

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ *AMORPHA FRUTICOSA* L. В РАЙОНЕ КАНЕВСКОЙ ГЭС (УКРАИНА) В СВЯЗИ С ГИДРОХОРИЕЙ

© 2021 Шевчик Т.В.^a, Двирна Т.С.^{b,*}, Шевчик В.Л.^a

^a Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, Институт биологии и медицины, Киев 02000, Украина

^b Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, Киев 01601, Украина
e-mail: *dvirna_t@ukr.net

Поступила в редакцию 16.02.2020. После доработки 23.01.2021. Принята к публикации 17.02.2021.

Amorpha fruticosa L. – кенофит североамериканского происхождения, эргазиофит. В настоящее время данный вид натурализовался на значительных площадях и стал фоновым на побережьях водохранилищ Днепровских ГЭС. Необходимо выяснить причины особенностей распределения популяций *A. fruticosa* на разных участках побережья Среднего Днепра в условиях искусственной регуляции его стока. Доказано, что высокая плавучесть плодов *A. fruticosa* обеспечивает возможность её активного расселения вдоль русел рек естественным путём в условиях перепадов уровня поверхностного стока именно во время весенних наводнений. Главным и определяющим фактором активной диссеминации вида на побережье Каневского и Кременчугского водохранилищ является частое изменение максимального уровня водной поверхности. Узкий высотный диапазон распространения этого вида на побережье в нижних частях, и, соответственно, более широкий в верхних частях водохранилищ определяется соответствующими показателями перепадов уровня воды. Возможность искусственной регуляции уровня водной поверхности при знании особенностей гидрохории этого инвазионного вида даёт возможность влиять на его распространение на территории у водохранилищ.

Ключевые слова: *Amorpha fruticosa* L., биологические инвазии, гидрохория, диссеминация, Украина.

DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-1-107-115

Введение

Инвазии видов чужеродного происхождения и их влияние на природу и окружающую среду ставит перед биологами конкретные исследовательские задачи. Достаточно важным является изучение механизмов расселения видов. В первую очередь необходимо исследовать отдельные виды, проявляющие свою высокую инвазионную способность в условиях определённых природных территорий. Именно таковым является *Amorpha fruticosa* на пойме среднего течения Днепра. *A. fruticosa* – кенофит североамериканского происхождения, эргазиофит, с европейско-американским современным ареалом. Широкое использование данного вида с лесомелиоративными целями в лесном хозяйстве вызвало спонтанное распространение его ценопопуляций и привело к наращиванию их численности и быстрому расширению границ вторичного ареала, в том числе в Украине. В настоящее время вид натурализовался на зна-

чительных площадях и стал фоновым на побережьях водохранилищ Днепровских ГЭС и в приустьевых частях большинства правобережных и левобережных притоков Днепра. Проведённые исследования в различных регионах, где имеются большие площади с зарослями этого вида, показывают высокую адаптированность к различным условиям, большую скорость экспансии и неоднозначность оценки его экосистемной роли в растительном покрове и значения для хозяйства [Ружіленко, 2002; Мануїлова, 2005; Sarateanu et al., 2008; Євтушенко, Іванько, 2009; Chauge, Fried, 2011; Kelbel, 2012; Blagojević et al., 2014; Csiszár et al., 2013; Егошин, 2014]. Недавние геоботанические исследования показывают довольно широкий диапазон возможностей участия *A. fruticosa* в различных растительных сообществах [Любченко, 1987; Siebold, Fischer, 2013; Karmyzova, 2014; Шевчик, Шевчик, 2019]. В то же время возникает ряд вопросов относительно очевидных разли-

чий в характере распределения ценопопуляций вида на различных островных участках в пределах акватории Каневского и Кременчугского водохранилищ.

Выяснению особенностей распределения ценопопуляций *A. fruticosa* на пойменных участках и механизмов их возобновления путём разноса плодов полыми водами посвящено данное исследование. Оно является основой для разработки эффективных мер менеджмента природных территорий, подвергающихся воздействию этого инвазионного вида, в том числе и пойменных островов Каневского природного заповедника.

