



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ
МАЛИНСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ**

Я.Д. Фучило, Б.В. Зелінський, І.Д. Іванюк, Л.Г. Зелінська

***ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ ВЕРБИ
НА МАРГІНАЛЬНИХ ЗЕМЛЯХ КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ***

Житомир - 2023

УДК 630.232:504.73:582.632.2

ББК 42

Вирощування енергетичних плантацій верби на маргінальних землях Київського Полісся / Я.Д. Фучило, Б.В. Зелінський, І.Д. Іванюк, Л.Г. Зелінська. Житомир: НОВОград, 2023. 144 с.

ISBN 978-617-8223-09-0

Рекомендовано до друку Вченою Радою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України, протокол № 18 від 15.12.2022 р.

Рецензенти:

Ганженко О.М., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу селекції та сталих технологій вирощування і переробляння біоенергетичних культур Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

Дебринюк Ю.М., доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри лісових культур і лісової селекції Національного лісотехнічного університету України

Макух Я.П., доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач відділу здоров'я рослин Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

У монографії наведено результати досліджень низки сортів верби (*Salix L.*) за їх вирощування на енергетичних плантаціях в умовах Київського Полісся України. Представлено дані стосовно впливу сортових особливостей, ґрунтових умов, схем садіння живців, густоти стояння рослин та доз мінеральних добрив на продуктивність і вихід енергії з біомаси верби.

Рекомендовано для спеціалістів лісового, сільського господарства та енергетики, науковців, викладачів і студентів навчальних закладів аграрного, лісгосподарського та екологічного спрямування.

ISBN 978-617-8223-09-0

УДК 633.584: 662.631

ББК 42

© Фучило Я.Д., Зелінський Б.В., Іванюк І.Д., Зелінська Л.Г.

2023

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ЗАРУБІЖНИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД ВИРОЩУВАННЯ ВЕРБИ (<i>SALIX L.</i>) І ВИКОРИСТАННЯ ЇЇ БІОМАСИ ЯК ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ	8
1.1. Сучасний стан використання біомаси верби як джерела енергії.....	8
1.2. Коротка характеристика роду <i>Salix L.</i>	10
1.3. Результати дослідження основних аспектів вирощування енергетичної біомаси верби за рубежем	12
1.3.1. Селекція верби на інтенсивність накопичення біомаси.....	12
1.3.2. Ґрунтові умови енергетичних плантацій верби та режими мінерального живлення	14
1.3.3. Захист енергетичних плантацій верби від шкідників і хвороб.....	17
1.3.4. Циклічність заготівлі енергетичної біомаси	18
1.3.5. Вплив енергетичних плантацій верби на екологію довкілля та економіку.....	19
1.4. Перспективи використання енергетичної біомаси верби в умовах України.....	21
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА І УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	27
2.1. Природні умови регіону досліджень.....	27
2.1.1. Рельєф та ґрунти Київського Полісся.....	27
2.1.2. Клімат Київського Полісся та погодні умови протягом років проведення досліджень.....	30
2.2. Коротка характеристика видів верби, задіяних у дослідженнях.....	33
2.3. Методика досліджень	41
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ ВЕРБИ НА ПЕРЕЗВОЛОЖЕНИХ ҐРУНТАХ КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ.....	47

3.1. Вплив сортових особливостей та густоти садіння живців верби на їх приживлюваність, інтенсивність росту пагонів та урожайність біомаси на торф'яно-болотному ґрунті	51
3.2. Вплив садивного матеріалу на ріст і розвиток енергетичних плантацій верби на торф'яно-болотному ґрунті	60
3.2.1. Вплив довжини живців на їх укорінення і ріст рослин верби.....	60
3.2.2. Вплив способу нарізання живців на їх укорінення і розвиток рослин.....	63
3.3. Ріст, розвиток і продуктивність енергетичних плантацій верби залежно від рівня зволоження ґрунту на лучно-болотному ґрунті	65
РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ ВЕРБИ НА СВІЖИХ ҐРУНТАХ РІЗНОЇ РОДЮЧОСТІ....	76
4.1. Продуктивність енергетичних плантацій верби на дерново-підзолистих перелогових ґрунтах	76
4.2. Продуктивність енергетичних плантацій верби на сільськогосподарських угіддях.....	78
РОЗДІЛ 5. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БІОМАСИ ВЕРБИ ТА ЕКОНОМІЧНА Й ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇЇ ВИРОЩУВАННЯ НА МАРГІНАЛЬНИХ ЗЕМЛЯХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ.....	86
5.1. Фотосинтетичний потенціал енергетичних плантацій верби на торф'яно-болотному та супіщаному ґрунтах.....	86
5.2. Економічна ефективність вирощування енергетичних плантацій верби на різних типах ґрунтів.....	91
5.3. Енергетична ефективність вирощування біомаси верби на різних типах ґрунтів.....	95
ВИСНОВКИ.....	101
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	107
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	108
АНОТАЦІЯ.....	132
ANNOTATION.....	137

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

- ВДЕ – відновлювальні джерела енергії;
ГТК – гідротермічний коефіцієнт;
г – грам;
д.р. – діюча речовина;
ЄС – Європейський Союз;
ІБКіЦБ – Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків;
кг – кілограм;
ЛГ – лісове господарство;
м – метр
мм – міліметр;
НААН – Національна академія аграрних наук України;
НІР₀₅ - найменша істотна різниця;
СБР – середнє багаторічне [значення показника];
см – сантиметр;
с.-г. – сільське господарство;
т – тонна;
ТЕС – теплоелектростанція.
ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу;
°С – градус за Цельсієм;
N – азот;
P – фосфор;
K – калій.

ВСТУП

У зв'язку із значною залежністю нашої країни від імпортованих енергоносіїв та вичерпністю непоновлювальних джерел енергії назріло питання моніторингу та дослідження можливостей використання власних ресурсів з метою отримання дешевої легко поновлюваної енергетичної сировини. Одним з найперспективніших напрямів вирішення цієї проблеми для України розглядається використання рослинної біомаси [1, 8, 24, 25, 51, 74, 106, 124, 164].

Серед основних джерел отримання енергетичної біомаси є деревина [1, 2, 10, 30, 38, 39, 73, 77, 79], а одним із основних шляхів її отримання у значних обсягах розглядається вирощування швидкорослих деревних видів (переважно верб і тополь) низькопродуктивних (маргінальних) земель на спеціальних плантаціях [42, 43, 84, 85, 86, 109, 138, 141, 147, 156, 160, 170, 183, 195]. Забезпечення ефективності цього напряму отримання енергетичної вербової сировини залежить від ґрунтово-кліматичних умов, добору високопродуктивних у цих умовах видів (сортів) та розроблення ефективних технологічних схем створення, вирощування та експлуатації їх плантацій [9, 40, 58, 72, 79, 111, 114, 139, 153, 154, 155, 157, 158, 160, 168, 170, 183].

Промислове впровадження плантаційного вирощування енергетичної біомаси за кордоном розвивається не однаково. Переважна більшість країн Європи, Північної Америки та інші лише починають створювати ресурсну базу біоенергетики, в той час як скандинавські, особливо – Швеція, вже сформували промисловий біоенергетичний сектор. Зокрема, розроблено високоефективні системи одночасного отримання на основі біомаси теплової та електричної енергії [1, 10].

