



Analiza stopnia inwazyjności gatunków obcych w Polsce wraz ze wskazaniem gatunków istotnie zagrażających rodzimej florze i faunie oraz propozycją działań strategicznych w zakresie możliwości ich zwalczania

oraz

Analiza dróg niezamierzonego wprowadzania lub rozprzestrzeniania się inwazyjnych gatunków obcych wraz z opracowaniem planów działań dla dróg priorytetowych

KARTA INFORMACYJNA GATUNKU

1. Informacje podstawowe

- 1) nazwa polska: Azolla drobna (Azolla karolińska)
- 2) nazwa łacińska: ***Azolla filiculoides*** Lam.
- 3) nazwa angielska: Water Fern
- 4) synonimy nazw (o ile są używane, maksymalnie dwie najczęściej stosowane)
- a) synonimy nazwy polskiej: Azolla karolińska
Azolla paprotkowa
 - b) synonimy nazwy łacińskiej: *Azolla caroliniana*
 - c) synonimy nazwy angielskiej: Red water fern
Mosquito fern
- 5) rodzaj organizmu: rośliny naczyniowe
- 6) rodzina: Salviniaceae
- 7) pochodzenie (region):
Ameryka Środkowa i Północna (tu wybrzeże zachodnie)
- 8) występowanie w Polsce (tak/nie): **TAK**
- Jeśli TAK to: w środowisku przyrodniczym w uprawie i hodowli



9) charakterystyka gatunku

Niewielka (do ok. 1,5 cm) paproć dryfująca po powierzchni wody i sporadycznie utrzymująca się na błotnistych brzegach zbiorników i cieków. W warunkach klimatycznych Europy Środkowej zimuje w postaci fragmentów wegetatywnych lub sporokarpiów opadających na dno zbiorników wodnych, w cieplejszych rejonach Europy jej płaty utrzymują się stale na powierzchni wody. Cienkie, rozgałęziające się pędy azolli są pokryte drobnymi, dachówkowato ułożonymi liśćmi, zakładającymi się w dwóch rzędach, od strony brzusznej wytwarzane są nieliczne korzenie przybyszowe do 5 cm długości. W cieniu roślina jest żywozielona, na słońcu oraz po przymrozkach przybiera różne odcienie czerwieni. Jej liście są dwupłatowe i pokryte krótkimi, jednokomórkowymi włoskami, co uniemożliwia zmoczenie lub utopienie paproci. W grzbietowym płacie liści wykształcają się jamki, w których funkcjonują żyjące w symbiozie z azollą sinice *Anabaena azollae* oraz bakterie, m.in. z rodzaju *Arthrobacter*. mające zdolność wiązania azotu atmosferycznego. Mikroorganizmy są przekazywane do kolejnych rozwijających się liści podczas ich rozwoju, a także do gametofitów żeńskich i młodych sporofitów, co gwarantuje obecność symbionta u roślin potomnych. W cieplejszych regionach u nasady liści wytwarzane są okrągławe sporokarpia, będące przetrwalnikami i zawierające zarodniki. Gatunek bardzo skutecznie rozmnaża się wegetatywnie poprzez odłamywanie się kruchych fragmentów, z których rozwijają się nowe rośliny. Dlatego nie można wykluczyć, że liczące miliony roślin populacje występujące w poszczególnych zbiornikach, mogą być genetycznie identyczne.

10) siedliska, które zasiedla gatunek w regionie pochodzenia

Gatunek preferuje wody słodkie, wolno płynące lub stojące, mezo- lub eutroficzne, występuje także na bagnach, torfowiskach i w potokach.

11) zastosowanie gospodarcze

W Europie, w tym także w Polsce, gatunek nie jest wykorzystywany gospodarczo, rodzaj ma natomiast duże znaczenie w azjatyckim obszarze uprawy ryżu (przede wszystkim w Chinach i w Wietnamie), gdzie jest uprawiany i używany jako zielony nawóz. Ponadto w uprawach ryżu blokuje rozwój chwastów. W niektórych europejskich krajach ma zastosowanie jako roślina wprowadzana do przydomowych oczek wodnych, a także do akwariów.