Территория исследования

Территория, где проводились исследования, охватывает южное побережье Каневского вдхр. (севернее плотины Каневской ГЭС), пойменные острова и побережье северной части Кременчугского вдхр. (южнее плотины Каневской ГЭС) (рис. 1.). Согласно схеме физико-географического районирования Украины, эти территории относятся к Днепровскому пойменно-боровому району, Северо-приднепровской Террасной низменной области, Левобережно-Днепровского лесостепного края, Лесостепной зоны, Восточно-Европейской физико-географической страны [Екологічна..., 2006].

В геоморфологическом отношении это участки первой надпойменной (боровой) террасы и поймы. Поверхность сложена древними и современными аллювиальными песчаными отложениями, часто переотложенными ветром. Поэтому характерны эоловые формы рельефа, в частности песчаные гряды, дюны и ниши выдувания. Почвы преимущественно слабоподзолистые или слабо-сформированные на возвышенностях, а на снижениях имеют гидроморфные признаки. Сумма активных температур выше 10 °С составляет 2600–2800 °С, что указывает на хорошее обеспечение теплом в период вегетации. Сумма осадков за год составляет 450–550 мм, из которых 50% выпадают во время вегетации. Часто для второй половины вегетационного периода (июль-август) характерны длительные засухи [Физико-географическое..., 1968]. Глубина грунтовых вод определяется уровнем поверхностного стока и обычно изменяется в пределах 0.5–2.5 м от поверхности. Растительность представлена лугово-степными, лугово-болотными и лесными сообществами. Влажные и болотистые луга, заросли прибрежно-водной растительности распространены на понижениях рельефа. Самые большие площади заняты сообществами ассоциаций *Caricetum gracilis* Almquist, 1929, *Caricetum acutiformis* Sauer 1937,



Рис. 1. Территория проведённого исследования (выделена четырёхугольником).

Phragmitetum communis (Game 1927) Schmale 1939. Луговая растительность представлена, главным образом, фитоценозами, которые формируются в условиях остро-переменного режима увлажнения (союз *Agrostion vinealis* Sipaylova et al. 1985) и на переувлажнённых почвах (союз *Filipendulion ulmariae* Segal ex Westhoff et Den Held 1969). Распространена также кустарниковая и лесная растительность. На участках поймы с резко переменным водоснабжением растут леса *Salicetea purpureae* Moor 1958. Регулярно встречаются сообщества классов *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1946, *Franguletea* Doing ex Westhoff in Westhoff et Den Held 1969. На боровой террасе значительные площади заняты лесами классов *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959, *Pyrolo-Pinetea sylvestris* Korneck 1974 и *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieger 1939. Самые высокие и наиболее сухие песчаные участки заняты сообществами класса *Koelerio-Corynephoretea canescentis* Klika in Klika et Novak 1941.

Материалы и методы

В работе использованы данные визуальных наблюдений за размещением зарослей *A. fruticosa* на описываемой территории за последние 25 лет. Для точного измерения превышения точек поверхности почвы с ростом отдельных особей этого растения на побережье Каневского и Кременчугского водохранилищ использовали нивелир Н-3. Такие измерения на побережье Каневского водохранилища проводились в непосредственной близости от водомерного поста Каневской ГЭС (сделано 15 промеров). Для определения абсолютных значений высоты для каждой из измеренных точек использовали показатели уровня воды на время измерений по данным этого же водомерного поста. Показатель абсолютной высоты снятых точек на пойменных участках, расположенных ниже плотины Каневской ГЭС, определяли на основе измеренных превышений над стационарными водомерными рейками с известными абсолютными отметками, которые расположены на берегу Днепра (координаты 49.725335° с. ш.; 31.534579°

в. д.). Также использованы данные точного нивелирования с описанием геоботанического профиля на пойменном о. Круглик (Каневский природный заповедник), опубликованные в литературе [Шевчик и др., 2001]. Для отображения диапазона перепадов уровней воды выше и ниже плотины Каневской ГЭС использованы данные наблюдений водомерных постов, приводимые в разделе «Воды» в «Летописи природы Каневского природного заповедника» [Літопис..., 1970–2018]. Для выявления динамики осыпания плодов *A. fruticosa* в весенний период в марте – июне 2016 г. проводились наблюдения с точными подсчётами плодов (на 20 побегах из 20 различных кустов). Кроме этого, велись дополнительные наблюдения без точных подсчётов за процессом осыпания плодов на пяти кустах вида, растущих в прибрежной зоне. Для определения скорости намкания и оседания в воде плодов растения и влияния на этот процесс температурного режима проведён эксперимент. В две пластиковые бутылки, заполненные водой, высыпали по 100 плодов *A. fruticosa* и делали учёт с периодичностью 3–5 дней. Также для анализа использованы данные регулярных наблюдений за погодой, проводимых на метеостанции Каневского природного заповедника, расположенной в непосредственной близости (координаты 49.723520° с. ш.; 31.535380° в. д.) к территории наших исследований.