Розвиток плантаційного вирощування енергетичної біомаси верби в Україні дозволить створити новий, потужний ринок вітчизняного біопалива без шкоди для вирощування основних сільськогосподарських культур. Це сприятиме розвитку малого та середнього бізнесу у сільській місцевості, покращанню екології та

дозволить значно зменшити залежність від імпорту природного газу [28, 41, 46, 105].

Однак, цей потенціал залишається значною мірою невикористаним або використовується не ефективно через відсутність інвестицій у вирощування та перероблення біомаси та недосконалість технологій створення та вирощування енергетичної біомаси верби у різних регіонах України та на різних категоріях маргінальних земель.

Метою роботи була оцінка біологічних та екологічних особливості різних видів і форм верб та удосконалення технології їх вирощування на енергетичних плантаціях, створюваних на маргінальних землях Київського Полісся.

РОЗДІЛ 1

ЗАРУБІЖНИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД ВИРОЩУВАННЯ ВЕРБИ (*SALIX L.*) І ВИКОРИСТАННЯ ЇЇ БІОМАСИ ЯК ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

1.1. Сучасний стан використання біомаси верби як джерела енергії

Швидкий розвиток світової економіки інтенсифікує процеси виробництва та перероблення поновної енергетичної сировини. Протягом останніх десятиліть у світі значно зросла зацікавленість до використання легко відновлюваних енергоносіїв. З 2009 року введена в дію спеціальна директива ЄС, яка ініціює широке використання альтернативних джерел енергії у всіх галузях (2009/28/EG).

Серед напрямів вирішення цієї проблеми перспективним вважається вирощування енергетичної біомаси. У більшості розвинутих країн на державному рівні задіяні спеціальні програми, спрямовані на підтримку розвитку біоенергетики [1, 2, 24, 25, 66, 106, 120, 121].

Одним із найдавніших і перспективних у майбутньому джерел енергії є деревина. У розвинених країнах заборонено використовувати деревину для спалювання (крім відходів) на біоенергетичних електростанціях, оскільки внаслідок цього скорочується площа і запас деревини в лісах і, відповідно, зростає ціна на неї. Розв'язанням цієї проблеми стало культивування швидкорослих видів дерев і чагарників на спеціальних енергетичних плантаціях, які можуть успішно зростати на територіях, непридатних для вирощування сільськогосподарських культур. Такі плантації дозволяють на відносно невеликих площах, як правило, малопродуктивних (маргінальних) земель отримати значні обсяги біомаси і за короткий період часу, що значно перевищує можливості традиційних лісів [1, 30, 36, 37, 38, 54, 55, 81, 83, 87, 88, 108, 109, 110, 117, 120, 121, 137, 138].

Особливих успіхів у використанні біомаси в енергетиці досягли північноєвропейські країни, які активно застосовують сучасні технології отримання екологічно чистих, відновлюваних джерел енергії завдяки вирощуванню енергетичної біомаси на плантаціях верби та деяких інших швидкорослих деревних видів. Такі насадження відзначаються високими показниками приросту біомаси за відносно низьких вимог до ґрунту. Найчастіше на енергетичних плантаціях вирощують саме вербу, зважаючи на те, що ця надзвичайно швидкоросла і перші роки життя деревна рослина відзначається одним з найбільших у рослинному світі генотипів, легко утворює міжвидові гібриди, здатна легко розмножуватися вегетативним шляхом, що дозволяє за короткий час виводити нові, ще більш урожайні її сорти, які забезпечать високу продуктивність енергетичних плантацій та їх біологічну стійкість [131, 132, 133, 137, 139, 148, 149, 150, 151, 152, 156, 159, 165, 167, 174, 182, 185, 187, 189, 192, 193, 196].

Загальна схема вирощування та експлуатації таких насаджень полягає в тому, що створюються вони висаджуванням живців швидкорослих культиварів верби, зазвичай, спареними рядами. Наземну частину кущів, у період від припинення і до відновлення сокоруху, через кожні два-чотири роки зрізують за допомогою спеціальної техніки, подрібнюючи на тріску, або складають у штабелі на просушування. Після кожного зрізання на місці зрізаних рослин навесні відростає рясна молода порость, яка знову росте 2 - 4 роки і зрізується на отримання енергетичної сировини. За такою схемою плантації інтенсивно використовуються протягом 20 - 25 років [42, 108, 109, 110, 131].

Технологія створення плантацій енергетичної верби, особливо в перший рік, схожа на вирощування просапних сільськогосподарських культур. У країнах Європейського Союзу плантації верби на площах сільськогосподарського призначення трактуються як багаторічні насадження і їх вирощування стимулюється державними дотаціями [106].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз ефективності використання енергоресурсів у розвинених зарубіжних країнах і залежність від їх імпорту. К.: НТЦЕ «НЕК «Укренерго». 2015. 89 с.
2. Аналітичний звіт та рекомендації щодо вирощування енергетичних культур в Україні: звіт у рамках проекту ПРООН/ГЕФ «Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні», 2016. 42 с. <http://bioenergy.in.ua/uk/library/zviti-proektu/analitichnii-zvit-ta-rekomendatsiyi-shchodo-viroshchuvannia-energetichnikh-kultur-v-ukrayini/>
3. Афонин, А. А. Ивы Брянского лесного массива: проблема повышения продуктивности и устойчивости насаждений и пути ее решения. Брянск: Брянск. гос. ун-т, 2005. 172 с.
4. Афонин, А. А. Изменчивость массовых видов ив Юго-Запада России: Теоретическая и прикладная саликология. Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2011. 182 с.
5. Афонин, А. А. Методологические принципы создания устойчивых высокопродуктивных насаждений ив (на примере автохтонных видов Брянского лесного массива). Брянск: РИО Брянского гос. ун-та, 2005. 146 с.
6. Афонин, А. А. Изменчивость морфологии листовых пластинок в онтогенезе различных форм ивы шерстистопобеговой (*Salix dasyclados* Wimm. = *Salix gmelinii* Pall.) / А. А. Афонин, Я. Д. Фучило, А. А. Романов // Ежегодник НИИ ФиПИ. Брянск: БГУ, 2014. С. 35–40.
7. Барна, М. М. Репродуктивна біологія видів і гібридів родини Вербових (*Salicaceae* Mirb.) : автореф. дис. ... доктора біол. наук : спец. 03.00.05 «Ботаніка»; Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України. К., 2002. 40 с.
8. Біоенергія в Україні – розвиток сільських територій та можливості для окремих громад: Науково-методичні рекомендації щодо

впровадження передового досвіду аграрних підприємств Польщі, Литви та України зі створення новітніх об'єктів біоенергетики, ефективного виробництва і використання біопалив / За ред. Дубровіна В.О., Гжибек А. та Любарського В.М. Kaunas: IAE LUA, 2009. 120 с.

9. Біопалива: технології, машини, обладнання / [В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло та інші]. К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. 256 с.