2. Inwazyjność

1) rok pierwszej obserwacji w Polsce (w środowisku przyrodniczym) (rok/nie stwierdzono): lata 90. XX w.

2) historia i sposób wprowadzenia do środowiska przyrodniczego w Polsce/Europie

Do Europy gatunek został zawleczony z Ameryki, najprawdopodobniej Środkowej lub Północnej razem z wodami balastowymi. Główną rolę w jego rozprzestrzenianiu odgrywa bardzo skuteczne namnażanie wegetatywne przez kilkumilimetrowe fragmenty roślin. Azolla jest przenoszona przez zwierzęta, głównie przez ptaki, a także z nurtem rzek, zwłaszcza podczas wezbrania wód. Osobniki tego gatunku mogą też zostać zawleczone przez człowieka z wodami balastowymi, na kadłubach łodzi i sprzęcie wędkarskim. Gatunek występuje w wielu krajach Europy, głównie w części zachodniej i południowej, w większości uważany jest za zadomowiony i inwazyjny. Na teren Polski może migrować z terenów sąsiednich, przede wszystkim z Niemiec, gdzie jest częsta i przechodzi pełny cykl życiowy. Pierwsze pojawy w Polsce były wynikiem świadomej introdukcji – stwierdzenie z 1927 r. z Wawrzyszowa (ówczesny Lorenzberg) na Dolnym Śląsku dotyczy stawu przypałacowego, gdzie prawdopodobnie była celowo wprowadzona. Natomiast kolejne (efemeryczne) notowania pochodzą dopiero z lat 90. XX w. z Bielska Podlaskiego i Wrocławia. Dopiero na przełomie XX i XXI w. odnotowano stanowiska, o genezie niezależnej od działań człowieka. W okolicach Wrocławia gatunek najprawdopodobniej bywa też wprowadzany podczas zarybień – pojawiał się szybko na nowych zbiornikach, nieodwiedzanych jeszcze przez ptactwo, a budzących zainteresowanie wędkarzy, nie można także wykluczyć wypuszczenia gatunku przez akwarystów. Biorąc pod uwagę efemeryczny charakter stanowisk w dłuższej skali czasowej, należy uznać, że azolla drobna jest obecnie w fazie zasiedlania Polski i przechodzenia z fazy efemerofitu do fazy gatunku zadomowionego. Przez zachodnią Polskę przebiega aktualna granica zasięgu azolli drobnej i gatunek wykazuje fluktuacje pojawów, typowe dla stanowisk położonych na kresie zasięgu.

3) rozmnażanie w przyrodzie Polski

tak

nie

nie dotyczy

4) sposób rozmnażania się

Wyłącznie wegetatywnie przez fragmentację bardzo kruchych pędów. Azolla nadal nie przechodzi w Polsce pełnego cyklu rozwojowego. Jak wiele paproci wodnych, w optymalnych warunkach gatunek ten wytwarza zarodniki w tzw. sporokarpiach. W Polsce dotychczas nie stwierdzono wytwarzania sporokarpiów, co skutkuje brakiem pokolenia gametofitów. Pełny cykl rozwojowy obserwowano już m.in. na terenie Niemiec, gdzie ma miejsce przemiana pokoleń i rozmnażanie płciowe, umożliwiające lepsze dopasowanie gatunku do środowiska.

5) drogi wprowadzania i rozprzestrzeniania się

- drogi wprowadzania zamierzonego: wyłącznie introdukcja, głównie przez hodowców roślin wodnych;
- drogi wprowadzania niezamierzonego: razem z narybkiem, na sprzęcie (łódki), z wodami balastowymi;
- drogi rozprzestrzeniania naturalnego (po wcześniejszej introdukcji, bez udziału człowieka): zoochoria (głównie ptaki wodne) i hydrochoria (głównie wezbrania powodziowe i wypłukiwanie azolli ze zbiorników wodnych, w wodach wolno płynących także poza czasem wezbrań);
- drogi rozprzestrzeniania antropogenicznego (przy udziale człowieka): przypadkowa ucieczka lub uwolnienie z uprawy w oczkach wodnych lub akwariach; razem z narybkiem, na sprzęcie (łódki), z wodami balastowymi