Результаты и обсуждение

Процесс осыпания плодов начинается с осени, к началу весны часть плодов осыпается. Так, среднее арифметическое плодов на одном конечном побеге соцветия особей *A. fruticosa*, растущих в прибрежных биотопах, в начале ноября составляет 149.35 ± 0.46 . Во время начала наблюдения процесса осыпания плодов (01.03.2018) на двух модельных побегах уже отмечено 175 плодов. То есть зимой осыпается около 59% плодов. И все же значительная часть плодов продолжает осыпаться и в весенний период (рис. 2.).

Конечно, на этот процесс большое влияние оказывает ветер. В частности фиксируется увеличение количества осыпанных плодов

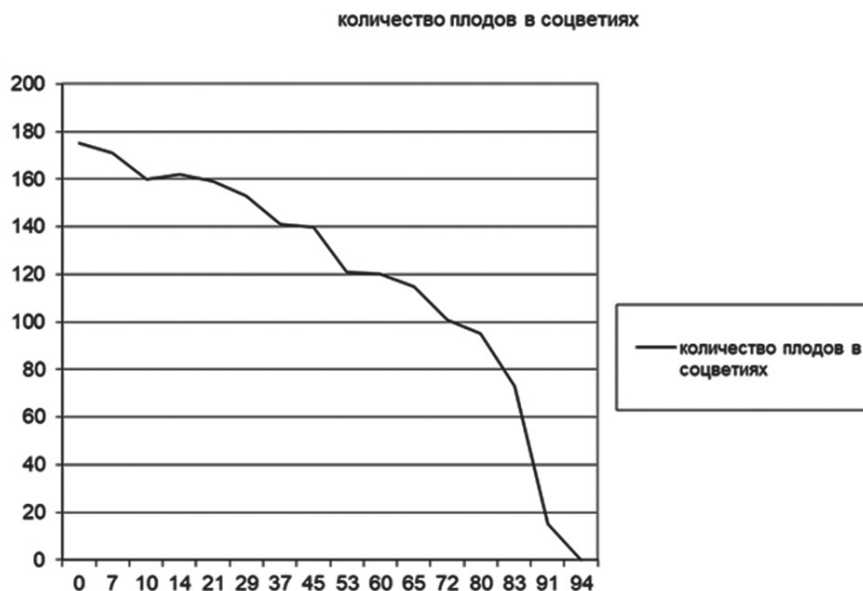


Рис. 2. Динамика осыпания плодов *Amorpha fruticosa* (по наблюдениям с 01.03 по 03.06.2016 г.) (вертикальная шкала – количество плодов; горизонтальная шкала – продолжительность наблюдений в днях).

с 7-го по 10-й день наблюдения, когда сила ветра иногда достигала 14 м/с, также с 45-го по 53-й день при усилении ветра в отдельные дни до 16 м/с. И всё же, очевидно, что основной причиной активизации осыпания плодов *A. fruticosa* является ослабление прикрепления плодов в соцветии. Это может быть обусловлено как действием чисто физических факторов (нарастание сухости воздуха, рез-

кие перепады суточных температур), так и процессом биологической деструкции плодоножек, вызванной нарастанием температуры воздуха и, соответственно, нарастанием микробиологической активности среды. Об этом свидетельствует тот факт, что за март и первую половину апреля, при наличии в отдельные дни сильного ветра, осыпались 20% плодов, а уже до 5 июня – 80%.

