аналізу досліджуваних сортів верби за комплексом біометричних показників представлено на рисунку 11. Як випливає з її даних, досліджувані культивари об'єднуються у два кластери. До першого з них належать сорти шведської селекції 'Tora' та 'Inger', які за всіма характеристиками росту й продуктивності мали найвищі показники.

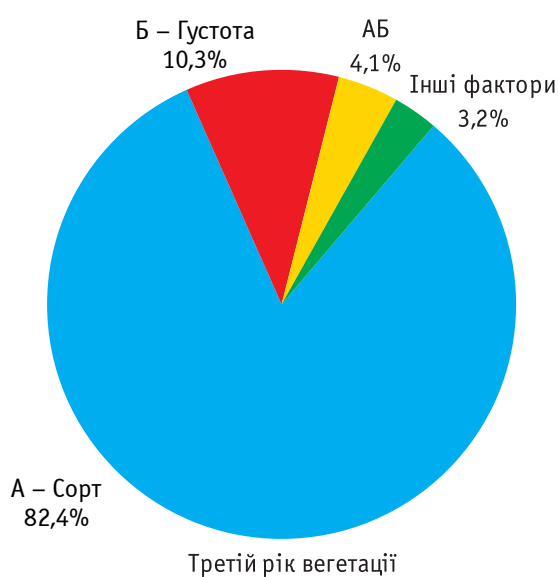
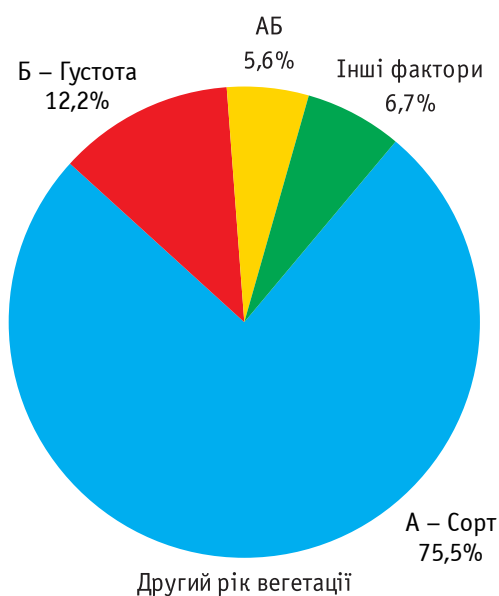
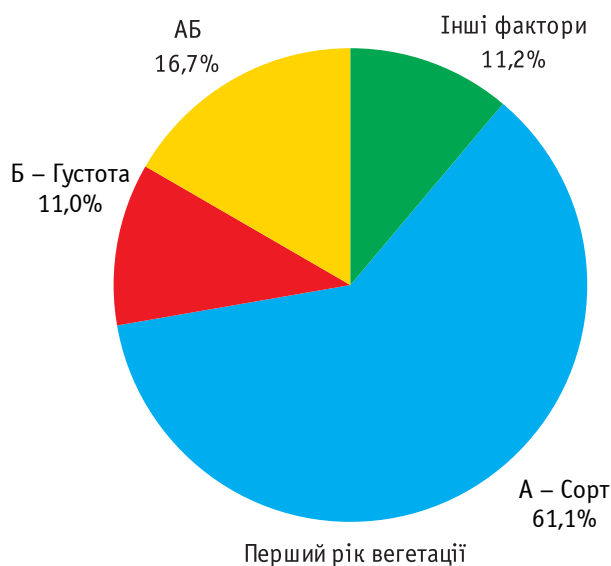


Рис. 10. Частка впливу факторів на врожайність сухої біомаси верби на 1 га

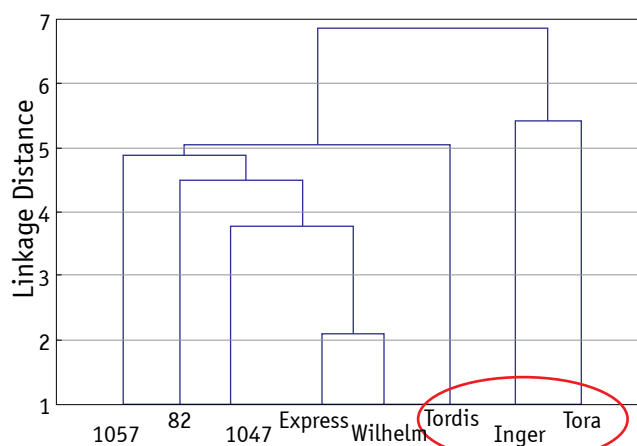


Рис. 11. Дендрограма ієрархічного кластерного аналізу сортів верби за комплексом біометричних показників

До другого увійшли решта сортів, які різною мірою є перспективними для вирощування у Волинському Опіллі. Насамперед це стосується сортів 'Tordis', 'Wilhelm' та 'Express', що розташовані в правій частині другого кластеру і характеризуються високими показниками продуктивності.