6) stopień rozprzestrzenienia

ograniczony zasięg występowania – **kategoria 3**

Azolla drobna do niedawna należała w Polsce do gatunków znanych jedynie z pojedynczych, rozproszonych stanowisk. Większość z nich skupiała się na terenie Dolnego Śląska, a wyjątkiem było jedynie stanowisko z rejonu Białowieży. W ostatnich latach sytuacja diametralnie się zmieniła po stwierdzeniu dużej liczby stanowisk na środkowym i dolnym odcinku doliny Odry oraz we Wrocławiu. Przybyło również pojedynczych notowań, które znane są obecnie również z rejonu Nysy, Brzegu i Opola, Konina i Gdańska. Na niektórych stanowiskach populacje gatunku wykazują duże fluktuacje liczebności – włącznie z niemal zupełnym zanikiem po mroźnych zimach. Wzrost liczby stanowisk azolli w ostatnich latach może świadczyć o stopniowym wzroście możliwości kolonizacji przez ten gatunek zbiorników wodnych nie tylko w zachodniej i południowej, ale także w środkowej i wschodniej części Europy.

7) dynamika gatunku

kategoria: gatunki silnie ekspansywne

stopień pewności: średni

opis:

Gatunek jest regularnie obserwowany w Polsce po 2000 r. W tym czasie odnotowano już kilkadziesiąt stanowisk. Część z nich nie przetrwała pierwszej zimy, część trwała przez kilka lat. Generalnie od 2006 r. nie było roku bez stwierdzenia nowego stanowiska gatunku. Biorąc pod uwagę liczebność poszczególnych populacji i przyjętą metodykę oceny, gatunek należałoby uznać za szeroko rozprzestrzeniony (>11 stanowisk, >100 osobników). Jednak liczba znanych stanowisk oraz ich rozmieszczenie wskazuje na "występowanie ograniczone". Azolla, dzięki intensywnemu namnażaniu wegetatywnemu, nawet w zbiornikach o powierzchni 5 × 5 m może występować w populacjach liczących miliony osobników (być może jednolitych genetycznie), lecz zasięg występowania jest ograniczony do najcieplejszej zachodniej części kraju.

Ze względu na szybkość wzrostu liczebności populacji azolli, trzeba uznać ją za gatunek silnie ekspansywny. Należy jednak zaznaczyć, że olbrzymie populacje są bardzo ograniczone przestrzennie (do zasiedlonego zbiornika) i nie wykazują silnych tendencji do zajmowania nowych zbiorników. Szybki przyrost liczebności populacji nie przekłada się na szybki przyrost liczby stanowisk i zajmowanego areалу.

8) siedliska, które zasiedla gatunek w kolonizowanych miejscach

Gatunek najczęściej pojawia się w wodach mezo- i eutroficznym, w unoszących się na powierzchni wody płatach zbiorowisk rzęś i salwini pływającej (klasa *Lemnetea*). Do kolonizowanych zbiorników wodnych należą m.in. starorzeczka, gdzie azolla wnika do zbiorowisk przewodniczących siedliska przyrodniczego pod nazwą Starorzeczka i naturalne eutroficzne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami z *Nymphaeion*, *Potamion* – kod 3150, objętych ochroną w ramach sieci obszarów Natura 2000. Podczas letnich suszy i opadania poziomu wody maty azolli mogą pokrywać odsłaniające się brzegi zbiorników, uniemożliwiając rozwój gatunków ze zbiorowisk namulkowych z klas *Litorelletea uniflorae* i *Isoëto-Nanojuncetea* (siedlisko 3130). Azolla drobna pojawia się także w zbiornikach antropogenicznych – znane są stanowiska obejmujące zbiorniki przeciwpożarowe położone w środku miejscowości. W ostatnich latach osobniki pływające z nurtem wody odnotowano też w korycie Odry.