10. Богатов, К. Энергетическая верба как вариант для агробизнеса. Кейс Salix energy. “Пропозиція” 27.02.2017. Режим доступу: <http://propozitsiya.com/energeticheskaya-verba-kak-variant-dlya-agrobiznesa-keys-salix-energy>

11. Буданцов, П. Б. Применение минеральных удобрений для увеличения интенсивности роста черенковых саженцев ивы / П. Б. Буданцов, В. В. Чумаков., Э. В. Бердникова // Интенсиф. выращивания лесопосадоч. матер.: Тез.докл. Всерос. науч.-практ. конф. Йошкар-Ола 11–13 сент., 1996. Йошкар-Ола, 1996. С. 46–47.

12. Булыгин, Н. Е. Дендрология. Москва: Агропромиздат, 1985. 280 с.

13. Василенко, И. Д. Опыт гибридизации ив на Украине // Лесн. журн., 1976. № 5. С. 151–153.

14. Василенко, И. Д. Межвидовая и внутривидовая гибридизация в роде Salix L. // Лесоводство и агролесомелиорация. 1983. Вып. 65. С. 53–56.

15. Вебер, К. К. Корзиночное производство и культура корзиночной ивы. С.-Петербург: Изд-во А.Ф.Девриена, 1911. 156 с.

16. Вісман, Д. Розведення кошикової лози. Харків: Рад.селянин, 1930. 55 с.

17. Гвоздяк, Р. І. Гойчук, А. Ф., Розенфельд, В. В. Лісова фітопатобактеріологія. Навчальний посібник. К.: ВД «Вініченко», 2014. 252 с.

18. Визначник рослин України / [Барбарич А.І., Брадїс Є.М., Вісюліна О.Д. та ін.]. К.: Урожай, 1965. 876 с.
19. Визначення економічної ефективності технологій, нової техніки, винаходів та завершених наукових розробок в рослинництві (методичні рекомендації) / [М.В. Роїк, В.Л. Курило, В.М. Сінченко, В.І. Пиркін та ін.]. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2013. 90 с.
20. Використання лози // Продукційні сили України: бюл. Київ, 1929. № 3. С.13–20.
21. Волкодав, В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Загальна частина. Вип. перший. К., 2000. 100 с.
22. Волкодав, В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Методи визначення якості рослинної продукції. Вип. 7. К., 2000. 143 с.
23. Геоботанічне районування Української РСР. Київ: Наук. думка, 1977. 302 с.
24. Гелету́ха, Г. Г., Марценюк, З. А. Энергетический потенциал биомассы в Украине // Промышленная теплотехника. 1998. Т. 20, № 4. С. 52–55.
25. Гелету́ха, Г. Г., Железна, Т. А. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні // Нетрадиционная энергетика. Пром. теплотехника. № 3. 2010. С. 73–79.
26. Гібридизація та селекція верб як перспективний напрям отримання високопродуктивних клонів / О. М. Горелов, Я. Д. Фучило, Ю.М. Кругляк [та ін.] // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. пр. Х. : УкрНДІЛГА, 2014. Вип. 125. С. 108–114.
27. Генсірук С. А. Ліси України. Львів : Вид-во Укр. держ. лісотех. ун-ту, 2002. – 496 с.
28. Глотова, І. Локальна енергетика: як верба може замінити газ та як заробити на такій альтернативі // Агравери – 21.02.2017. –

Режим доступу: <http://agravery.com/uk/posts/show/lokalna-energetika-ak-verba-moze-zaminiti-gaz-ta-ak-zarobiti-na-takij-alternativi>

29. Гордієнко, М. І., Фучило, Я. Д. Морфометричні параметри та посівні якості насіння деяких представників роду *Salix L.* в умовах Полісся України // Науковий вісник УкрДЛТУ. 1999. Вип. 9, 10. С. 56–58.

30. Гордієнко, М. І., Фучило, Я. Д., Гойчук А. Ф. Чагарникові верби рівнинної частини України. К.: ІАЕ УААН, 2002. 174 с.

31. Гроздова, Н. Б., Некрасов, В. И., Глоба-Михайленко, Д. А. Деревья, кустарниками. Москва: Лесн. пром-сть, 1986. 349 с.

32. Гроздова, Н. Б. Занимательная дендрология. Москва: Лесн. пром-сть, 1991. 208 с.

33. Гументик М. Я., Фучило Я. Д., Кателевський В. М., Зелінський Б. В. Економічна ефективність вирощування біоенергетичних культур в умовах Лісостепу // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Колесніковські читання», присвяченої пам'яті професора О. І. Колеснікова (30-31 жовтня 2017 р., м. Харків). Харків, 2017. С. 52–54.

34. Гументик, М. Я., Гайда, Ю. І., Фучило, Я. Д., Гнап І. В. Економічна ефективність інвестицій у вирощування біоенергетичних культур в зоні лісостепу України // Економічний аналіз, 2018. № 2 (28). С. 21–29.

35. Данилин, П. М. Омоложение промышленной плантации на корзиноплетение // Акт. пробл. лесн. хоз-ва Казахстана. Алма-Ата, 1981. С. 52–55.

36. Дебринюк, Ю. М. Плантаційні лісові насадження як об'єкти невичерпного виробництва енергетичної біомаси // Лісівництво і агролісомеліорація. Харків: УкрНДІЛГА, 2009. Вип. 116. С. 170–178.

37. Дебринюк Ю. М. Насадження з коротким оборотом рубки як відновлюване джерело енергії // Науковий вісник Нац. університету

біоресурсів і природокористування. К.: НУБіП України, 2010. Вип. 147. С. 201–208.

38. Дебринюк, Ю. М., Фучило, Я. Д. Плантаційні лісові насадження в Україні: концептуальні засади, ресурсний потенціал та енергетичне використання: монографія. Львів: Галицька видавнича спілка, 2020. 504 с.

39. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 416 с.

40. Думич, В. Технології збирання верби // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України // Збірник наук. пр..УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого). Дослідницьке, 2014. Вип. 18 (32), кн. 2. С. 228–236. <http://ndipvt.com.ua/oldsite/konf7/2/dumich1.htm>

41. Енергетична верба як рішення для малих міст України // ЭСКО. Энергетика и промышленность, 2013. № 3 http://www.journal.esco.co.ua/industry/2013_3/art266.html

42. Енергетична верба – основа світової енергетичної твердопаливної культури // ЖКГ України. 2014. № 9. Режим доступу: <http://jkg-ukraine.com.ua/energetichna-verba-osnova-svitovoi-energetichnoi-tverdopalivnoi-kulturi-3.html>

43. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / [М. В. Роїк, В. М. Сінченко, Я. Д. Фучило, В. І. Пиркін, О. М. Ганженко, М. Я. Гументик, І. В. Гнап та ін.]. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. 340 с.

44. Зелінський Б. В., Фучило Я. Д. Особливості накопичення енергетичної біомаси верби на заплавах ґрунтах Полісся України // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць / Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків Нац. акад. аграр. наук України. К.: ФОП Корзун Д.Ю., 2020. Вип. 28. С. 76–84. http://bioenergy.gov.ua/sites/default/files/articles/28_76-84_0.pdf с.