Висновки

В умовах Волинського Опілля найвищими показниками продуктивності сухої біомаси за трирічного циклу збирання врожаю відзначаються клони шведської селекції: 'Tora' – від 25,72 до 28,12 т/га, 'Inger' – від 26,71 до 30,27 і 'Tordis' – від 21,58 до 27,56 т/га.

Проведений ієрархічний кластерний аналіз досліджуваних культиварів за приживлюваністю живців, комплексом біометричних показників та продуктивністю свідчить, що вони об'єднуються у два кластери. До першого належать сорти шведської селекції 'Tora' та 'Inger', які за всіма характеристиками росту й продуктивності мали найвищі показники. До другого увійшли решта сортів, які різною мірою є перспективними для вирощування у Волинському Опіллі. Насамперед це стосується сортів 'Tordis', 'Wilhelm' та 'Express', що розташовані в правій частині другого кластеру і характеризуються високими показниками продуктивності.

Енергетичні плантації верби в умовах Волинського Опілля доцільно створювати з початковою густотою 12–15 тис. рослин на 1 га.

Використана література

- Гелетуша Г. Г., Марценюк З. А. Энергетический потенциал биомассы в Украине. *Промышленная теплотехника*. 1998. Т. 20, № 4. С. 52–55.
- Чмерук Т. Тренди альтернативної енергетики України: від заходу до прогресу. *Дзеркало Тижня. Україна*. 2018. 5 лютого.

- URL: https://dt.ua/energy_market/trendi-alternativnoyi-energetiki-ukrayini-vid-zanepadu-do-progresu-268117_.html
3. Энергетична верба: технологія вирощування та використання / за ред. В. М. Сінченка. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2015. 340 с.
 4. Фучило Я. Д., Сбитна М. В. Верби України: біологія, екологія, використання. Київ : Логос, 2017. 200 с.
 5. Царев А. П., Погиба С. П., Тренін В. В. Селекція і репродукція лесних древесних порід. Москва : Логос, 2003. 503 с.
 6. El Bassam N. Handbook of Bioenergy Crops. A Complete Reference to Species, Development and Applications. London ; Washington, DC : Earthscan, 2010. 544 p.
 7. McCracken A. R., Dawson W. M. Interaction of willow (*Salix*) clones growing in mixtures. *Tests Agrochem. Cult.* 1998. No. 14. P. 54–55.
 8. Willow Varietal Identification Guide / B. Caslin, J. Finnan, A. McCracken (eds). Carlow, Ireland : Teagasc & AFBI, 2012. 64 p.
 9. The 'Express®' willow variety features. URL: <http://www.silvanusforestry.com/expressfuz-en.html>
 10. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь / за ред. В. М. Сінченка. Київ : Компринт, 2018. 137 с.

References

1. Heletukha, H. N., & Martsenyuk, Z. A. (1998). Energy potential of biomass in Ukraine. *Promyshlennaya teplotekhnika* [Industrial Heat Engineering], 20(4), 52–55. [in Russian]
2. Chmeruk, T. (2018). Trends in alternative energy of Ukraine: from decay to progress. *Dzerkalo Tyzhnia. Ukraina* [Mirror Weekly.

Ukraine]. Retrieved from https://dt.ua/energy_market/trendi-alternativnoyi-energetiki-ukrayini-vid-zanepadu-do-progresu-268117_.html

3. Sinchenko, V. M. (Ed.). (2015). *Enerhetychna verba: tekhnolohiia vyroshchuvannya ta vykorystannya* [Energy willow: technology of cultivation and use]. Vinnytsia: Nilan-LTD. [in Ukrainian]
4. Fuchylo, Ya. D., & Sbytina, M. V. (2009). *Verby Ukrainy (biolohiia, ekolohiia, vykorystannya)* [Willows of Ukraine: biology, ecology, use]. Kyiv: Logos. [in Ukrainian]
5. Tsarev, A. P., Pogiba, S. P., & Trenin, V. V. (2003). *Selektsiya i reproduktsiya lesnykh drevestnykh porod* [Breeding and reproduction of forest timber species]. Moscow: Logos. [in Russian]
6. El Bassam, N. (2010). *Handbook of Bioenergy Crops. A Complete Reference to Species, Development and Applications*. London; Washington, DC: Earthscan.
7. McCracken, A. R., & Dawson, W. M. (1998). Interaction of willow (*Salix*) clones growing in mixtures. *Tests Agrochem. Cult.*, 19, 54–55.
8. Caslin, B., Finnan, J., & McCracken, A. (Eds.). (2012). *Willow Varietal Identification Guide*. Carlow, Ireland: Teagasc & AFBI.
9. The 'Express®' willow variety features. Retrieved from <http://www.silvanusforestry.com/expressfuz-en.html>
10. Sinchenko, V. M. (Ed.). (2018). *Metodolohiia doslidzhennia enerhetychnykh plantatsii verb i topol* [Methodology for studying of energy plantations of willow and poplar]. Kyiv: Komprynt. [in Ukrainian]

УДК 630:662.631

Фучило Я. Д.*, **Гнап И. В.**, **Ганженко А. Н.** Рост и продуктивность некоторых сортов энергетической ивы иностранной селекции в условиях Волынского Ополья // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 2. С. 230–239. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134775>