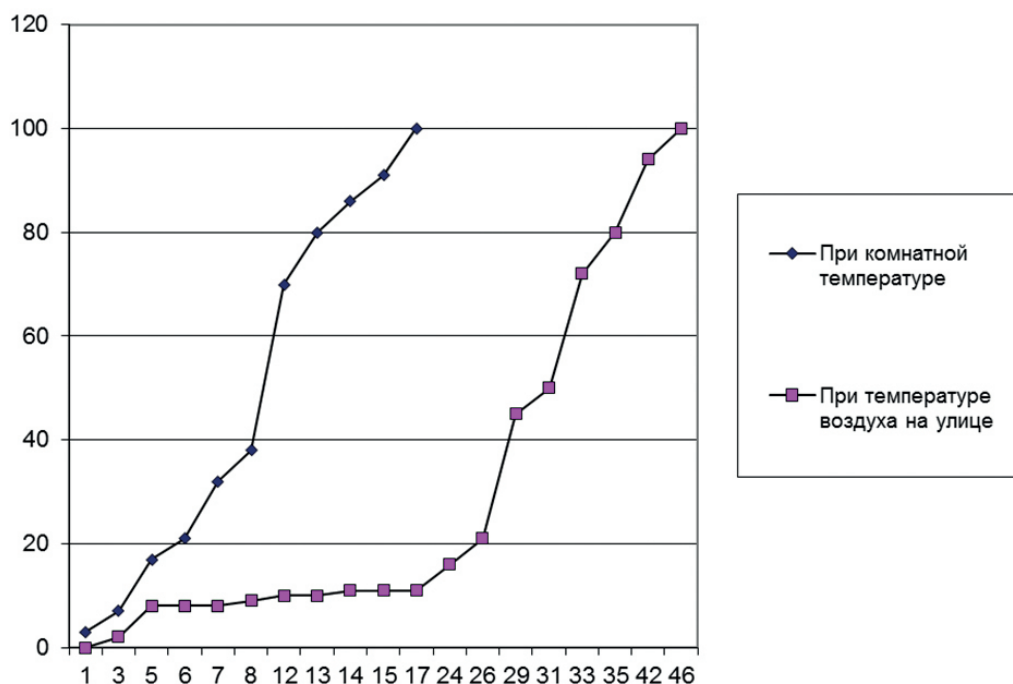


Рис. 3. Скорость осадения плодов *Amorpha fruticosa* в воде в условиях разного температурного режима (вертикальная ось – количество затонувших плодов; горизонтальная ось – продолжительность в днях с 13.03.2019 по 30.04.2019).



Рис. 4. Температура воздуха на улице с 13.03 2019 по 30.04.2019 в месте наблюдения (вертикальная шкала – показания температуры в °C; горизонтальная шкала – календарные даты).

Интересным и достаточно значимым для эффективности распространения водой плодов является их свойство подолгу удерживаться на воде. Такое их свойство в определённой степени обусловлено наличием на поверхности плодов железистых образований со специфическим содержанием, в частности эфирных масел.

Это подтверждается тем, что плоды с удалёнными желёзками осаждаются в воде комнатной температуры в три раза быстрее, чем контрольные, в которых не проводили удаление желёзок. Плавуемость плодов *A. fruticosa* в значительной степени определяется также и температурой воды. Так, в посуде с водой комнатной температуры (17–19 °C) уже за

первые 17 дней наблюдений затонуло 100% плодов. Осаждение плодов в таких условиях было более или менее выраженным и имело линейный характер. В сосуде с водой, стоявшей в тени на открытом воздухе, за этот же период экспонирования затонуло лишь 12% плодов. Интенсивность осаждения плодов в сосуде, который экспонировался на открытом воздухе, резко возросла, только когда среднесуточные температуры воздуха превысили показатель 10 °C (рис. 3, 4).

Учитывая колебание показателей температуры воды и воздуха (рис. 4, 5) и их влияние на осаждение плодов (рис. 3), можно обнаружить период лучшей плавуемости плодов. Согласно нашим исследованиям, это проме-