45. Зелінський Б. В., Фучило Я. Д. Особливості накопичення енергетичної біомаси верби на заплавах ґрунтах Полісся України // Актуальні проблеми молоді в сучасних соціально-економічних умовах: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 26 березня 2021 року, м. Житомир. Житомир: ПП “ДжівіЕс”, 2021. С. 114–117.

46. Івахів В. Енергетична верба як рішення для малих міст України // Українська енергетика. 2012-12-07.

47. Караманский, С. А. Плетеные изделия. Москва: Экология, 1991. 208 с.

48. Керн, Э. Э. Ива. Ленинград: Изд. ин-та растениеводства НКЗ СССР, 1932. 95 с.

49. Кобезський, М. Д. Лоза, її господарське значення і розведення. Київ-Харків: ДВКРЛ УСРР, 1936. 66 с.

50. Козырев, Ф. М. Ивовый прут. Москва: КОИЗ, 1931. 55 с.

51. Концепція цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2007/regulations/OpenDocs/070228_56_d1.pdf

52. Кохно, Н. А., Каплуненко, Н. Ф., Минченко, Н. Ф., Дорошенко, А. К. Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР. Покрытосеменные: справ. пособие. Киев: Наук. думка, 1986. 720 с.

53. Кохно, Н. А., Курдюк, А. М., Дудик, Н. М., Минченко, Н. Ф. Плоды и семена деревьев и кустарников, культивируемых в Украинской ССР. Киев: Наук. думка, 1991. С. 262–260.

54. Кравцов, Н. С. Использование заболоченных почв в поймах рек УССР для выращивания высокопродуктивных насаждений ивы белой // Лесоводство и агролесомелиорация, 1965. Вып.5. С. 71–79.

55. Куликов, М. И., Хватов, Ю. А. Плантационное выращивание ивы прутовидной с целью получения фитомассы // Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве: Тез. докл.

Всесоюзн. совещ. (г. Архангельск, 12–13 авг. 1986 г.). Архангельск: АИЛиЛХ, 1986. С. 118–119.

56. Лазарев, П. П. Энергия, ее источники на Земле и ее происхождение. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 240 с.

57. Левицкий, И. И. Ива и ее использование. Москва: Лесн. пром-сть, 1965. 77 с.

58. Лопушняк, В. І., Грицуляк Г. М. Вплив удобрення осадом стічних вод на динаміку наростання біомаси верби енергетичної // Агробіологія. 2014. № 1. С. 71–74. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2014_1_17

59. Маринич, О. М., Шищенко, П. Г. Фізична географія України. К.: Т-во “Знання”, КОО, 2006. 511 с.

60. Медведовський, О. К., Іваненко, П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 205 с.

61. Мельничук, М., Дубровін, В. Мироненко, В. Виробництво і використання твердих і рідких біопалив в умовах агропромислового виробництва. Науковий вісник НАУ. К.: НАУ, 2008. № 125. С. 247–250.

62. Методичні рекомендації з технології вирощування енергетичних плантацій верби та тополі / Фучило Я.Д., Сінченко В.М., Ганженко О.М., Гументик М.Я., Фурман В.А., Сбитна М.В., Квак В.М., Хіврич О.Б., Правдива Л.А., Зелінський Б.В. та ін. Київ: ЦП «Компринт», 2021. 24 с.

63. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посібник / Е.Р.Ермантраут, М.А. Бобро, Т.І. Гопцій та ін. // Харк. нац. аграр.ун-т ім. В.В. Докучаєва. Х., 2008. 64 с.

64. Методы определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов НИР и ОКР новой техники, изобретений, рационализаторских предложений //ГОС Агропром. Комитет УССР. К.: Урожай, 1986. 116 с.

65. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. Москва: Экономика, 2000. 421 с.
66. Методичні рекомендації з технології вирощування і переробляння міскантусу гігантського / В. Курило, О. Ганженко, М. Гументик, В. Квак та ін. К.: ІБКіЦБ, 2015. 56 с.
67. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь: монографія / за ред. члена-кореспондента НААН В.М. Сінченка / [Я. Д. Фучило, В. М. Сінченко, О. М. Ганженко, М. Я. Гументик, В. І. Пиркін, О. І. Присяжнюк, М. В. Сбитна, Л. А. Герасименко, В. М. Квак, І. В. Гнап, Д. Я. Фучило, Г. А. Мельничук, Б. В. Зелінський, А. М. Ткаченко]. К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. 137 с.
68. Морозов, И. Р. Определитель ив и их культура. Москва: Лесн. пром-сть, 1966. 254 с.
69. Ничипорович, А. А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. Москва : ВАСХНИЛ, 1969. 93 с.
70. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности. Москва : 1972. С. 511–527.
71. Новітні технології біоенергоконверсії: монографія / [Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк та інші]. К: «Аграр Медіа Груп», 2010. 326 с.
72. Олійник, Є., Словікова, Т. Вирощування енергетичних плантацій // Агросектор. № 7–8. 2007. – <http://journal.agrosector.com.ua/archive/21/372>
73. Панічев, Р. Шанси для безстрашних: енергетична перспектива деревини // Український лісовий портал. <https://www.lisportal.org.ua/3014/>
74. Парфенов, В. И., Мазан, И. Ф. Ивы (Salix L.) Белоруссии: таксономия, фитоценология, ресурсы. Минск: Наука и техника, 1986. 167 с.

75. Полупан, М. І. Лучно-болотні ґрунти // Енциклопедія Сучасної України: електронна версія [онлайн] НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2017. URL: https://esu.com.ua/search_articles.php?id=59537 (дата перегляду: 22.10.2021)

76. Порва, В. І., Лісовський, В. Б. Застосування гербіцидів при вирощуванні чагарникових верб на промислових плантаціях // Лісоводство і агролісомеліорація. Київ: Урожай, 1995. Вип. 90. С. 55–59.

77. Постанова № 56 від 28.02, Президія НАН України // Про цільову комплексну програму наукових досліджень НАН України “Біомаса як паливна сировина”. – Режим доступу: “Біомаса як паливна сировина”.

78. Правдин, Л. Ф. Ива, ее культура и использование. Москва: Изд-во АН СССР, 1952. 168 с.

79. Рахметов, Д. Б. Нові інтродуценти в фітоенергетиці України // Мат. міжнар. конф. «Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку». Донецьк, 2007. С. 370–376.

80. Рекомендации по созданию ивовых насаждений в Башкирской АССР. Уфа: Инс-т биологии Башкирского фил. АН СССР, 1986. 15 с.

81. Родькин, О. И. Производство возобновляемого биотоплива в аграрных ландшафтах: экологические и технологические аспекты: монографія. Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011. 212 с.