9) stopień inwazyjności (negatywny wpływ)

wynik oceny: 0,65

kategoria: średnio inwazyjny gatunek obcy

10) wpływ przewidywanych zmian klimatu na inwazyjność gatunku

wynik oceny: 0,88

kategoria: bardzo wrośnie

opis:

Jak dotąd stanowiska azolli drobnej skupiają się w zachodniej i południowo-zachodniej części Polski. Zakłada się, że wzrost średniej rocznej temperatury o 1-2 stopnie ułatwi jej dalszą ekspansję w kraju. Gatunek pochodzi z umiarkowanie ciepłych i subtropikalnych rejonów Ameryk, temperatury optymalne dla rozwoju to zakres 15-20(25)°C. Największe ograniczenie w Polsce stanowią dla niego niskie temperatury zimą. Pomimo odnotowanej w naszym kraju wyższej mrozoodporności, niż jest podawana w literaturze, panujący klimat, w tym głównie zimowe temperatury, często uniemożliwiają przezimowanie populacji, a okres z temperaturą powyżej +20°C jest zbyt krótki, by gatunek wytworzył sporokarpia i przeszedł pełny cykl życiowy. Wytwarzanie sporokarpów będących przetrwalnikami, istotnie zwiększy inwazyjność gatunku, gdyż są one skuteczniejszymi propagulami, niż szybko wysychające fragmenty sporofitów. Ponadto rozmnażanie generatywne i dobór naturalny ułatwią powstanie populacji skutecznie funkcjonujących w określonych warunkach siedliskowych.

3. Oddziaływanie gatunku obcego

1) wpływ na środowisko przyrodnicze

wynik oceny: 0,65

kategoria: duży

opis:

Azolla drobna skutecznie konkuruje z innymi roślinami wodnymi i glonami oraz oddziałuje negatywnie na zbiorowiska roślinne, wodne bezkręgowce i ryby, istotnie zmniejszając bioróżnorodność w wyniku pogorszenia warunków tlenowych zbiornika. Na nowych, odkrytych w latach 2016-2017 stanowiskach w dolinie środkowej i dolnej Odry na razie występuje nielicznie, ale na Międzyodrzu wyraźnie konkuruje z rodzimą paprocią salwinią pływającą *Salvinia natans*. Miejscami tworzy grube, pływające po powierzchni zbiornika wodnego maty, odcinając dopływ światła oraz tlenu do zbiornika. Przyczynia się również do wzrostu stężenia CO₂ w wodzie i obniżania pH wody, a dzięki symbiozie z sinicą *Anabaena azollae* powoduje wzrost poziomu biogenów. Przyspieszając eutrofizację wody przyczynia się do szybkiego wzrostu i zasiedlenia płytkich partii zbiorników przez rośliny szuwarowe, co w dłuższej skali czasowej eliminuje inne gatunki roślin i związanych z nimi zwierząt. Oddziaływanie azolli jest szczególnie groźne dla całych ekosystemów starorzeczy, chronionych jako siedlisko Natura 2000, a w dolinie Odry obecnie już nie powstających (efekt regulacji koryta rzeki). Maty azolli uniemożliwiają ponadto rozwój komarów i innych owadów, których larwy żyją w wodzie (stąd popularna nazwa mosquito fern), a to może mieć istotny wpływ na populację ptaków żywiących się ich postaciami dorosłymi.

2) siedliska przyrodnicze, dla których stanowi zagrożenie (nie dotyczy gatunków zwierząt)

Gatunek zagraża bioróżnorodności siedlisk przyrodniczych, jakimi są:

- 3150 – Starorzeczca i naturalne eutroficzne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami z *Nymphaeion*, *Potamion*.

Potencjalnie, podczas długich okresów letnich suszy i obniżania się poziomu wody w starorzeczach, maty azolli mogą pokrywać odsłaniające się brzegi, uniemożliwiając rozwój gatunków ze zbiorowisk:

- 3130 – Zbiorowiska namulkowe z klas *Littorelletea uniflorae* i *Isoëto-Nanojuncetea*.