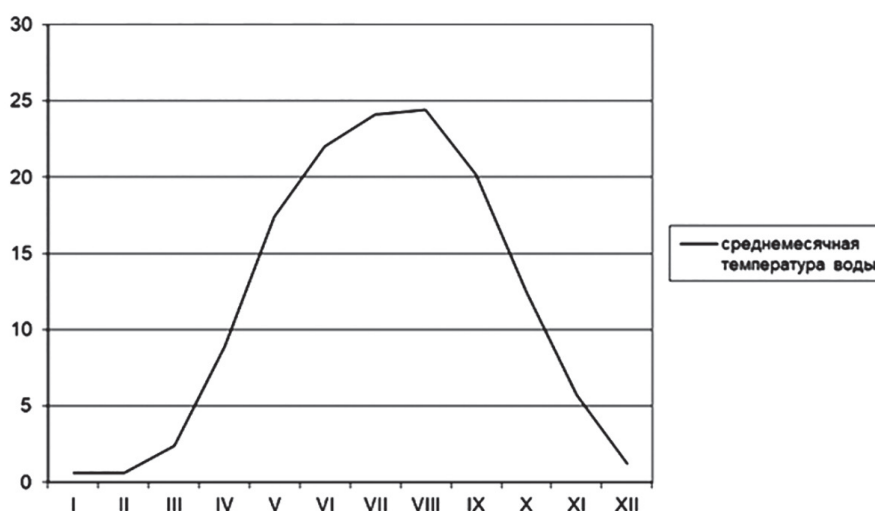


Рис. 5. Изменение температуры воды в Днепре по данным среднемесячных показателей за 2016–2018 гг. (вертикальная шкала – показания температуры в °C; горизонтальная шкала – месяцы).

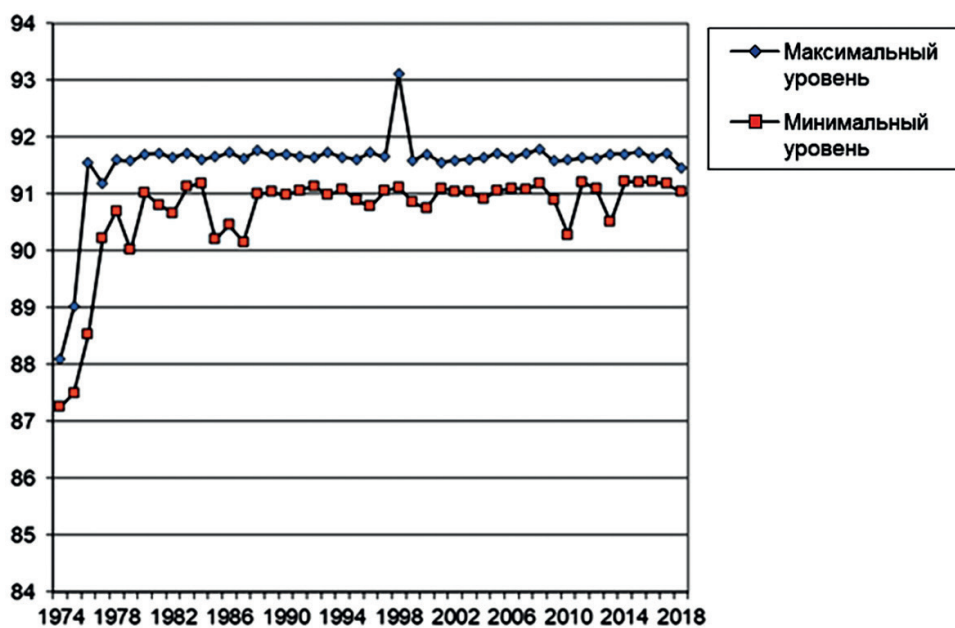


Рис. 6. Перепад уровня водной поверхности Каневского водохранилища по максимальным и минимальным показателям по годам с момента его заполнения.

жуток времени, который длится с конца зимы до третьей декады апреля. Как видно из результатов наших наблюдений (рис. 2), за этот период осыпались около 30% от того количества плодов, которые оставались в соцветиях в начале весны.

Конечно, в отдельные годы с аномалиями погоды эта временная характеристика процесса осыпания и распространения паводковой водой плодов может иметь отклонения в разных направлениях.

