

Гидробиологическое состояние пруда «Мухина яма» определялось по санитарно-показательным макрофитам. Установлено, что водоем загрязнен органическими веществами и тяжелыми металлами. Наблюдаются признаки эвтрофирования водоема.

**Заключение.** Оптимальными условиями обитания *Aldrovanda Vesiculosa* в городских водоемах можно назвать следующие:

1. Труднодоступность, низкий рекреационный потенциал (крутые, высокие берега, большая степень зарастания прибрежной зоны);
2. Вода в водоеме характеризуется как жесткая, с повышенным солесодержанием и высокой концентрацией хлоридов, сульфатов и солей тяжелых металлов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волчек, А. А. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменений климата / А. А. Волчек, В. Н. Корнеев – Минск : Альтернатива, 2017. – 239 с.
2. Кириченко, Л. А. Состояние экологического статуса водоемов бассейна реки Западный Буг / Л. А. Кириченко // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 78–81.
3. Ecological condition of water bodies of the south-west of Belarus in spring 2020. Larysa Kirichenko, Aliaksandr Volchak and Anna Golovach. E3S Web Conf., 212 (2020) 01007. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021201007>

## ОЦЕНКА ПРИРОДООХРАННОГО ПОТЕНЦИАЛА БЫСТРОРАСТУЩИХ ДРЕВЕСНЫХ КУЛЬТУР В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ASSESSMENT OF THE CONSERVATION POTENTIAL OF FAST-GROWING TREE CROPS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

**В. Н. Копиця<sup>1,2</sup>, О. И. Родькин<sup>3</sup>**

**V. N. Kapitsa<sup>1,2</sup>, O. I. Rodzkin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, БГУ

<sup>2</sup>Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь  
[v\\_kapitsa@iseu.by](mailto:v_kapitsa@iseu.by)

<sup>3</sup>Учреждение образования «Белорусский Национальный Технический Университет» Минск, Беларусь

<sup>1</sup>Belarusian State University, BSU

<sup>2</sup>International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>3</sup>Belarus National Technical University Minsk, Republic of Belarus

Быстрорастущие древесные культуры семейства Ивовые (Salicaceae) получают большое распространение на плантациях Мира. В Европе и США они используются на энергетические цели, а также находят применение и в других целях. В представленной работе дана оценка природоохранному потенциалу ивы и тополя в у и перспективам их использования в хозяйственных целях в условиях Республики Беларусь. Рассмотрены экологические ниши ивы и тополя, на основании чего проанализированы перспективы распространения этих культур в условиях изменения климата.

Fast-growing tree crops of the Willow family (Salicaceae) are widely spread on the plantations of the World. In Europe and the USA, they are used for energy purposes, and others. In this work, it was made the assessment of the conservation potential of willow and poplar, the prospects for their use for economic purposes the Republic of Belarus. The ecological niches of willow and poplar are considered, on the basis on which the prospects for the distribution of these crops under the conditions of climate change are analyzed.

**Ключевые слова:** ива, тополь, Salicaceae, Salix, возобновляемые источники энергии, деградация окружающей среды, изменение климата, биомасса, загрязнение почвы, фиторемедиация, экология растений

**Keywords:** poplar, willow, Salicaceae, Salix, biomass, climate change, SCR, soil pollution, environmental degradation, phytoremediation, erosion control, plant ecology.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2022-2-183-186>

Быстрорастущие древесные культуры семейства Ивовые (*Salicaceae*) получают большое распространение на плантациях Мира. В Европе и США они используются на энергетические цели, а также находят применение и в качестве строительных материалов, медоносов, мелиорантов, для проведения фиторемедиации загрязненных и нарушенных территорий и т.д. Внедрение энергетических плантаций на основе быстрорастущих древесных культур позволяет снизить нагрузку на окружающую среду, в том числе внести вклад в решение одной из ключевых экологических проблем – борьбе с изменением климата.