3) gatunki, dla których stanowi zagrożenie

Do ważniejszych gatunków, dla których azolla stanowi zagrożenie należą m.in.:

- salwinia pływająca (*Salvinia natans*) – gatunek niezagrożony, objęty ochroną ścisłą;
- jeziora morska (*Najas maritima*) – gatunek niezagrożony, nieobjęty ochroną;
- jeziora mniejsza (*Najas minor*) – gatunek bliski zagrożenia NT, objęty ochroną ścisłą;
- pływacz pospolity (*Utricularia vulgaris*) – gatunek bliski zagrożenia NT, objęty ochroną ścisłą;
- pływacz zachodni (*Utricularia australis*) – gatunek bliski zagrożenia NT, objęty ochroną ścisłą;
- gatunki namulisk, m.in. z rodzaju nadwodnik *Elatine* objęte ochroną częściową;

a potencjalnie także:

- dichostylis Michela *Dichostylis micheliana* – gatunek krytycznie zagrożony CR, nieobjęty ochroną.

4) wpływ na gospodarkę

wynik oceny: 0,50

kategoria: średni

opis:

Azolla pogarsza warunki tlenowe w stawach hodowlanych, prowadząc do osłabienia żywotności lub śmierci ryb. W skrajnych przypadkach może dojść do załamania hodowli w danym zbiorniku. Ponadto notowano przypadki utonięć zwierząt gospodarskich w zbiornikach pokrytych matami azolla. W Polsce nie stwierdzono jej oddziaływania na uprawy roślin, ale w cieplejszych regionach utrudnia przepływ wody w rowach melioracyjnych i zatyka kanały nawadniające; w uprawach ryżu w Azji jest wykorzystywana jako naturalny nawóz. Przedstawiciele rodzaju azolla atakowani są przez *Rhizoctonia solani* – patogen powodujący rizoktoniozę ziemniaka, lecz azolla drobna jest najbardziej odpornym gatunkiem z całego rodzaju, co zmniejsza szanse na jego przenoszenie przez osobniki Azolla. Paproć bywa żywicielem destrukcyjnej dla wodnych ogrodów mszycy *Rhopalosiphum nymphaeae*, która jest wektorem wirusów, powodujących m.in. mozaikowość liści bananowców, kalafiorów i ogórków, żółtą karłowatość cebuli oraz choroby kapustowatych. Jednak mszyca występuje na azolli tylko przypadkowo, a w Polsce jak dotąd tego nie stwierdzono. Ponadto należy wziąć pod uwagę możliwość negatywnego wpływu azolli drobnej na rolnictwo, poprzez zatykanie kanałów nawadniających uprawy.

5) wpływ na zdrowie człowieka

wynik oceny: 0,25

kategoria: mały

opis:

Azolla nie zawiera substancji chemicznych ani struktur fizycznych mogących bezpośrednio szkodzić człowiekowi. Oddziaływanie może być jedynie pośrednie: udokumentowane w przypadku zwierząt utonięcia mogą wystąpić także u małych dzieci, np. pod Wrocławiem obserwowano próby wchodzenia na powierzchnię stawu pokrytego matą azolli.

6) wpływ na usługi ekosystemowe

wynik oceny: 0,08

kategoria: bardzo negatywny

opis:

Masowe występowanie azolli powoduje pogorszenie jakości wody pitnej, a w przypadku stawów hodowlanych – załamanie produkcji ryb słodkowodnych. Należy wziąć pod uwagę możliwość negatywnego wpływu azolli drobnej na rolnictwo, poprzez zatykanie kanałów nawadniających uprawy i ewentualny udział w przenoszeniu patogenów. Potencjalnie pozytywne znaczenie może mieć zastosowanie azolli jako zielonego nawozu. Udokumentowano ponadto, że usuwa z wody metale ciężkie oraz redukuje poziom azotu i fosforu w wodach ściekowych, co pomaga w biologicznym oczyszczaniu zbiorników, pod warunkiem, że z końcem sezonu azolla jest usuwana i utylizowana w kontrolowanych warunkach. Zwarte maty paprociowe utrudniają aktywność sportową ludzi (pływanie, wędkowanie) oraz wpływają negatywnie na estetykę krajobrazu.