82. Родькин, О. И. Экономические аспекты производства возобновляемой энергии из древесины быстрорастущей ивы // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент», 2013. № 2. [Электронный ресурс]: <http://www.economics.ihtb.ifmo.ru>

83. Родькин, О. И. Эколого-физиологические аспекты культивирования ивы в качестве источника древесной биомассы // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический

менеджмент», 2015. № 3. С. 377-384 [Электронный ресурс]:<http://economics.ihbt.ifmo.ru>

84. Роїк, М., Курило, В., Гументик, М., Квак В. Біоенергетичні культури для виробництва біопалива [Електронний ресурс] // Вісник Полтавської державної аграрної академії : Збірник наукових праць. 2010. № 7 (26). –Режим доступу: <http://www.twirpx.com/file/481372/>

85. Роїк, М. В., Гументик, М. Я., Мамайсур, В. В. Перспективи вирощування енергетичної верби для виробництва твердого біопалива // Біоенергетика. № 2. 2013. С. 18–19.]

86. Саутин, В. И., Райко, П. Н., Воробьев, В. Н. Выращивание и комплексное использование ивы. Минск: Ураджай, 1986. 51 с.

87. Сбитна М.В., Фучило Я.Д., Зелінський Б.В. Продуктивність енергетичних плантацій деяких видів верб у різних лісорослинних умовах // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Ліси Східної Європи у світі, що змінюється», присвяченої 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України та 80-річчю академіка Лісівничої академії наук України та Євразійської академії наук, почесного професора НУБіП України, професора Швиденка Анатолія Зіновійовича (м. Київ, 27–30 вересня 2017 р). ТОВ «ЦП «Компринт», 2017. С. 110–111.

88. Сидоров, А. И. Таннидные ивы. Москва: Лесн. пром-сть, 1978. 119 с.

89. Сінченко, В. М., Пиркін, В. І., Гнап, І. В., Гізбулліна, Л. Н., Москаленко, В. П., Мельничук Г.А. Управління технологічними процесами вирощування енергетичної верби // Біоенергетика. 2016. № 2 (8). С. 6–10.

90. Сінченко, В. М., Пиркін, В. І., Гнап, І. В. Закладання плантацій енергетичної верби // Агробізнес сьогодні, 2016, № 12, С. 54–57.

91. Сінченко, В. М., Пиркін, В. І., Гнап, І. В. Технологія вирощування енергетичної верби // Агробізнес сьогодні, 2016, № 14, С. 78–81
92. Синченко, В. Н., Гнап, І. В., Мельничук, А. А., Пыркін, В. І., Фучило Я. Д. Особенности выращивания энергетической ивы в Полесье и Лесостепи Украины // Сахарная свекла. 2017. № 1. –С. 34–38.
93. Сінченко, В. М., Пиркін, В. І., Гнап, І. В., Мельничук Г. А. Умови, необхідні для вирощування енергетичної верби // Біоенергетика. 2017. № 2 (10). С. 9–13.
94. Сінченко, В. М., Ткаченко А. М. Інвестиційна привабливість проектів з вирощування біомаси // Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2017. № 10. С. 24–34.
95. Сінченко, В. М., Гнап, І. В. Вплив основних елементів живлення на продуктивність енергетичної верби // Біоенергетика. 2018. № 1 (11). С. 9–12.
96. Скворцов, А. К. Ивы СССР. Москва: Наука, 1968. 262 с.
97. Скворцов, А. К. Salix L. // Определитель высших растений Украины. – Киев: Наук. думка, 1987. С.130–133.
98. Скворцов, А. К. Salix L. // Флора европейской части СССР. Ленинград: Наука, 1981. Т.5. С. 10–33.
99. Создание плантаций высокотаннидных ив на селекционной основе / Под ред. Л. И. Валова, М. Ф. Нежлукто. Москва: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983. 7 с.
100. Субоч, Г. Н. Укоренение черенков тополей и ив в зависимости от сроков посадки // Лесные культуры: Матер. науч.-тех. конф. ЛЛТА им. Кирова. Ленинград. 1968. С. 50–54.
101. Субоч, Г. Н. Влияние длины черенка ив и тополей на их укоренение и рост побегов // Лесные культуры: Науч. труды ЛЛТА им. Кирова. Ленинград. 1970. № 120. С. 73–78.
102. Субоч, Г. Н. Плантации таннидоносных ив // Лесн. хоз-во. 1983. № 3. С. 31–33.

103. Старова, Н. В. Селекция ивовых. Москва: Лесн. промышленность, 1980. 206 с.
104. Стеченко, А. Ф. Изготовление плетеных изделий. Киев: Урожай, 1991. 272 с.
105. Схема генерирования электричества путём газификации фитомассы // Дом энергии - сайт об альтернативных источниках энергии, электростанциях и генераторах [Электронный ресурс] <http://dom-en.ru/gkt8/>
106. Топливная альтернатива в Украине и в мире // Сельхозтехника. 2010. № 1. С. 48–51. – Режим доступа: <http://zerno-ua.com/?p=1457>
107. Фізична географія Української РСР / [Маринич О. М., Ланько А. І., Щербань М. І., Шищенко П. Г.]. К. : Вища школа, 1982. 208 с.
108. Фучило, Я. Д., Ониськів, М. І., Сбитна, М. В. Біологічні та технологічні основи плантаційного лісовирощування. К.: ННЦ ІАЕ, 2006. 394 с.
109. Фучило, Я. Д., Сбитна, М. В., Деркач, Д. Ф. Перспектива застосування видів роду *Salix* L. для створення енергетичних плантацій в Україні // Український фітоценологічний збірник, випуск 25, серія С Фітоекологія. 2007. С. 97–102.
110. Фучило, Я. Д. Плантаційне лісовирощування: теорія, практика, перспективи. К.: Логос, 2011. 464 с.
111. Фучило, Я. Д., Сбитна М.В., Фучило О.Я., Літвін В.М. Створення та вирощування енергетичних плантацій верб і тополь. Науково-методичні рекомендації. К.: Логос, 2009. 80 с.
112. Фучило, Я. Д. Технологічні особливості створення та експлуатації енергетичних плантацій верб // Біоенергетична асоціація України, 2013. –Режим доступу <http://www.uabio.org/news/bioenergy-news/1345>.

113. Фучило, Я. Д., Сбитна, М. В. Верби України: біологія, екологія, використання: монографія. Видання друге, виправлене і доповнене. К.: ЦП «Компринт», 2017. 259 с.

114. Фучило Я. Д., Сбитна М.В., Зелінський Б.В. Ріст і продуктивність деяких сортів енергетичної верби залежно від ступеня зволоженості ґрунту // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2018. Т 14. № 3. С. 323–327.

115. Фучило, Я. Д., Гнап, І. В., Ганженко О. М. Ріст і продуктивність деяких сортів енергетичної верби іноземної селекції в умовах Волинського Опілля // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2018 № 4 (33). С.18–25.

116. Фучило Я. Д., Зелінський Б.В. Особливості росту вітчизняних сортів верби прутоподібної (*Salix viminalis* L.) в енергетичних плантаціях на торфово-болотних ґрунтах Київського Полісся // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2019 Т 15 № 4. С. 410–416 <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.4.2019.188661>.

117. Фучило Я. Д., Зелінський Б. В., Фучило Д. Я. Продуктивність деяких сортів енергетичної тополі та верби в умовах Київського Полісся // Сучасні проблеми лісового господарства та екології: шляхи вирішення (Факультету лісового господарства та екології – 20 років) Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (7-8 жовтня 2021 року, м. Житомир). Житомир: Поліський національний університет, 2021. С. 193–195.

