

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АВТОХТОННЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА *SALICACEAE* MIRBEL. В УКРАИНЕ

© 2015 Л.П. Ищук

Белоцерковский национальный аграрный университет, г. Белая Церковь

Поступила 21.11.2014

Производство твердого биотоплива в Украине в 2011 г., по оценкам экспертов составило около 300,0 тыс. т/год, из которых 95% экспортировалось в страны Европейского Союза. Резервы энергетически возобновляемых культур следует искать среди видов местной флоры, которые быстро растут в почвенно-климатических условиях Украины, учитывая повышение континентальности и аридизацию климата. В мировой практике для создания энергетических плантаций широко используют ивы и тополя. В природной флоре Украины семейство *Salicaceae* Mirbel. представлено двумя родами ива (*Salix* L.) и тополь (*Populus* L.). Род *Salix* насчитывает 25 автохтонных видов, а род *Populus* – только три вида и ряд гибридных форм. Однако не все из представленных видов имеют энергетические свойства и достаточную сырьевую базу. В частности, ивы альпийского и субальпийского пояса Карпат *S. alpina* L., *S. hastata* L., *S. herbaceae* L., *S. lapponum* L., *S. phyllicifolia* L., *S. reticulata* L., *S. retusa* L. и *S. starkeana* Willd. характеризуются медленным ростом, стелющейся или полустелющейся формой, рассеянным ареалом и незначительными сырьевыми запасами, а потому не пригодны для энергетических плантаций. К тому же *S. herbaceae*, *S. retusa*, *S. alpina*, *S. lapponum* и *S. starkeana*, а также полесский вид *S. myrtilloides* L. занесены в последнее издание Красной книги Украины. Рассеянный или дизъюнктивный ареал и не значительные запасы сырья также пока делают невозможным использование в энергетических плантациях *S. silesiaca* Willd., *S. myrsinifolia* Salisb., *S. eleagnos* Scop., *S. daphnoides* Vill. В результате анализа таксономического состава, хорологии, ресурсной базы и энергетических свойств видов семейства *Salicaceae* в Украине выделены перспективные виды для создания энергетических плантаций *S. viminalis* L., *S. acutifolia*, *S. triandra*, *S. purpurea*, *S. alba*, *S. pentandra*, *S. fragilis*, *P. nigra*, *P. alba*, *P. tremula*.

Ключевые слова: ивы, тополя, автохтонные виды, энергетические культуры, энергетические плантации, биотопливо.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема развития энергосберегающих технологий и поиск альтернативных источников топлива сегодня как никогда остро стоят перед Украиной. Несмотря на это, в Украине развитие производства и использования твердых видов биотоплива сдерживается и отстает как от внутренних потребностей страны, так и от мировой динамики его развития.

Украина ежегодно потребляет около 200 млн. тонн топливно-энергетических ресурсов и относится к энергодефицитным странам, из-за того, что покрывает свои потребности в энергопотреблении примерно на 53% и импортирует 75% необходимого объема природного газа и 85% сырой нефти и нефтепродуктов [1, 2]. Такая структура топливно-энергетических ресурсов экономически нецелесообразна, порождает зависимость экономики Украины от стран-экспортеров нефти и газа и является угрожающей для ее энергетической и национальной безопасности.

По материалам Программы ООН, доля возобновляемых источников энергии в общемировом топливно-энергетическом балансе в 2050 г. может достичь 50%, а в соответствии с прогнозом Ми-

рового энергетического Совета, на конец текущего века она достигнет 80-90% [3, 4, 5, 6]. По значению биомасса занимает четвертое место среди топлив и обеспечивает 14% общего потребления первичных энергоносителей в мире [5]. Самая большая доля твердого биотоплива от общего потребления энергоресурсов в Швеции составляет 16%. В Украине этот показатель занимает лишь 1% (рис. 1) [6].

Экономически целесообразный потенциал биомассы в Украине оценивается около 30 млн. т/год, где основными составляющими его являются сельскохозяйственные отходы и энергетические культуры [3, 6]. Вместе с тем, производство твердого биотоплива в Украине в 2011 г., по оценкам экспертов составило около 300,0 тыс. т/год, из которых 95% экспортировалось в страны ЕС [3, 6, 7]. Таким образом, новая для экономики Украины отрасль является на сегодня экспортно-ориентированной.