На основе проведенных нами обследований южной (нижней) части побережья Каневского вдхр. можно уверенно утверждать, что наиболее значительные очаги ценопопуляций *A. fruticosa* спонтанного происхождения на этих территориях сосредоточены вдоль береговой линии. Подобный характер распространения этот вид имеет и на островах Жовнино и Добробут, расположенных в центральной части Кременчугского вдхр., напротив впадения в него р. Сула. Лишь изредка этот вид встречается здесь в отдалении от берега и представлен популяциями искусственного происхождения. Определяющим для возможности распространения плодов на наиболее возвышенных участках является максимальный уровень воды. *A. fruticosa* имеет сплошное распространение в диапазоне высот от

91.45 до 92.5 м над ур. моря. Размах перепада уровня водной поверхности в водохранилище с момента его заполнения водой (рис. 6) вполне соответствует и диапазону распределения ценопопуляций этого вида-гидрохора в прибрежной полосе. Наиболее эффективно распространение вида происходит при совпадении во времени наивысшего уровня водной поверхности и активного осыпания плодов. Поэтому некоторая ограниченность в распространении аморфы на побережьях нижней части Каневского вдхр. обусловлена также и сезонными особенностями колебания уровня воды. Так за последние 10 лет самый высокий уровень воды в водохранилище, когда происходит незначительное осыпание плодов, наблюдался 7 раз (июнь – декабрь) и только 3 раза высокий уровень совпал с началом активного осыпания плодов (март – апрель). Очевидно, наиболее важным для диссеминации периодом на участках побережий нижних частей водохранилищ имеет фракция плодов, что осыпаются осенью и в начале зимы. Во вторую половину зимы и в начале весны в нижних частях водохранилищ обычна тенденция понижения уровня воды, что объясняется особенностями режима работы ГЭС.

Наличие особей *A. fruticosa* на поверхности несколько выше средних многолетних пи-

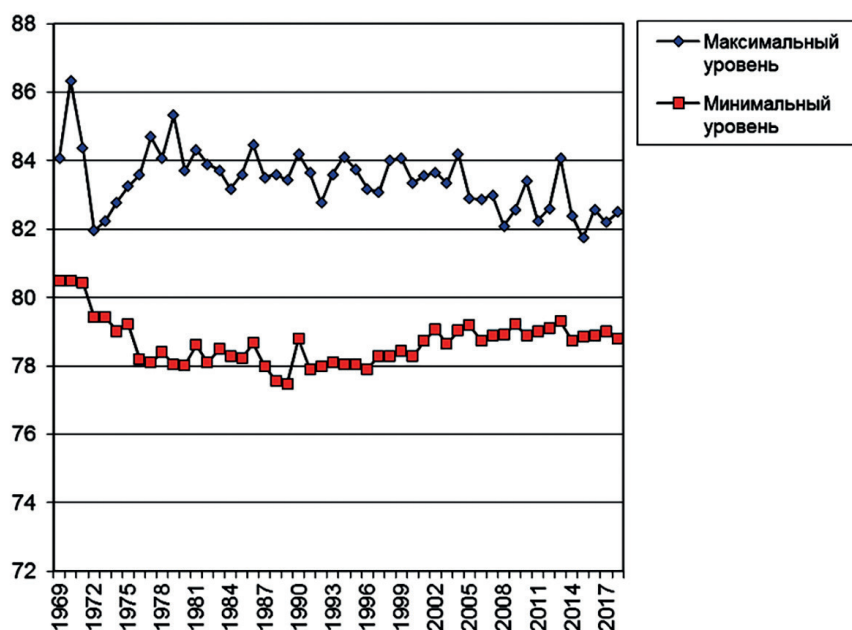


Рис. 7. Перепад уровня водной поверхности Днепра ниже плотины Каневской ГЭС по максимальным и минимальным показателям по годам (1969–2018).

ков уровня водохранилища объясняется как чрезмерным наполнением его водой в отдельные годы (например, 1998 г.), так и усилением эффекта диссеминации благодаря волнам.