В соответствии с Парижским соглашением 2015 года Республика Беларусь приняла на себя обязательства по снижению выбросов парниковых газов к 2030 г. не менее чем на 28 процентов по отношению к уровню базового 1990 года. Данный документ был одобрен Указом Президента Республики Беларусь от 16 ноября 2015 года № 461 [1].

Развитие возобновляемой энергетики, в частности производства и использование биомассы энергетических культур на возобновляемой основе не теряет своей актуальности даже с вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС. Это направление согласовывается с тенденциями развития мировой энергетики, направленной на постепенную декарбонизацию экономики за счет внедрения возобновляемых источников. Древесная щепа – это местное возобновляемое биотопливо, производство энергии на основе которого не учитывается при оценке выбросов парниковых газов. Таким образом, актуальность развития возобновляемой энергетики на основе использования энергетических культур будет неуклонно возрастать, и недооценка этого направления приведет к снижению конкурентоспособности промышленного производства Республики Беларусь на международном рынке, направленном на стратегию декарбонизации. Более того, в перспективе, продукция, произведенная без использования технологий, направленных на декарбонизацию не будет допускаться на международный рынок.

Для Республики Беларусь, с учетом климатических условий наиболее перспективными древесными видами для создания энергетических плантаций являются ива и тополь.

Данные систематические группы не являются новыми на территории нашей страны. Несколько (17) видов ивы, и 2 вида тополя являются аборигенными видами. Многие из них, также, как и интродуцированные, издавна используются в декоративных и фитосанитарных посадках. В современных условиях В Республике Беларусь начаты работы по распространению промышленных посадок ивы и тополя для обеспечения энергетических и сырьевых целей. Проводятся исследовательские работы по изучению экологической адаптированности плантаций к условиям Беларуси, в том числе с учетом изменения климата и возможности их использования на антропогенно-загрязненных и деградированных землях.

Природоохранный потенциал быстрорастущих древесных плантаций не ограничивается только вопросами, связанными с климатическими изменениями. Он включает такие направления как биологическая рекультивация деградированных земель, борьбу с эрозийными процессами, сохранение биоразнообразия, оптимизацию микроклимата на региональном (местном) уровне.

Основные характеристики растений тополя и ивы с учетом возможности их выращивания на энергетические цели в климатических условиях Беларуси приведены ниже

*Тополь.* Тополь распространён в Беларуси повсеместно. Является родом быстрорастущих деревьев, принадлежит семейству Ивовые (*Salicaceae*). Тополя живут чаще до 60-80 лет, но максимально могут достигать 120–150 летнего возраста. Тополь является наиболее требовательным к условиям произрастания из семейства ивовых. Он хорошо растёт на суглинистых почвах с неглубоким залеганием грунтовых вод, а супесчаные и менее увлажненные почвы не благоприятствуют его росту. Тополь предпочитает плодородные, оструктуренные, слабокислые или нейтральных почвы. Влаголюбив и предпочитает всегда влажную почву, но без застоя воды, т.е. не выдерживает заболачивания может расти в умеренно влажной почве, но без сильной пересушки. Тополя в своё время получили широкое распространение в озеленении городских улиц и аллей благодаря быстрому росту и устойчивости к повреждениям, продолжая расти даже когда ломается или спиливается часть дерева. Но из-за тополиного пуха, который вызывает аллергическую реакцию у многих горожан, от тополя стали постепенно избавляться. Тополь отличается лёгкой и мягкой древесиной, которая хорошо обрабатывается. Широко используется древесина тополя в технических целях: в качестве сырья для бумаги, изготовления спичек, фанеры, различной тары и других пиломатериалов.