4. Dotychczasowe działania służące eliminacji, kontroli lub izolacji analizowanego gatunku

W dotychczas znanych źródłach literaturowych brak szczegółowych danych dotyczących zwalczania azolli w zbiornikach o charakterze naturalnym na obszarze Polski. Jedynym przypadkiem jest zbiornik pełniący funkcję przeciwpożarową w miejscowości Wilkszyn pod Wrocławiem. Po opanowaniu lustra wody w tym zbiorniku przez azollę w 2007 r., biomasę z jego powierzchni zebrano i wywieziono. W kolejnym roku populacja odnowiła się z okazów, które przetrwały przy brzegach zbiornika. Ostatecznie zanikła po spuszczeniu wody – gatunek wysechł. Poza Polską do ograniczania populacji azolli stosuje się łączone metody fizyczne (zbieranie mat z powierzchni wody) i chemiczne (substancje czynne), a także wprowadza się jej naturalnego wroga, chrząszcza *Stenopelmus rufinasus*. Niestety, gatunek ten nie toleruje ujemnych temperatur, w związku z tym w Polsce nie jest możliwe zastosowanie tej naturalnej metody kontroli.

5. Ocena sposobu postępowania z gatunkiem

kategoria: S3 – gatunek średniego ryzyka, występujący w środowisku przyrodniczym, ograniczony zasięg występowania (lista ostrzegawcza)

6. Źródła danych

Opublikowane wyniki badań

- Anastasiu P, Negrean G. 2005. Alien plants in Romania (I). *Analele științifice ale Universității "Al. I. Cuza" Iași Tomul LI, s. II a. Biologie vegetală*: 87-96
- Bhuvaneshwari K, Singh PK. 2015. Response of nitrogen-fixing water fern *Azolla* biofertilization to rice crop. *Biotech* 5: 523-529
- Borowiak-Sobkowiak B, Wilkaniec B, Przybyłowicz Ł. 2011. *Salvinia natans* (L.) All. nowa roślina żywicielska *Rhopalosiphum nymphaeae* Linneus (Hemiptera: Aphidoidea) w Polsce. *Wiad. entomol.* 30: 55-62
- Cohen-Shoel N, Barkay Z, Ilzyer D, Gilath I, Tel-Or E. 2002. Biofiltration of toxic elementary by *Azolla* biomass. *Water, Air, and Soil Pollution* 135: 93-104
- Dath AP, Singh DP. 1998. Effect of rice *Rhizoctonia solani* Kuhn infection on the biomass of different *Azolla* species. *Oryza* 35: 186-187
- Espinar JL, Díaz-Delgado R, Bravo-Utrera MA, Vila M. 2015. Linking *Azolla filiculoides* invasion to increased winter temperatures in the Donana marshland (SW Spain). *Aquatic Invasions* 10: 17-24
- Evrard C, van Hove C. 2004. Taxonomy of the American *Azolla* species (Azollaceae): a critical review. *Syst. and Geogr. Pl.* 74: 301-318
- Forni C, Chen J, Pancioni L, Grilli-Caiola M. 2001. Evaluation of the fern *Azolla* for growth, nitrogen and phosphorus removal from wastewater. *Water Research* 35: 1592-1598
- Forni C, Grilli M, Gentili S. 1989. Bacteria in the *Azolla-Anabaena* symbiosis. W: Skinner FA. et al. (red.). *Nitrogen fixation with non-legumes*, s. 83-88. Kluwer Academic Publishers
- Garcia-Murillo P, Fernández-Zamudio R, Cirujano S, Sousa A, Espinar JM. 2007. The invasion of Donana National Park (SW Spain) by the mosquito fern (*Azolla filiculoides* Lam). *Limnetica* 26: 243-250
- Gratwicke B, Marshall BE. 2001. The impact of *Azolla filiculoides* Lam. on animal biodiversity in streams in Zimbabwe. *African Journal of Ecology* 39: 216-218
- Hassan A, Ricciardi A. 2014. Are non-native species more likely to become pests? Influence of biogeographic origin on the impacts of freshwater organisms 3. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12: 218-223
- Hill MP, Cillers CJ. 1999. *Azolla filiculoides* Lamarck (Pteridophyta: Azollaceae), its status in South Africa and control. *Hydrobiologia* 415: 203-206
- Hussner A. 2012. Alien aquatic plant species in European countries. *Weed Research* 52: 297-306
- Janes R, Eaton JW, Hardwick K. 1996. The effects of floating mats of *Azolla filiculoides* Lam. and *Lemna minuta* Kunth on the growth of submerged macrophytes. *Hydrobiologia* 340: 23-26
- Kobierski P, Ryś R. 2016. Nowe stanowiska nabrzeżycy nadrzecznej *Corrigiola litoralis* w Dolinie Środkowej Odry (zachodnia Polska). *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 72: 68-74
- Lumpkin T.A. 1993. Azollaceae Wettstein. W: *Flora of North America* 2. New York and Oxford (<http://www.efloras.org>) Data dostępu: 2018-01-31
- Lumpkin TA, Plucknett DL. 1980. *Azolla*: botany, physiology, and use as a Green manure. *Economic Botany* 34: 111-153
- McConnachie AJ, Hill MP, Byrne MJ. 2004. Field assessment of a frond-feeding weevil, a successful biological control agent of red waterfern, *Azolla filiculoides*, in southern Africa. *Biological Control* 29: 326-331
- McConnachie AJ, Wit MP, de Hill MP, Byrne MJ. 2003. Economic evaluation of the successful biological control of *Azolla filiculoides* in South Africa. *Biological Control* 28: 25-32
- Mirek Z, Piękoś-Mirkowa H, Zajac A, Zajac M. 2002. Flowering Plants and Pteridophytes of Poland. A checklist. W: Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków

- Muller S. 2006. Prolifération spectaculaire d'*Azolla filiculoides* (Azollaceae, Pteridophyta) dans le canal de Jouy pres de Metz (Lorraine, France) à l'automne 2005. Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 107: 31-38
- Myśliwy M, Szlauer-Łukaszewska A. 2017. The fern *Azolla filiculoides* at new sites in Oder river (Poland) – invader or ephemeral? Polish Journal of Ecology 65: 405-414
- O'Brien CE, Jones RL. 2003. Early and Middle Pleistocene vegetation history of the Médoc region, southwest France. Journal of Quaternary Science 18: 557-579
- Oren Benaroya R, Tzin V, Tel-Or E, Zamski E. 2004. Lead accumulation in the aquatic fern *Azolla filiculoides*. Plant Physiology and Biochemistry 42: 639-645
- Pyšek P, Danihelka J, Sádlo J, Chrtek Jr J, Chytrý M, Jarošík V, Kaplan Z, Krahulec F, Moravcová L, Pergl J, Štajerová K, Tichý L. 2012. Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns. Preslia 84: 155-255
- Rosadziński S. 2008. *Azolla* w dolinie środkowej Odry. Bociek 94: 9-10
- Rostański K, Sowa R. 1986-1987. Alfabetyczny wykaz efemerofitów Polski. Fragmenta Floristica et Geobotanica 31-32: 151-203
- Sang HWWF, Van Vu V, Kijne JW, Tam VT, Planque K. 1987. Use of *Azolla* as test organism in a growth chamber of simple design. Plant and Soil 99: 219-230
- Schube T. 1928. Ergebnisse der Durchforschung der schlesischen Gefäßpflanzenwelt im Jahre 1927. Jahr.-Ber. Schles. Gesellsch. vaterl. Cultur. 100: 30-37
- Spałek K. 2015. Invasive vascular plant species of oxbow lakes in south-western Poland. Biodiversity Research and Conservation 38: 37-40
- Stachnowicz-Rybka R. 2011. Flora and vegetation changes on the basis of plant macroremains analysis from an early Pleistocene lake of the Augustów Plain (NE Poland). Acta Paleobotanica 51: 39-103
- Szczyński E. 2008. Endangered, expansive and invasive species in pteridoflora of Lower Silesia. W: Szczyński E, Gola E. (red.). Club mosses, horsetails and ferns in Poland – resources and protection. Institute of Plant Biology, University of Wrocław, Wrocław
- Szczyński E. 2009. *Azolla* paprotkowa *Azolla filiculoides*. W: Z. Dajdok, P. Pawlaczyk (red.) Inwazyjne gatunki roślin ekosystemów mokradłowych Polski. 32-35 Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin.
- Szczyński E, Błachuta J, Krukowski M, Picińska-Fałtynowicz J. 2009. Distribution of *Azolla filiculoides* Lam. (Azollaceae) in Poland. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 78: 241-246
- Tokarska-Guzik B, Dajdok Z, Zając M, Zając A, Urbisz A, Danielewicz W, Hołdyński Cz. 2012. Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa
- Tung HF, Watanabe I. 1983. Differential response of *Azolla-Anabaena* associations to high temperatures and minus phosphorus treatments. New Phytologist 93: 423-431
- Valentine DH, Moore DM. 1993. Azollaceae. W: Tutin TG, Burges NA, Chater AO, Edmondson JR, Heywood VH, Moore DM, Valentine DH, Walters SM, Webb DA. (red.). Flora Europaea. 1: 33. Cambridge Univ. Press, Cambridge
- Van Cat D, Watanabe I, Zimmerman WJ, Lumpkin TA, Baillonville TW. 1989. Sexual hybridization among *Azolla* species. Canadian Journal of Botany 67: 3482-3485
- Van der Velde G, Nagelkerken I, Rajagopal S, Bij de Vaate A. 2002. Invasions by alien species in inland freshwater bodies in western Europe: the Rhine delta. W: Leppäkoski E, Gollasch S, Olenin S. (red.). Invasive aquatic species of Europe. Kluwer Academic Publishers
- Van Hove C, Lejeune A. 2002. The *Azolla-Anabaena* symbiosis. Biology and Environment: Proc. R. Irish. Acad. 102b: 23-26
- Wagner GM. 1997. *Azolla*: A review of its biology and utilization. Botanical Review 63: 1-26
- Wołkowycki D. 1999. *Azolla filiculoides* (Pteridophyta, Azollaceae) w Polsce. Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica 6: 165-170