Большую значимость для быстрого распространения плодов аморфы на большие расстояния ниже плотины Каневской ГЭС имеет режим сброса воды из водохранилища, а соответственно и перепады уровней воды в течение года. В отдельные годы перепады уровня составляли до 6 м (рис. 7). Проведённые нами измерения высоких в рельефе точек поверхности и местонахождения особей этого вида вдоль правого берега Днепра и анализ данных, имеющих в литературе [Шевчик и др., 2001], показывают диапазон от 81.1 до 86.6 м над ур. моря. Эти показатели также хорошо совпадают с диапазоном колебания водной поверхности ниже плотины Каневской ГЭС и демонстрируют значимость гидрохории для *A. fruticosa*, как основного способа распространения на пойменных территориях. Фактически этот вид сейчас имеет распространение по всем высотным диапазонам поймы в верхней (северной) части Кременчугского вдхр. [Шевчик и др., 2015]. Такая высокая активность расселения на этой части в значительной степени обусловлена и совпадением во времени высоких уровней водной поверхно-

сти и активного осыпания плодов. Так, за все последние 10 лет самые высокие показатели уровня водной поверхности здесь наблюдались с последней декады февраля (например, 2014 г.) до первой декады мая (2011 г.), то есть как раз во время начала активного осыпания плодов *A. fruticosa*. Кроме этого, в связи с работой ГЭС на больших акваториях верхних частей водохранилищ практически отсутствует ледяной покров, и процессы распространения водой плодов продолжаются круглый год, включая зимний период.

Выводы

Высокая плавучесть плодов *A. fruticosa* обеспечивает возможность её активного расселения вдоль русел рек естественным путём в условиях перепадов уровня поверхностного стока, особенно во время весенних паводков. Главным и определяющим фактором активного распространения вида на побережье Каневского и Кременчугского водохранилищ является частое изменение отметок максимального уровня водной поверхности. Узкий высотный диапазон распространения исследуемого вида (от 91.45 до 92.5 м над ур. моря) на побережье в нижней части Каневского вдхр. и, соответственно, значительно (в 5 раз) более широкий в верхней части Кременчугского вдхр. (от 81.1

до 86.6 м над ур. моря) определяется соответствующими показателями перепадов уровня воды в этих частях водохранилищ. Возможность искусственной регуляции уровня водной поверхности при знании особенностей гидрохории *A. fruticosa* позволяет влиять на его распространение на территориях побережий водохранилищ. Эффективным способом понижения активности процесса распространения этого инвазионного вида в прибрежной зоне водохранилищ и на пойме может быть максимальная стабилизация уровня воды в водохранилищах за счёт уменьшения пиковых нагрузок на работу ГЭС.

Финансирование работы

Исследования проведены в рамках государственного задания по темам «Мониторинг экосистем Каневского природного заповедника («Летопись природы») и редкого биоразнообразия объектов Изумрудной сети Среднего Приднепровья», № 18 БП036-04; «Научные основы полифункциональной информационной системы эколого-ботанических данных для обеспечения классификации, сравнительного анализа, менеджмента и сохранения биотопов», № 0120U101076.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