118. Фучило Я. Д., Зелінський Б. В. Ріст енергетичних плантацій верби на маргінальних землях Київського Полісся // Біоенергетика / Bioenergy. – № 1 (15). – 2020. – С. 18–21 <https://bio.gov.ua/sites/default/files/5.pdf>

119. Царев, А. П., Погиба, С. П., Тренин, В. В. Селекция и репродукция лесных древесных пород. Москва: Логос, 2003. 503 с.

120. Царев, А. П., Мироненко, С. С. Миниротационные плантации как средство рационального природопользования // Лесохоз. инф. 1995. № 5. С. 35–36.

121. Царев, А. П., Мироненко, С. С. Энергетические плантации как средство рационального использования лесных площадей // Природн. рес. Воронежск. области, их воспроизводство, мониторинг и охрана / Воронеж. обл. сов. Воронеж, 1995. С. 97–98.

122. Шевчук Р. В., Ровна Г. Ф., Фучило Я. Д., Зелінський Б. В. Формування продуктивності енергетичних плантацій верби за різних рівнів родючості ґрунту в умовах Західного Полісся // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць / Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків Нац. акад. аграр. наук України. К. : ФОП Корзун Д.Ю., 2019. Вип. 27. С. 123–130.

123. Шестакова, А. В. Инструкция по созданию промышленных и маточных ивовых плантаций. Киев: УкрНИИместпром, 1976. 79 с.

124. Шкоропад, Л., Думич, В. Вирощування енергетичної верби в умовах західного регіону України // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України // Збірник наук. Пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке, 2017. Вип. 21 (35). 2. С. 353–361.

125. Ahman, I. Genetic improvement of willow (*Salix*) as a source of bioenergy / I. Ahman, S. Larson // *Norw. J. Agr. Sci.* – 1994. – Suppl. n. 18. – P. 47–56.

126. Ariksson, B. Influence of site factors on *Salix* growth with emphasis on nitrogen response under different soil conditions. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria, 1997. No.46. pp.xlv + 28 pp. ref.many <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19980608819>

127. Amichev, B. Y., Hangs, R. D., Van Rees, K. C. (2011). A novel approach to simulate growth of multi-stem willow in bioenergy

production systems with a simple processbased model (3PG). *Biomass and Bioenergy*, 35, 473–488.

128. Argus, G. W. (1997). *Infrageneric Classification of Salix (Salicaceae) in the New World. – Systematic Botany Monographs. – 1997. – Vol. 52. – 121 p.*

129. Aylott, M. J., Casella, E., Tubby, I., Street, N. R., Smith, P. & Taylor, G. (2008). Yield and spatial supply of bioenergy poplar and willow short-cutting cycle coppice in the UK. *New Phytologist*, 178, 358–370.

130. Backhaus, G. F., Haggblom, P. & Nilsson, L. O. The influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae on biomass production in willow // "Can. J. Forest Res.". 1986. 16, № 1. P.103–108.

131. *Biomass and Bioenergy*. 2011. 35. 4613–4618. – www.sciencedirect.com <http://www.elsevier.com/locate/biombioe>

132. Borjesson, P. (1999). Environmental effects of energy crop cultivation in Sweden I: identification and quantification. *Biomass and Bioenergy*, 16, 137–154.

133. Bressler, A. S., Vidon, P. G. & Volk, T. A. (2017). Impact of shrub willow (*Salix* sp.) as a potential bioenergy feedstock on water quality and greenhouse gas emissions. *Water, Air and Soil Pollution*, 228, 170–188.

134. Buchholz, T. & Volk, T. A. (2011). Improving the Profitability of Willow Crops –Identifying Opportunities with a Crop Budget Model // *BioEnergy Research* 2011, Volume 4, Issue 2, pp. 85–95 <https://link.springer.com/article/10.1007/s12155-010-9103-5>

135. Buchigami, L. & Weiser, C. (1981) Relationship of vegetative maturity in *Salix purpurea* as influenced by mineral fertilization // *J. Am. Soc. Hortic. Sc.* – 1981. 106, № 2. P. 140–143.

136. Campbell, S. P., Frair, J. L., Gibbs, J. P. & Volk, T. A. (2012). Use of short-rotation coppice willow plantations by birds and small mammals in central New York. *Biomass and Bioenergy*, 47, 342–353.

137. Caputo, J., Balogh, S. B., Volk, T. A., Johnson, L., Puettmann, M., Lippke, B. & Oneil, E. (2014) Incorporating Uncertainty into a Life Cycle

Assessment (LCA) Model of Short-Rotation Willow Biomass (*Salix* spp.) Crops // BioEnergy Research, 2014, Volume 7, Issue 1, pp. 48–59 <https://link.springer.com/article/10.1007/s12155-013-9347-y>

138. Caslin, B., Finnan, J. & McCracken, A. (2010) Short rotation coppice willow best practice guidelines, 2 September 2010.

139. Christersson, L. (1986). High technology biomass production by *Salix* clones on a sandy soil in southern Sweden // Tree Physiology, Volume 2, Issue 1-2-3, 1 December 1986, Pages 261–272, <https://doi.org/10.1093/treephys/2.1-2-3.261>

140. Connor, D. J. & Hernandez, C. G. (2009). “Crops for Biofuel: Current Status and Prospects for the Future,” in R. W. Howarth and S. Bringezu, eds., Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use (Ithaca, NY: Scientific Committee on Problems of the Environment, Cornell University, 2009). p. 70.

141. Dawson, W. M. (1988). Production of biomass from short-rotation coppice willow in Northern Ireland 1974–1987 // Conference paper; Journal article : Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja, Finland. 1988. No304. pp.91–100 ref.10

<https://www.cabdirect.org/?target=%2fcabdirect%2fabstract%2f19890630278>

142. Dhondt, A. A., Wrege, P. H., Cerretani, J. & Sydenstricker, K. V. (2007). Avian species richness and reproduction in short-rotation coppice habitats in central and western New York. Bird Study, 54, 12–22.

143. Gauder, M., Billen N., Zikeli, S. Soil carbon stocks in different bioenergy cropping systems including subsoil. Soil & Tillage Research. 2016. Volume 155, P. 308-317.

144. Fabio, E. S., Smart, L. B. Effects of nitrogen fertilization in shrub willow short rotation coppice production - a quantitative review. Global Change Biology Bioenergy. 2018. Volume 10, Issue 8, P. 548-564.

145. Fuchylo, Ya., Zelinsky, B., Fuchylo, D. Productivity of some cultivars of energy poplar and willow in the Kyiv Polissya conditions Journal of science. Lyon. 2021. № 21. P. 3–6.

146. Grzesik, M., Romanowska-Duda, Z., Kalaji, H. M. Effectiveness of cyanobacteria and green algae in enhancing the photosynthetic performance and growth of willow (*Salix viminalis* L.) plants under limited synthetic fertilizers application. *Photosynthetica*. 2017. Volume 55, Issue 3, P. 510-521.