Использование насаждений тополя изменилось несколько десятилетий назад в связи с разработкой принципов насаждений короткого оборота (SRC) и адаптацией их для тополей (как правило, SRC состоит из густо посаженных, высокоурожайных сортов ивы или тополя, убираемых с периодичностью в 2–7-летний цикл), появление новых быстрорастущих сортов тополя и сильное политическое давление в странах Евросоюза в пользу новых источников возобновляемой энергии. Кроме того, было установлено, что быстрорастущие тополя можно использовать и для фиторемедиации. Было обнаружено что их можно успешно использовать для очистки органически загрязненных почв. Более того, хотя они и не являются гипераккумуляторами, они также могут выжить на земле, сильно загрязненной тяжелыми металлами. Что еще более важно, эти приложения (производство биоэнергии и фиторемедиация) можно комбинировать. В связи с этим появляются перспективы использования SRC на загрязненных землях Беларуси, а полученную биомассу использовать для получения энергии на районных ТЭЦ [2].

*Ива.* Виды рода *Salix* различаются по своему экологическому распространению и могут быть разделены на две основные группы: аллювиальные или прибрежные (растущие вдоль рек, берегов ручьев) и водно-болотные (растущие на водонасыщенных почвах). В обоих случаях ивы образуют относительно устойчивые сукцессионные стадии.

На разных стадиях развития и роста виды *Salix* предъявляют разные требования к влаге. Общая экологическая приуроченность *Salix* к водно-болотным угодьям и поймам отражает среду с постоянным снабжением влагой для немедленного прорастания семян. Доступность влаги во время прорастания семян имеет решающее значение, поскольку семена *Salix* сохраняют жизнеспособность всего несколько недель; это может быть ограничивающим фактором в регионах с засушливыми условиями поздней весной. Однако после укоренения всходов постоянная влажность почвы не так важна для выживания многих видов ивы. Большинство видов *Salix* хорошо приспособлены к гипоксическим условиям, в то же время выявлено, что некоторые виды предпочитают минеральные, а не органические почвы.

Подводя итог, можно сказать, что основными факторами, контролирующими естественное распространение и численность видов ивы, являются наличие влаги для прорастания семян и укоренения всходов, отсутствие ранних конкурентов и наличие полного солнечного света.

Ива обеспечивает высокий выход древесины на низко плодородных и даже деградированных почвах. Данный род деревьев не любит легкие песчаные, тяжелые глинистые и плохо структурированные торфяные почвы.

Аутэкология ив включает также стратегию ранних сукцессионных растений. колонизация вновь открытых местообитаний, в том числе горных районов. К ним относятся искусственные среды обитания, такие как придорожные канавы, заброшенные сельскохозяйственные поля, железные дороги, старые хвостохранилища и гравийные карьеры, а также недавно сторевавшие, оледеневшие (беспочвенные) или затопленных территорий, где возмущение приводит к открытое сообщество с низким уровнем конкуренции, позволяющее временно увеличивать преобладание условно-патогенных видов.

Важные приспособления и ограничения ивы как вида-первопроходца включают:

- их способность колонизировать олиготрофные участки с ограниченным содержанием питательных веществ, такие как болота, песчаные дюны, речной песок и гравийные отмели;
- формирование симбиотических ассоциаций с микоризные грибы, обеспечивающие дополнительный запас питательных веществ для растений роста (виды *Salix* выигрывают от везикулярно-арбускулярной эндомикоризы, которая использует фосфора, а также эктомикоризы, использующие органический азот;
- ежегодное производство многочисленных семян и эффективная система рассеивания семян на большие расстояния (легкий вес и прикрепление к волосам семян ивы), увеличивая шансы найти место для прорастания и роста; укоренение в растительных промежутках, способствующее тем растениям, которые могут переносить полный солнечный свет (ива не приспособлена к затенению);
- высокая относительная скорость роста при относительно короткой продолжительности жизни [3].