На сегодня известно несколько десятков быстрорастущих растений, которые можно выращивать для получения растительной биомассы. Самые перспективные среди них – эвкалипт, тополь, ива, акация, мискантус, кукуруза, сахарный тростник и другие. Из собранной биомассы производят тепловую и электрическую энергию, она также может быть сырьем для производства твердого биотоплива – топливных гранул, брикетов, паллет. Из всех энергетических растений в мире именно ива сегодня используется в качестве ос-

Ищук Любовь Петровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры садово-паркового хозяйства, ischuk-29@mail.ru

новой энергетической культуры для производства твердого топлива.

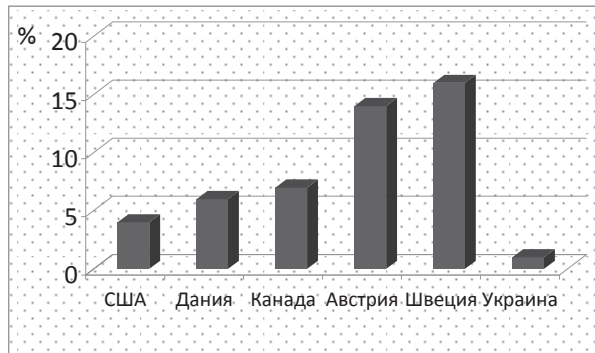


Рис. 1. Доля твёрдого биотоплива от общего употребления энергоресурсов в странах Европы и США (собственная обработка по материалам [6])

Опыт выращивания ивы имеют такие страны как Швеция, Англия, Ирландия, Польша, Дания. В Италии, Германии, Аргентине, Польше широко практикуется создание специальных плантаций быстрорастущих ив и тополей. В Северной Индии насаждения быстрорастущих тополей и эвкалиптов занимают 50 000-60 000 га, где ежегодно заготавливается около 3,7 млн. тонн древесины. В Европе большие площади заняты ивой в Швеции – 18 000-20 000 га, в Польше – более 6000 га [1, 2, 5, 6]. В Украине с 2006 г. также действует программа «Шведская энергетическая ива», в частности выведены ее новые перспективные сорта 'Ингер', 'Клара', 'Лиза', 'Стина'. Плантации энергетических ив высажены в Ровенской, Волынской, Львовской, Ивано-Франковской, Тернопольской, Винницкой областях [6, 7, 8]. Однако, несмотря на большое количество незадействованных земель несельскохозяйственного назначения, в Украине, промышленных плантаций энергетических растений пока мало. На наш взгляд резервы энергетических культур следует искать среди видов местной флоры, которые быстро растут в почвенно-климатических условиях Украины, учитывая повышение континентальности и аридизацию климата.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – проанализировать таксономический состав, хорологию, энергетические свойства и ресурсную базу представителей семейства *Salicaceae* Mirbel. в Украине и в результате исследования годичного прироста побегов выделить перспективные виды для создания энергетических плантаций.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для работы послужили комплексные результаты анализа хорологии и ресурсной базы автохтонных видов ив и тополей Украины. Прирост ив и тополей изучали по методике А.А. Молчанова, В.В. Смирнова [9]. Хорологию авто-

хтонных видов семейства *Salicaceae* изучали за результатами экспедиционных исследований и гербарными материалами Института Ботаники НАН Украины (KW), Львовского национального университета им. И.Я. Франко (LW) и Львовского музея природы (LWS).

Нормативно-правовой базой культуры энергетических ив и тополей в Украине есть Законы Украины «Про альтернативні види палива», «Про альтернативні джерела енергії», «Про насіння і садивний матеріал» [4, 10, 11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как известно, одним из главных энергетических свойств есть быстрое наращивание и восстановление биомассы. Поэтому мы изучали годичный прирост автохтонных видов семейства *Salicaceae* Mirbel. в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

В природной флоре Украины семейство *Salicaceae* Mirbel. представлено двумя родами ива (*Salix* L.) и тополь (*Populus* L.). Род *Salix* L. насчитывает 25 автохтонных видов, а род *Populus* L. – только три вида и ряд гибридных форм [12, 13].