147. Hangs, R. D., Bélanger, N., Volk, T. A., Vujanovic, V., Schoenau, J. J. & Van Rees, K. C. J. (2015). First-Rotation Yields of 30 Short-Rotation Willow Cultivars in Central Saskatchewan, Canada // *BioEnergy Research*. March 2015, Vol. 8, Issue 1, pp 292–306 <https://link.springer.com/article/10.1007/s12155-014-9519-4>

148. Heller M. C., Keoleian G. A., Volk T. A. Life cycle assessment of a willow bioenergy cropping system. *Biomass & Bioenergy*. 2003. Volume 25, Issue 2, P. 147-165.

149. Hemmar Torun, Hansson Per-Anders, Sundberg Cecilia. Climate impact assessment of willow energy from a landscape perspective: a Swedish case study. *Global Change Biology Bioenergy*. 2017. Volume 9, Issue 5, P. 973-985.

150. <https://www.canadianbiomassmagazine.ca/sustainability/sep-t/oct-09-1265>

151. <https://nyvraa.dk/pilehoest>

152. <http://propozitsiya.com/ua/energetichna-verba-shlyah-donezalezhnoyi-energetiki>

153. Hytonen, J. (1985). Suitability of various phosphorus and nitrogen fertilizers for fertilizing willow stands on cut-over peatlands // “Bioenergy 84”. *Prac. Int. Conf., Goteborg, 15-21 june, 1984. London, 1985. Vol. 2. P. 114–118.*

154. Hytönen, J. (1995). Effect of fertilizer treatment on the biomass production and nutrient uptake of short-rotation willow on cut-away

peatlands // *Silva Fennica*. 1995. 29 (1): 21–40.
<https://helda.helsinki.fi/handle/1975/9195>

155. Hytönen, J. & Kaunisto, S. (1999). Effect of fertilization on the biomass production of coppiced mixed birch and willow stands on a cut-away peatland // *Biomass and Bioenergy*. Volume 17, Issue 6, December 1999, Pages 455–469
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953499000616>

156. Hytönen J. (1995). Ten-year biomass production and stand structure of *Salix* 'aquatica' energy forest plantation in Southern Finland // *Biomass and Bioenergy*. Volume 8, Issue 2, 1995, Pages 63–71
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/096195349500003P>

157. Hytönen, J.; Saarsalmi, A. & Rossi, P. (1995). Biomass production and nutrient uptake of short-rotation plantations // *Silva Fennica*. 1995. 29(2): 117–139. <https://helda.helsinki.fi/handle/1975/9202>

158. Hunter, T., Royle, D. J. & Arnold, G. M. (1996). Variation in the occurrence of rust (*Melampsora* spp.) and other diseases and pests, in short-rotation coppice plantations of *Salix* in the British Isles // View issue TOC. Volume 129, Issue 1 August 1996 Pages 1–12
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7348.1996.tb05726.x/full>

159. Karp, A., Hanley, S. J., Trybush, S. O. Genetic improvement of willow for bioenergy and biofuels free access. *Journal Of Integrative Plant Biology*. 2011. Volume 53, Issue 2, P. 151-165.

160. Keoleian, G. A., Volk, T. A. (2005). Renewable Energy from Willow Biomass Crops: Life Cycle Energy, Environmental and Economic Performance. – *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24:385–406/ DOI: 10.1080/07352680500316334

161. Kopp, R. F., Smart, L. B., Maynard, C. A., Isebrands, J. G., Tuskan, G. A., & Abrahamson, L. P. (2001). The development of improved willow clones for eastern North America // *The Forestry Chronicle*, 2001, 77(2): 287–292, <https://doi.org/10.5558/tfc77287-2>

162. Krasuska, E. & Rosenqvist, H. (2011). Economics of energy crops in Poland today and in the future, *Biomass and Bioenergy*, doi:10.1016/j.biombioe.2011.09.011
163. Labrecque, M., Teodorescu, T. I., Cogliastro, A. & Daigle, S. (1993). Growth patterns and biomass productivity of two *Salix* species grown under short-rotation intensive culture in southern Quebec // *Biomass and Bioenergy*. Volume 4, Issue 6, 1993, Pages 419–425
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/096195349390063A>
164. Larsen, S. U., Jorgensen, U., Kjeldsen, J. B. (2016). Effect of fertilisation on biomass yield, ash and element uptake in SRC willow. *Biomass & Bioenergy*. 2016. Volume 86, P. 120-128.
165. Lindroth, A. & Bath, A. (1999). Assessment of regional willow coppice yield in Sweden on basis of water availability. *Forest Ecology and Management*, 121, 57–65.
166. Major, J. E., Mosseler, A. & Malcolm, J. W. (2017). *Salix* species variation in leaf gas exchange, sodium, and nutrient parameters at three levels of salinity // *Canadian Journal of Forest Research*, 2017, 47(8): 1045–1055.
167. Mann, J. D. (2012). Comparison of yield, calorific value and ash content in woody and herbaceous biomass used for bioenergy production in Southern Ontario, Canada. Guelph, Ontario, Canada. 96 p.
168. McCracken, A. R. & Dawson, W. M. (1998). Interaction of willow (*Salix*) clones growing in mixtures // *Tests of Agrochemicals and Cultivars*. 1998. No. 14. P. 54–55.
169. McCracken, A. R. (2011). Yield of willow (*Salix* spp.) grown in short rotation coppice mixtures in a long-term trial // [View issue TOC](#) Volume 159, Issue 2 September 2011 Pages 229–243
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7348.2011.00488.x/full>
170. Mola-Yudego, B. (2010). Regional potential yields of short cutting cycle willow plantations on agricultural land in northern Europe. *Silva Fennica*, 44, 63–76.

171. Mola-Yudego, B. & Aronsson, P. (2008) Yield models for commercial willow biomass plantations in Sweden. *Biomass and Bioenergy*, 32, 829–837.

172. Mosseler, A. Zsuffa, L., Stoehr, M. U. & Kenney, W. A. (1988). Variation in biomass production, moisture content, and specific gravity in some North American willows (*Salix L.*) // *Can. J. Forest Res.* 1988. 18, № 12. P. 1535–1540.

173. Mosseler, A. & Major, J. E. (2014). Coppice growth responses of two North American willows in acidic clay soils on coal mine overburden. *Can. J. Plant Sci.* 94: 1269–1279. <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1139/CJPS-2014-046>

174. Mosseler, A., Major, J. E., Labrecque, M. & Larocque, G. R. (2014). Allometric relationships in coppice biomass production for two North American willows (*Salix spp.*) across three different sites // *Forest Ecology and Management*. Volume 320, 15 May 2014, Pages 190–196 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112714001224>

175. Nissim, W. G., Pitre, F. E., Teodorescu, T. I. & Labrecque, M. (2013). Long-term biomass productivity of willow bioenergy plantations maintained in southern Quebec, Canada // *Biomass and Bioenergy*. Volume 56, September 2013, Pages 361–369 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953413002778>

176. Parfitt, R. I. & Stott, K. G. (1987). The effect of nitrogen, phosphorus and potassium levels on the productivity of 13 willow clones // “Biomass Energy and Ind.: Proc. Int. Conf., Orleans, 11-15 May, 1987. London; New York, 1987. P. 546–550.