*Характеристика древесины.* Тополь относится к средне-усыхающим породам древесины. Древесина тополя мягкая, но вязкая и трудно расщепляется и раскалывается, плотность 450 кг/м<sup>3</sup>. Малостойкая против гниения и других биоповреждений. Древесина мягкая, однородная, ее прочностные свойства близки к липе. Хорошо раскалывается, усыхает умеренно, мало растрескивается, хорошо поддается обработке, легко полируется и окрашивается. Древесина тополя мягкая, легкая, белая, она хорошо обрабатывается и широко используется для технических целей: сырье для бумаги, изготовление спичечной соломки, для получения искусственного шелка, пиломатериалов, долбленых лодок, тары. Так же используется изготовления древесного угля, дров, для облицовки мебели, изготовления шпона, корыт, лопат. Влажность при уборке 60–70 %

Древесина ивы по своим характеристикам близка к тополи. Ива – рассеянно-сосудистая ядровая порода которая так же относится к средне-усыхающим породам. Плотность древесины ивы составляет 400–450 кг/кубометр, что соизмеримо с древесиной тополя или липы. Этот материал подвержен биологическим воздействиям. Все породы ивы легко поддаются ручной и машинной обработке. При разделке древесина ивы ломкой сильно растрескивается и раскалывается. Древесина ивы удовлетворительно склеивается и даёт хорошие результаты при обычных видах отделки. Несмотря на лёгкость и мягкость, древесина ив характеризуется вязкостью лишь на 15 % меньшей, чем у ясеня. По основным показателям механических свойств древесины ива напоминает тополь, но приблизительно на 20 % превосходит его по твёрдости поперёк волокон и сопротивлению раскалыванию, но уступает ему в жёсткости. Влажность при уборке 45–50 %.

В соответствии с вышесказанным, промышленные посадки тополя и ивы могут быть использованы не только как источник возобновляемой энергии, но и как источник сырьевой древесины; посадки могут и должны использоваться для фитореконструкции нарушенных территорий, причем ива и тополь могут занимать разные экологические ниши, что должно позволить охватить более широкий спектр территории. Поэтому в свое время нами и нашими коллегами (МГЭУ им. А. Д. Сахарова) были заложены несколько плантаций ивы и тополя в различных почвенно-экологических условиях. Посадка проводилась черенками, полученных как белорусских насаждений (ива), так и черенков, полученных из Сербии (ива и тополь). Для вновь заложённых плантаций наиболее критичными факторами оказались повышенная кислотность и влага (ива) и влажностной режим, сроки посадки и, возможно, некоторая подсушенность черенков (для тополя). В связи с этим был сделан вывод о необходимости наличия маточных насаждений ивы и тополя в Беларуси для обеспечения качественным посадочным материалом для закладки экспериментальных либо промышленных плантаций. Наши исследования по изучению фитосанитарного состояния и биологического разнообразия в заложённых посадках показали их адаптивное соответствие почвенно-климатическим условиям Беларуси. В то же время выявлен потенциальный риск распространения спектра возбудителей болезней ивовых и растительноядных насекомых-вредителей, которые в перспективе

могут оказать влияние на фитосанитарное состояние посадок ивы и тополя при расширении монокультурных плантаций [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Республики Беларусь от 16 ноября 2015 года № 461 «О проекте международного договора» (Указ Президента Республики Беларусь от 16 ноября 2015 года № 461 «О проекте международного договора»). Режим доступа: [http://www.etalonline.by/document/?regnum=p31500461&q\\_id=0](http://www.etalonline.by/document/?regnum=p31500461&q_id=0) - Дата доступа 27.09.2021.
2. Stobrawa, K. Poplars (*Populus* spp.): Ecological Role, Applications and Scientific Perspectives in the 21st Century (Reviewpaper). 2014. *Baltic Forestry* 20(1): 204-213 Режим доступа: [https://www.balticforestry.mi.lt/bf/PDF\\_Articles/2014-20\[1\]/Poplars\\_Ecological%20Role.Applications%20and%20Scientific%20Perspectives\[Review\].pdf](https://www.balticforestry.mi.lt/bf/PDF_Articles/2014-20[1]/Poplars_Ecological%20Role.Applications%20and%20Scientific%20Perspectives[Review].pdf) Дата доступа 27.01.2022.
3. Kuzovkina, Y.A.; Quigley, M.F. Willows Beyond Wetlands: Uses of *Salix* L. Species for Environmental Projects March 2005 *Water Air and Soil Pollution* 162(1):183-204. Режим доступа: [http://cag.uconn.edu/plsc/plsc/files/Kuzovkina\\_2\\_3892275331.pdf](http://cag.uconn.edu/plsc/plsc/files/Kuzovkina_2_3892275331.pdf) Дата доступа 27.01.2022.
4. Копиця В. Н Вредители промышленных энергетических плантаций быстрорастущей ивы в условиях Республики Беларусь, В. Н. Копиця, О. И. Родькин, О. А. Шкутник, №7 № 1(7)2009, Экологический вестник,

## ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В Г. МИНСКЕ ЗА ПЕРИОД 2020–2021 гг. ПО ДАННЫМ АВТОМАТИЧЕСКИХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ CHANGES IN AIR TEMPERATURE IN MINSK CITY FOR THE PERIOD 2020–2021 DATA FROM AUTOMATIC METEOROLOGICAL STATIONS

**Т. В. Шлендер<sup>1</sup>, Е. А. Чумаков<sup>2</sup>,  
А. О. Сычевский<sup>2</sup>, Е. А. Прокопчик<sup>2</sup>, М. А. Крупская<sup>2</sup>  
T. Schlender<sup>1</sup>, Y. Chumakov<sup>2</sup>, A. Sychevskiy<sup>2</sup>, Y. Prokopychik<sup>2</sup>, M. Krupskaya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Национальный научно-исследовательский центр озоносферы БГУ

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, Факультет географии и геоинформатики

г. Минск, Республика Беларусь

[timajaya@mail.ru](mailto:timajaya@mail.ru)

[zhenya.chumakov.02@mail.ru](mailto:zhenya.chumakov.02@mail.ru)

[a.i.g.o.r@mail.ru](mailto:a.i.g.o.r@mail.ru)

[ogurchikop7@gmail.com](mailto:ogurchikop7@gmail.com)

[mandelshtamoo@gmail.com](mailto:mandelshtamoo@gmail.com)

<sup>1</sup>National Ozone Monitoring and Research Center BSU

<sup>2</sup>Faculty of geography and geoinformatics BSU, Minsk, Republic of Belarus

В работе рассматривается климат города, его характерные черты и факторы. Делается акцент на распределение температуры воздуха в городе, городском острове тепла и методах ее исследования. Приводятся данные автоматических метеорологических станций и дорожных измерительных станций г. Минска и пригорода обработанные в Python. Построены карты температур воздуха г. Минска за период 2020-2021 гг. за весь период и в отдельные месяцы года в программе ГИС ArcGIS. Полученные результаты относительно схожи с данными спутниковых снимков поверхностной температуры. Сравнивается мощность городского острова тепла г. Минска в различные сезоны года и с другими прошлыми исследованиями по г. Минска.

The paper considers the climate of the city, its characteristic features and factors. Emphasis is placed on the distribution of air temperature in the city, urban heat island and methods of its study. Data from automatic meteorological stations and road measuring stations in Minsk and its suburbs are given. Maps of air temperatures in Minsk for the period 2020-2021 were built for the whole period and in certain months of the year. The obtained results are relatively similar to the data of satellite images of land surface temperature. The range of the urban heat island in Minsk in different seasons of the year is compared with other previous studies in Minsk.

**Ключевые слова:** климат города, городской остров тепла, автоматические метеостанции, ArcGIS, температура воздуха

**Keywords:** urban climate, urban heat island, automatic weather stations, ArcGIS, air temperature.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2022-2-186-190>