Однако, не все из представленных видов имеют энергетические свойства и достаточную сырьевую базу. В частности, ивы альпийского и субальпийского пояса Карпат *S. alpina* L., *S. hastata* L., *S. herbaceae* L., *S. lapponum* L., *S. phylicifolia* L., *S. reticulata* L., *S. retusa* L. и *S. starkeana* Willd. характеризуются медленным ростом, стелющейся или полустелющейся формой куста, рассеянным ареалом и незначительными сырьевыми запасами, а потому не пригодны для энергетических плантаций. К тому же *S. herbaceae* L., *S. retusa* L., *S. alpina* L., *S. lapponum* L. и *S. starkeana* Willd., а также полесский вид *S. myrtilloides* L. занесены в последнее издание Красной книги Украины [14] и промышленное использование этих видов в Украине запрещено законом. Рассеянный или дизъюнктивный ареал и не значительные запасы сырья также пока делают невозможным использование в энергетических плантациях *S. silesiaca* Willd., *S. myrsinifolia* Salisb., *S. eleagnos* Scop., *S. daphnoides* Vill.

Перспективными для энергетических плантаций являются ивы равнинной части Украины, которые насчитывают 16 таксонов. Энергетические свойства имеют *S. alba* L., *S. pentandra* L., *S. fragilis* L., *S. viminalis* L., *S. acutifolia* Willd., *S. cinerea* L., *S. purpurea* L., *S. triandra* L., *S. caprea* L., *S. rosmarinifolia* L., *S. aurita* L. Однако, наиболее перспективные для создания энергетических плантаций высокорослые кустарниковые виды со средним годовым приростом в высоту до 1,0-1,5 м и более: *S. viminalis* L., *S. acutifolia*, *S. triandra*, *S. purpurea*, а также *S. alba*, *S. pentandra* и *S. fragilis*, которые имеют жизненную форму дерева (рис. 2). Среди местных видов тополей пер-

спективными в умеренной климатической зоне Украины для создания энергетических плантаций являются *P. nigra* L., *P. alba* L., *P. tremula* L. со среднегодовым приростом в высоту 1,07-1,43 м (рис. 2).

Культура энергетических ив и тополей имеет ряд преимуществ. Во-первых, они дают восстановительное твердое биотопливо органического происхождения и экологически чистое сырье для производства топливных гранул. Во-вторых, их биотопливо, пригодно к сжиганию непосредственно в котлах для биомассы и как источник

энергии, при сгорании в котлах, не нарушает баланс углерода в атмосфере. В-третьих, ивово-тополевые плантации дают разновидность твердого биотоплива, промышленное производство тепловой и электрической энергии, из которого вдвое дешевле по сравнению с использованием газа. В-четвертых, ивы и тополя в пересчете на calorиметрические показатели дают от 7 до 20 тонн сухой массы с одного гектара. Так, урожайность свежесрезанных побегов *S. viminalis* составляет $40,7 \text{ т} \times \text{га}^{-1}$, или $47,3 \text{ м}^3 \times \text{г}^{-1}$, что эквивалентно $415 \text{ ГДж} \times \text{га}^{-1}$ энергии [12].