177. Paukkonen, K., Kauppi, A. & Ferm, A. (1992). Origin, Structure and Shoot-Formation Ability of Buds in Cutting-Origin Stools of *Salix 'Aquatika'* // *Flora*. Volume 186, Issues 1–2, February 1992, Pages 53–65 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367253017305200>

178. Pei, M. H., Hunter, T. & Ruiz, C. (1999). Occurrence of *Melampsora* rusts in biomass willow plantations for renewable energy in the

United Kingdom // Biomass and Bioenergy. Volume 17, Issue 2, August 1999, pp. 153–163 [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(99\)00038-0](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(99)00038-0) Get rights and content

179. Pohjonen, V. (1991). Selection of species and clones for biomass willow forestry in Finland // Acta Forestalia Fennica. 1991. 221: 1–58 <https://helda.helsinki.fi/handle/1975/9322>

180. Rowe, R. L., Street, N. R. & Taylor, G. (2009). Identifying potential environmental impacts of large-scale deployment of dedicated bioenergy crops in the UK. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 13, 271–290.

181. Sennerby-Forsse, L. & Zsuffa, L. (1995). Bud structure and resprouting in coppiced stools of *Salix viminalis* L., *S. eriocephala* Michx., and *S. amygdaloides* Anders // Trees. April 1995, Volume 9, Issue 4, pp 224–234 <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00195277>

182. Sleight, N. J., Volk, T A., Eisenbies, M. H., Shi, S., Fabio, E. S. & Pooler, P. S. (2016). Change in Yield Between First and Second Rotations in Willow (*Salix* spp.) Biomass Crops is Strongly Related to the Level of First Rotation Yield // BioEnergy Research. 2016, Volume 9, Issue 1, pp. 270–287 <https://link.springer.com/article/10.1007/s12155-015-9684-0>

183. Stajić, B. (2016). Short rotation energy crops of fast-growing tree species in Serbia: biomass production, legislation, market, and environmental impacts – potentials and constraints: Raport UNDP Serbia. September 2016. 80 p. http://biomasa.undp.org.rs/wp-content/uploads/2017/12/Izvestaj_engleski_26_11_201

184. Stolarski, M. J., Snieg, M., Krzyzaniak M. (2018). Short rotation coppices, grasses and other herbaceous crops: Productivity and yield energy value versus 26 genotypes. Biomass & Bioenergy. 2018. Volume 119, P. 109-120.

185. Swenson, D., O'Coonahern, E., & Kelsey, T. (2015). Potential Economic Impact of Renewable Fuels and Sustainable Biomass Feedstock for

Pennsylvania. Center for Economic and Community Development, The Pennsylvania State University, University Park, PA.

186. Tahvanainen, L. & Rytkönen, V-M. (1999). Biomass production of *Salix viminalis* in southern Finland and the effect of soil properties and climate conditions on its production and survival // Biomass and Bioenergy. Volume 16, Issue 2, February 1999, Pages 103-117 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953498000749>

187. Tallis, M. J., Casella, E., Henshall, P. A., Aylott, M. J., Randle, T. J., Morison, J. I. & Taylor, G. (2013). Development and evaluation of ForestGrowth-SRC a process-based model for short cutting cycle coppice yield and spatial supply reveals poplar uses water more efficiently than willow. *Global Change Biology Bioenergy*, 5, 53–66.

188. Tharakan, P. J, Volk, T. A., Nowak, C. A., & Abrahamson, L. P. (2005) Morphological traits of 30 willow clones and their relationship to biomass production // *Canadian Journal of Forest Research*, 2005, 35(2): 421–431, <https://doi.org/10.1139/x04-195>

189. Toivonen, R. M.&Tahvanainen, L. J. (1998). Profitability of willow cultivation for energy production in Finland // Biomass and Bioenergy. Volume 15, Issue 1, July 1998, Pages 27–37 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953497100563>

190. Tumminello, G., Volk, T. A., McArt, S. H. & Fierke, M. K. (2015). Pollinator diversity associated with willow biomass crop. Entomological Society of America National Conference, Minneapolis, MN Nov 15–18, 2015. U.S. Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service (n.d.) NRCS Soils, USDA NRCS, http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/geo/?cid=nrcs142p2_053626

191. Verwijst, T. (1991). Shoot mortality and dynamics of live and dead biomass in a stand of *Salix viminalis* // Biomass and Bioenergy Volume 1, Issue 1, 1991, P.35–39. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0961953491900491>

192. Volk, T. A., Verwijst, T., Tharakan, P. J., Abrahamson, L. P. & White, E. H. (2004). Growing energy: assessing the sustainability of willow short-rotation woody crops. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2, 411–418.

193. Volk, T. A., Abrahamson, L. P., Nowak, C. A., Smart, L. B., Tharakan, P. J. & White, E. H. (2006). The development of short-rotation willow in the northeastern United States for bioenergy and bioproducts, agroforestry and phytoremediation. *Biomass and Bioenergy*, 30, 715–727.

194. Volk, T. A., Heavey, J. P. & Eisenbies, M. H. (2016). Advances in shrub-willow crops for bioenergy, renewable products, and environmental benefits. *Food, Energy and Security*, 5, 97–106.

195. Volk, T. A., Berguson, B, Daly, C. et al. (2018). Poplar and shrub willow energy crops in the United States: field trial results from the multiyear regional feedstock partnership and yield potential maps based on the PRISM-ELM model // *GCB Bioenergy* (2018), doi: 10.1111/gcbb.12498

196. Wang, D., Jaiswal, D, LeBauer, D. S., Wertin, T. M., Bollero, G. A., Leakey, A. D. & Long, S. P. (2015). A physiological and biophysical model of coppice willow (*Salix* spp.) production yields for the contiguous USA in current and future climate scenarios. *Plant Cell and Environment*, 38, 1850–1865.

197. Weger, J., Havličková, K., Bubeník, J. (2011). Results of testing of native willows and poplars for short rotation coppice after three harvests // Aspects of Applied Biology 2011 No.112 pp. 335–340 ref.4 <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123128128>

198. Willebrand, E. & Verwijst, T. (1993) Population dynamics of Willow coppice systems and their implications for management of short-rotation forest // *The forestry chronicle*. December 1993, Vol. 69, No. 6, P. 699–704.

199. Willow Varietal Identification Guide / B. Caslin, J. Finnan, A. McCracken (eds) / Crops Research Centre, Carlow & Agri-Food Bioscience Institute. Carlow, Ireland : Teagasc, 2012. 64 p.

200. Willows for Biomass Heating, <http://www.sodui.lt/Willows-for-Biomass-Heating-707.html>) [accessed 1.06.13].

201. Wright, J. W. (1976) Introduction to Forest Genetics. – New York, USA : Academic Press, 1976. – 463 pp.

202. Zamora, D. S., Apostol, K. G.& Wyatt G. J. (2014). Biomass production and potential ethanol yields of shrub willow hybrids and native willow accessions after a single 3-year harvest cycle on marginal lands in central Minnesota, USA // Agroforestry Systems. August 2014, Volume 88, Issue 4, pp 593–606<https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-014-9693-6>