Dane pochodzące z baz danych

Hussner A. 2010. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Azolla filiculoides*
(https://www.nobanis.org/globalassets/speciesinfo/a/azolla-filiculoides/azolla_filiculoides.pdf) Data dostępu:
2018-01-28

Inne

Lansdown RV. 2015. GB non-native species risk assessments. *Azolla filiculoides*.
(<http://www.nonnativespecies.org/factsheet/factsheet.cfm?speciesId=451>) Data dostępu: 2018-01-20
Lumpkin TA. 1993. Azollaceae Wettstein. W: Flora of North America, vol. 2. New York and Oxford.
(http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=10085) Data dostępu: 2016-12-09

Pochodzące z własnych badań / obserwacji

Myśliwy M, Szlauer-Łukaszewska A. 2017. Nowe stanowiska *Azolla filiculoides* w zachodniej Polsce – dane z własnych badań

Szczęśniak E. 2007-2017. Monitoring stanowisk *Azolla filiculoides* na Dolnym Śląsku i terenach przyległych

Autorzy karty:

Ewa Szczęśniak¹, Monika Myśliwy*², Zygmunt Dajdok¹

* ekspert spoza zespołu wykonawców

¹Zakład Botaniki, Instytut Biologii Środowiskowej, Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

²Katedra Taksonomii Roślin i Fitogeografii, Wydział Biologii, Uniwersytet Szczeciński

Data opracowania: marzec 2018