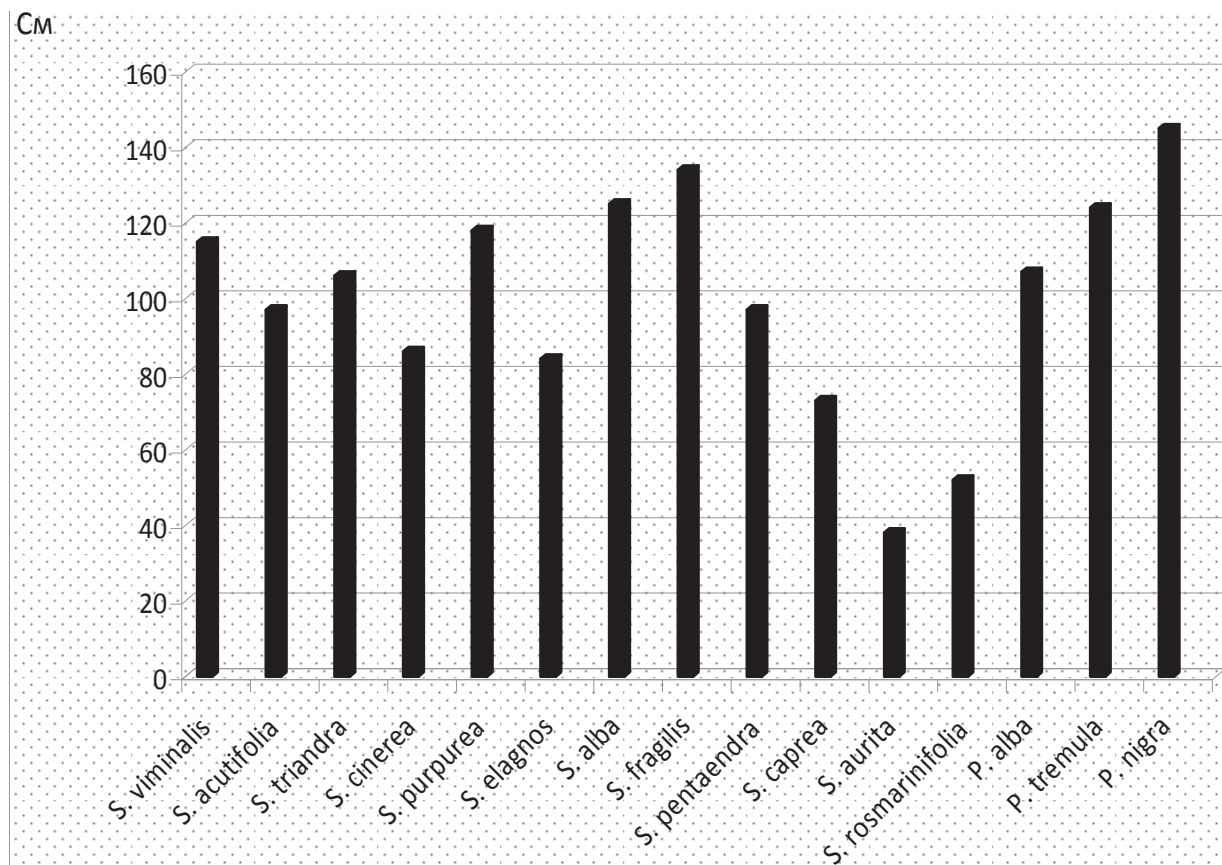


Рис. 2. Прирост однолетних побегов ив и тополей в условиях Правобережной Лесостепи Украины

Ориентировочная себестоимость производства одной тонны топлива из ивы составляет 400 гривен. Теплоотдача от сжигания древесины ивы составляет 16 МДж / кг, что позволяет ей успешно конкурировать с традиционными видами топлива. В частности, теплоотдача от сжигания дров из таких пород деревьев как дуб и сосна составляет соответственно 14,1 и 13,8 МДж / кг, соломы - 14,3 МДж / кг. Конечно, теплоотдача ископаемого топлива выше, так для угля марки «Антрацит» она составляет 30,0-35,0 МДж / кг, бурого угля - 10,0-20,0 МДж / кг, а природного газа - 31,7 МДж / м³. Благодаря высокой теплотворной способности энергетические виды ивы могут конкурировать с другими видами топлива. Так, 1 тонна сухой ивы заменяет

1,12 тонны соломы, 0,43 тонны рапсового масла, 0,46 тонны ископаемого угля, 0,8 тонны бурого угля, 0,37 тонны мазута, 0,73 тыс. м³ биогаза и 0,51 тыс. м³ природного газа [15, 16]. Кроме того, следует помнить, что один гектар плантации энергетической ивы поглощает из воздуха более 200 тонн CO₂ за три года.

Ивы также пригодны для рекультивации загрязненных земель, малопродуктивных с точки зрения выращивания сельскохозяйственных культур. Они также эффективно применяются в противоэрозионных мероприятиях для укрепления склонов, и обогащают почвы минералами и микроэлементами, питательными веществами природного происхождения. Энергетические плантации ив и

тополей являются естественными фильтрами для удаления отходов агропромышленного производства, применяются как буферные зоны в местах накопления биологических отходов фермерских хозяйств. Ивы и тополя являются естественным фильтром для очистки почв от пестицидов.

Кроме того, энергетические виды ив и тополей благодаря своей устойчивости и быстрому росту являются идеальным экологически чистым естественным решением для защиты помещений от ветра, солнечного света и создания естественного микроклимата в местах проживания людей. Эти виды также пригодны для обустройства элементов ландшафтного дизайна, декоративных ограждений, заборов. Лозу энергетических видов ив используют в народных ремеслах. Вокруг плантаций энергетических ив улучшается биологическое разнообразие флоры и фауны.