Литература

- Егошин А.В. Чужеродные виды юга Российского Причерноморья, их биоклиматические и эколого-географические требования // *Изв. Саратовского ун-та. Сер. химия, биология, экология*. 2014. Т. 14. № 4. С. 36–6.
- Екологічна енциклопедія. К.: Центр екол. освіти та інформації. 2006. Т. 1. 432 с.
- Свтушенко Т.М., Іванько І.А. Особливості деревних культуро-фітоценозів парку імені Воронцова м. Дніпропетровськ // *У зб.: Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах. V Міжнародна наукова конференція. (Дніпропетровськ, 12–16 жовтня 2009 р.). Дніпропетровськ, 2009. С. 10–11.*
- Літопис природи Канівського природного заповідника. Канів. 1970–2018. Т. 1–51.
- Любченко В.М. Распространение аморфы кустарниковой в фитоценозах Каневского заповедника // *Бюллетень Государственного Ботанического Сада*. 1987. Т. 46. С. 49–50.
- Мануїлова Г.М. Фітомеліорація девастрованих ландшафтів в умовах Львівщини: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: Спец. 03.00.05 «Ботаніка». Львів, 2005. 19 с.
- Ружіленко Н.С. Видовий склад і динаміка населення землерійок (Soicidae) заплавної островів Канівського заповідника // *Вісн. Луган. держ. пед. ін-ту*. 2002. Т. 4. № 1. С. 125–135.
- Физико-географическое районирование Украинской ССР / Под ред. В.П. Попова, А.М. Маринича, А.И. Ланько. К.: Изд-во Киевск. ун-та, 1968. 683 с.
- Шевчик В.Л., Борисенко М.М., Шевчик Т.В. *Amorpha fruticosa* L. (Fabaceae) на заплаві Канівського природного заповідника та можливості корекції фітоценозів з її участю // *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. 2015. Т. 13. № 5. С. 195–202.
- Шевчик В.Л., Сенчило О.О., Полішко О.Д. Геоботанічна характеристика основних стадій первинної сукцесії заплавної островів Канівського природного заповідника Заповідна справа в Україні // *Заповідна справа в Україні*. 2001. Т. 7. С. 15–22.
- Шевчик В.Л., Шевчик Т.В. Фітоценологічна характеристика угруповань із участю *Amorpha fruticosa* (Fabaceae) у Середньому Придніпров'ї (Україна) // *Укр. бот. журн*. 2019. Т. 76. № 1. С. 42–51.
- Blagojević M., Konstantinovi B., Kurjakov A., Samardžić N. Seed Bank of *Amorpha fruticosa* L. on some Ruderal Sites in Serbia // In: Neobiota 2014. 8th International conference on biological invasions from understanding to action. Antalya, Turkey, 03–08 November 2014. P. 74.
- Chauge N., Fried G. Community – level impacts of three invasive alien plants in Mediterranean coastal habitats // In: 3th International Symposium environmental weeds and invasive plants. Monteverite, 2011. P. 17.
- Csiszár A., Korda M., Schmidt D., Spori D., Teleki B., Tiborcz V., Zagyvai G., Bartha D. Allelopathic potential of some invasive woody plant species occurring in Hungary // *Allelopathy Journal*. 2013. Vol. 31. Is. 2. P. 309–318.
- Karmyzova L. Ecological study of invasive *Amorpha fruticosa* at research biological stations within steppe zone, Ukraine // *Вісн. Харк. нац. ун-ту ім. В.Н.Каразіна. Сер.: біологія*. 2014. Т. 22. № 11. С. 300–304.
- Kelbel P. Comparison of invasive woody plant species presence in the Botanical garden of P.J. Šafárik University in Košice from the viewpoint of time and management of sanitation measures // *Thaiszia – Journal of Botany*. 2012. Т. 22. No. 2. С. 163–180.
- Sarateanu V., Horablaga M.N., Stroia M.S., Butnarin M., Bostan C. Approach on the shrub invasive species impact on western Romanian grasslands // *Lucrări științifice Facultatea de Agricultură*. 2008. No. 40. P. 315–318.
- Siebold S., Fischer A. Suppression of alien invasive species by traditional land use forms: *Amorpha fruticosa* L. in the Croatian nature park Lonjsko Polje // *Sauteria*. 2013. Vol. 20. P. 265–276.

ON DISTRIBUTION PATTERN OF *AMORPHA FRUTICOSA* L. IN THE REGION OF KANEVSKAYA HYDROPOWER STATION (UKRAINE) IN CONNECTION WITH HYDROCHORY

© 2021 Shevchyk T.V.^a, Dvirna T.S.^b, Shevchyk V.L.^a

^a Kyiv National Taras Shevchenko University, NSC Institute of Biology and Medicine, Kiev 02000, Ukraine;

^b M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev 01601, Ukraine; e-mail: *dvirna_t@ukr.net

Amorpha fruticosa L. is a kenophyte of North American origin, ergaziophyte. Currently, this species naturalized over large areas and became the background on the coast waters of the Dnieper reservoirs of hydropower stations. It is necessary to clarify the reasons for the distribution of *A. fruticosa* populations in different parts of the Middle Dnieper coast under conditions of artificial regulation of its water yield. It has been proven that the high buoyancy of *A. fruticosa* fruits provides the possibility of its active dispersal along river beds in a natural way under conditions of fluctuations in the level of surface water yield right in spring floods. The main and determining factor in the active dissemination of the species on the coast of the Kanev and Kremenchug reservoirs is the frequent variability of the maximum water surface level. The narrow altitudinal range of distribution of this species on the coast in the lower parts, and accordingly, wider in the upper parts of the reservoirs is determined by the corresponding indicators of water level differences. The possibility of artificial regulation of the water surface level with knowledge of the characteristics of hydrochory of this invasive species makes it possible to influence its distribution in the territory near the reservoirs.

Key words: *Amorpha fruticosa* L., biological invasions, hydrochory, dissemination, Ukraine.