*Институт биоэнергетических культур сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, *e-mail: fuchylo_yar@ukr.net*

Цель. Установить целесообразность использования некоторых сортов ивы иностранной селекции для создания энергетических плантаций в условиях Волынского Ополья. **Методы.** Объектом исследования были энергетические плантации четырех сортов ивы шведской селекции ('Tora', 'Tordis', 'Inger', 'Wilhelm'), трех сортов из Польши ('1047', '82', '1057') и один венгерский – 'Express'. Насаждения исследуемых сортов ивы создавали в течение 2012–2013 гг. на старопахотных землях в условиях Волынского Ополья. **Результаты.** Установлено, что биологические особенности исследуемых сортов и плотность посадки их черенков существенно влияют на приживаемость черенков, кустистость, количество побегов на 1 га, высоту растений, диаметр побегов и урожайность энергетической биомассы. После первого года выращивания максимальные показатели урожайности сухой массы наблюдались в вариантах с наибольшей плотностью посадки (22,5 тыс. шт./га). В течение второго вегетационного периода во всех вариантах опыта произошел значительный прирост биомассы. Особенно интенсивным он был при средней густоте посадки (16,4 тыс. шт./га). После третьего года вегетации максимальных показателей продуктивности достигли сорта 'Tora', 'Inger' и 'Tordis' при густоте посадки

16,4 тыс. шт./га. **Выводы.** В условиях Волынского Ополья наиболее высокими показателями продуктивности сухой биомассы при трехлетнем цикле сбора урожая отмечаются клоны шведской селекции: 'Tora' – от 25,72 до 28,12 т/га, 'Inger' – от 26,71 до 30,27 и 'Tordis' – от 21,58 до 27,56 т/га. Проведенный иерархический кластерный анализ исследуемых культиваров по приживаемости черенков, комплексу биометрических показателей и продуктивности показал, что они объединяются в два кластера. К первому относятся сорта шведской селекции 'Tora' и 'Inger', которые по всем параметрам роста и продуктивности имели самые высокие показатели. Во второй вошли остальные сорта, которые в разной степени являются перспективными для выращивания в Волынском Ополье. Прежде всего это касается сортов 'Tordis', 'Wilhelm' и 'Express', расположенных в правой части второго кластера и характеризующихся высокими показателями продуктивности. Энергетические плантации ивы в условиях Волынского Ополья целесообразно создавать с начальной плотностью 12–15 тыс. растений на 1 га.

Ключевые слова: энергетические плантации; *Salix L.*; сорта; биометрические показатели; урожайность сухой биомассы.

UDC 630:662.631

Fuchylo, Ya. D.*, **Hnap, I. V.**, & **Hanzenko, O. M.** (2018). Growth and productivity of some foreign cultivars of energy willow in Volyn Opillia. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(2), 230–239. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134775>

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, *e-mail: Fuchylo_yar@ukr.net*

Purpose. To examine the feasibility of using certain foreign cultivars of willow for energy plantations under the conditions of the Volyn Opillia. **Methods.** Field, laboratory, analytical, and statistical. The objects of research was energy plantations of four Swedish willow cultivars ('Tora', 'Tordis', 'Inger', and 'Wilhelm'), three Polish varieties ('1047', '82', and '1057') and one Hungarian variety ('Express'). The plantations were established in 2012/13 yrs on the old-arable lands in Volyn Opillya. **Results.** Biological characteristics of the cultivars under study and planting density significantly affect the survivability of cuttings, their bushiness, a number of sprouts per hectare, plant height, the average diameter of sprouts and energy biomass productivity. After the first year of cultivation, the highest yield of dry mass was obtained in variants with the highest planting density (22500 plants/ha). During the second growing season, a significant increase in biomass yield was observed in all variants. It was especially intensive at a planting density of 16400 plants/ha. After the third year of vegetation, the highest yield of 'Tora', 'Inger' and 'Tordis' cultivars was reached at the density of 16400 cuttings per

hectare. **Conclusions.** Under the conditions of Volyn Opillya, the highest dry biomass productivity over the three-year harvest cycle of growing Swedish cultivars was as following: 'Tora' 25.72–28.12 t/ha, 'Inger' 26.71–30.27 t/ha, and 'Tordis' 21.58 to 27.56 t/ha. The conducted hierarchical cluster analysis of the studied cultivars for the survivability of cuttings, a set of biometric indicators and productivity showed that they are combined into 2 clusters. The first cluster includes cultivars of Swedish selection – 'Tora' and 'Inger', which have the highest rates for all the characteristics of growth and productivity. The second variety includes the remaining varieties, which are, to varying degrees, promising for cultivation in Volyn Opillia. This is especially true for the 'Tordis', 'Wilhelm' and 'Express' varieties located on the right side of the second cluster and are characterized by high performance. Energy plantations of willow should be established with an initial density of 12000–15000 plants per 1 hectare under the conditions of the Volyn Opillia.

Keywords: energy plantations; *Salix L.*; varieties; biometric indexes; dry biomass yields.

Надійшла / Received 11.05.2018

Погоджено до друку / Accepted 19.06.2018