Ивы в энергетических плантациях высаживают саженцами или одревесневшими черенками в шахматном порядке. Количество саженцев на 1 га высаживают в зависимости от планируемого цикла сбора будущего урожая от 11 000 до 19 000 и даже до 24 000 шт./га и 40 000 шт./га.

Тополя в энергетических плантациях высаживают саженцами или черенками квадратно-гнездовым способом, или в шахматном порядке. Ширина междурядий до двух метров. На одном гектаре высаживают от 700 до 5000 тополей. Часто применяют комбинированные насаждения – в междурядьях высаживаются сельскохозяйственные культуры. У Великобритании, например, тополь комбинируют с ячменем, горохом, клевером [16]. Биомассу из тополевых плантаций получают в течение 6-12 лет. Выход сухой массы тополей составляет 6-12 т/га.

В первый год проводят заготовку однолетних черенков. Территорию под энергетическую плантацию с целью уничтожения сорняков обрабатываем гербицидами. Обычно в лесном хозяйстве используют глофан-480 или доминатор-360. Согласно технологии перед закладкой плантации проводят вспашку, дискование и боронование почвы.

Энергетические плантации биомассы предупреждают эрозию почв, способствуют улучшению окружающей среды. При сгорании биомассы на электростанциях или в котлах в атмосферу выбрасывается только CO₂, который был поглощен растением в период

роста. Сбор урожая энергетических видов ив и тополей проводят каждые 2-3 года. Средний прирост массы – 1,5 метра в год. Количество циклов сбора урожая с одной посадки – 7-8 раз, после чего можно проводить рекультивацию почвы под посадку других культур или закладывать новую плантацию ивы или тополя. Ивы требуют почв среднего качества с большой влажностью. Для подкормки ив в почву вносят азотные, фосфорные и калийные удобрения. В первый год под культуру ив и тополей вносят минеральные удобрения из расчета действующего вещества азота – 30 кг/га, фосфора – 10 кг/га и калия – 30 кг/га, на второй и последующие годы вносят действующего вещества азота – 80 кг/га, фосфора – 30 кг/га и калия – 80 кг/га. Количество минеральных удобрений можно изменять в зависимости от качества почвы, однако оно значительно меньше потребностей других сельскохозяйственных культур. Уход за плантациями первого года посадки предусматривает трехкратную культивацию междурядий, а на второй и третий год также проводят двукратное кошения сорняков в междурядьях и ручное рыхления почвы в рядах. Собирают урожай в ноябре-феврале, после опадения листьев.

ВЫВОДЫ

Проект создания и развития биоэнергетических плантаций быстрорастущих древесных пород в Украине имеет огромный потенциал и широкие перспективы. При развитии биоэнергетического плантационного лесовыращивания решается ряд экономических, экологических и социальных проблем современности. Использование ресурсного потенциала Украины в полной мере, то есть облесение пустующих сельскохозяйственных земель, дает возможность получения экологически чистого возобновляемого источника энергии в виде биомассы.

В результате наших исследований установлено, что наиболее перспективными автохтонными энергетическими видами семейства *Salicaceae* является *S. viminalis*, *S. acutifolia*, *S. triandra*, *S. purpurea*, *S. alba*, *S. pentandra*, *S. fragilis*, *P. nigra*, *P. alba*, *P. tremula*. Эти виды характеризуются быстрым ростом и заслуживают широкого внедрения при создании энергетических плантаций, облесении земель несельскохозяйственного назначения.

Развитие новейших технологий конверсии биомассы и применение в энергетической отрасли Украины, открывает возможность создания энергетически независимой страны. Соответственно произойдет улучшение экономического положения в стране и повысится благосостояния населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щокин А.Р., Колесник Ю.В., Новак А.Г., Циганков С.П. Перспективы производства и применения биотоплива в Украине [Электронный ресурс] // Электронный журнал Энергосервисной компании «Экологические системы». 2003, № 5. <http://www.necin.com.ua/>
2. Проскурина О.В. Перспективы производства и применения биотоплива в Украине // Теоретические и практические аспекты экономики и интеллектуальной собственности. 2011. № 1. С. 12-15.
3. Энергетическая стратегия Украины до 2030 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>.
4. Закон України № 1391-XIV „Про альтернативні види палива” діюча редакція від 21.05.2009 р. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.zakon.rada.gov.ua>.
5. Инвестиционный форум "Украина – Германия : совместные проекты в биоэнергетике", Киев, 21-22.07.2010 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.east-west-bioenergy.net/investiciinii-forum>.
6. Габрель М.С. Производство твердого биотоплива в Украине: состояние и перспективы развития // Научный вестник Национального лесотехнического университета Украины. Львов: РВВ НЛТУ, 2011. Вып. 21.9. С. 126-131.
7. Статистический ежегодник Украины за 2009 год / под ред. А.Г. Осауленко. М.: ГП «Информационно-аналитическое агентство», 2010. 568 с.
8. План дійствий по біомасі для України [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.biomass.kiev.ua/>
9. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. М.: Наука, 1967. 100 с.
10. Закон України № 555-IV „Про альтернативні джерела енергії” 20.02.2003 діюча редакція від 21.10.2008 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.zakon.rada.gov.ua>
11. Закон України № 411-IV „Про насіння і садивний матеріал” діюча редакція від 09.12.20102 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.zakon.rada.gov.ua>.
12. Фучило Я.Д., Сбитна М.В. Ивы Украины (биология, экология, использование): монография. Киев: Логос. 2009. 200 с.
13. Горелов А.М. Семейство *Salicaceae* Mirbel // Дендрофлора Украины. Дикорастущие и культивируемые деревья и кустарники. Покрытосеменные. Часть I. Справочник / [под ред. Н. А. Кохна]. Киев: Фитосоцицентр. 2002. С. 336–379.
14. Красная книга Украины. Растительный мир / [под ред. Я.П. Дидука]. Киев: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
15. Боровик Г. Энергетичний гай // Агросектор. – 2007. - № 2 (17) С.4-5.
16. Энергетична верба як сировина для виробництва пеллет [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pelleta.Com.Ua>

THE POWER PROPERTIES OF AUTOCHTHONOUS SPECIES OF *SALICACEAE* MIRBEL. FAMILY IN UKRAINE

© 2015 L.P. Ishchuk

Bila Tserkva national agrarian university

According to the experts' estimation the production of solid bio fuel in Ukraine in 2011 was approximately 300 000 tons per hour, including 95 % which were exported to the EU. Renewable energy crops' reserve should be sought among the indigenous flora species, which grow quickly in edaphic-climatic conditions of Ukraine, considering continentality increasing and climate aridization. In international practice willows and poplars are widely used for formation of energy plantations. In natural flora of Ukraine the family *Salicaceae* Mirbel. is represented by two species – willow (*Salix* L.) and poplar (*Populus* L.). The class *Salix* has 25 autochthonous species and the class *Populus* – only 3 species and a number of hybrid forms. But not all of the representative species have energetic qualities and sufficient raw-material base. Willows of alpine and subalpine belt of the Carpathians, in particular *S. alpina* L., *S. hastata* L., *S. herbaceae* L., *S. lapponum* L., *S. phylicifolia* L., *S. reticulata* L., *S. retusa* L. and *S. starkeana* Willd. are characterized by slow growth, creeping form, sparse areal and poor reserve stocks. Therefore, they are not useful for energy plantations. Besides, *S. herbaceae*, *S. retusa*, *S. alpina*, *S. lapponum* and *S. starkeana*, and also *S. myrtilloides* L. are included into the last edition of The Red Book of Ukraine. Such factors as sparse or disjunctive areal and poor reserve stocks make the species *S. silesiaca* Willd., *S. myrsinifolia* Salisb., *S. eleagnos* Scop., *S. daphnoides* Vill. impossible for energy plantation. The analysis of taxonomic composition, chorology, resource potential and energetic qualities of *Salicaceae* class plantings in Ukraine shows perspective species for energetic plantations formation: *S. viminalis* L., *S. acutifolia*, *S. trianda*, *S. purpurea*, *S. alba*, *S. pentandra*, *S. fragilis*, *P. nigra*, *P. alba*, *P. tremula*.

Key words: willows, poplars, autochthonous species, energy crops, energetic plantations, biofuel.