

Szczecin, 28.02.2018r.

Streszczenie rozprawy doktorskiej

## Section *Ammoglochin* (*Carex*, Cyperaceae) in Poland

## Sekcja *Ammoglochin* (*Carex*, Cyperaceae) w Polsce

autor: mgr Jacob Koopman

dziedzina: nauki biologiczne

dyscyplina: biologia

promotor: dr hab. Helena Więclaw, prof. US

Katedra Taksonomii Roślin i Fitogeografii

Wydział Biologii, Uniwersytet Szczeciński

Badania dotyczą nomenklatury, taksonomii i rozmieszczenia w Polsce turzyc z sekcji *Ammoglochin* Dumort. (*Carex* L., Cyperaceae). W Polsce występuje siedem gatunków z tej sekcji: *Carex arenaria* L., *C. brizoides* L., *C. colchica* J. Gay, *C. curvata* Knaf, *C. praecox* Schreb., *C. pseudobrizoides* Clavaud i *C. repens* Bellardi. Badaniami objęto również *C. disticha* Huds., która obecnie umieszczona jest w sekcji *Holarrhenae* (Döll) Pax, jednakże w przeszłości była traktowana jako przedstawiciel sekcji *Ammoglochin*. Zwrócono również uwagę na spontanicznie pojawiające się w tej sekcji mieszańce.

Gatunki zaliczane do sekcji *Ammoglochin* są trudne taksonomicznie z powodu braku wyraźnych między nimi morfologicznych granic. Niektóre z nich są (prawdopodobnie) pochodzenia hybrydowego.

W niniejszych badaniach sformułowano następujące hipotezy badawcze:

- Zastosowanie fenetycznej koncepcji gatunku z wykorzystaniem analizy numerycznej pozwoli na zidentyfikowanie granic między taksonami z sekcji *Ammoglochin*,
- Cechy morfologiczne są wystarczające do utrzymania (wyróżniania) *C. curvata* na poziomie gatunku,

- *Carex disticha* różni się od (innych) przedstawicieli sekcji *Ammoglochin* cechami morfologicznymi i wymaganiami siedliskowymi, co uzasadnia umieszczenie tej turzycy w odrębnej sekcji (*Holarrrhenae*),
- *Carex colchica*, *C. curvata*, *C. pseudobrizoides* i *C. repens* posiadają pośrednie cechy morfologiczne w stosunku do *C. arenaria*, *C. praecox*, *C. brizoides* i *C. disticha*, co sugeruje, że mogą mieć pochodzenie mieszańcowe. *Carex colchica* mogła powstać w wyniku hybrydyzacji między *C. arenaria* × *C. praecox*; *C. curvata*, *C. brizoides* × *C. praecox*; *C. pseudobrizoides*, *C. arenaria* × *C. brizoides*. W przypadku *C. repens* są trzy możliwości, czyli domniemanymi rodzicami mogą być *C. arenaria* i *C. brizoides* lub *C. arenaria* i *C. disticha* albo *C. brizoides* i *C. disticha*,
- Gatunki z sekcji *Ammoglochin* są bardziej rozpowszechnione w Polsce niż to wynikałoby z dotychczasowej o nich wiedzy.

Badania terenowe prowadzono w latach 2006-2017; znalezione stanowiska turzyc z sekcji *Ammoglochin* odnoszono do siatki kwadratów ATPOL. Studiowano również materiał zielnikowy zdeponowany w 18 polskich herbariach (BIL, BSG, DPN, KRA, KRAM, KTC, KTU, LBLM, LOD, OLS, POZ, SLTC, SZUB, TRN, UGDA, WA, WRSL i WRSP) oraz w jednym niemieckim (GLM). Ogółem, w badaniach uwzględniono 2344 rekordy z 790 kwadratów ATPOL. Oszacowano 27 cech morfologicznych w tym 20 ilościowych i 7 jakościowych. Pomiary ilościowych cech morfologicznych do analiz statystycznych przeprowadzono na 385 okazach. W przypadku cech generatywnych, takich jak rozmiary pęcherzy, orzeszków i przysadek żeńskich, do pomiarów wykorzystywano po pięć organów z każdego okazu. Łącznie przeprowadzono ponad 19 000 pomiarów, które wykorzystano w analizach statystycznych oraz do skonstruowania klucza do oznaczania i opisu każdego taksonu. Uzyskane dane poddano jedno- dwu- i wielowymiarowej analizie statystycznej (statystyki podstawowe, test Kruskala-Wallisa, test wielokrotnych porównań, analiza dyskryminacyjna – DFA).

Niniejsze badania wykazały, że taksony z sekcji *Ammoglochin* są stosunkowo mało zmienne i jednocześnie morfologicznie do siebie podobne, stąd trudne do jednoznacznej identyfikacji (zakresy wielkości wielu cech morfologicznych pokrywają się u różnych gatunków z tej sekcji). Zatem taksony te mogą zostać poprawnie oznaczone jedynie przy wykorzystaniu wielu właściwych cech i ich kombinacji, tj. takich cech jak: długość łodygi, szerokości liści, długość i kolor kwiatostanu, rozmieszczenie kwiatów męskich i żeńskich w obrębie kłosów, kolor przysadek żeńskich, kształt, długość i szerokość pęcherzy oraz kształt

owoców. Najmniej zmienne są cechy generatywne i to właśnie one mogą być szczególnie pomocne w identyfikacji taksonów (wielkość pęcherzy, stosunek długości pęcherza do jego szerokości, długość orzeszków oraz stosunek długości orzeszków do ich szerokości).

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że *C. disticha* różni się istotnie od innych przedstawicieli sekcji *Ammoglochin*, zarówno pod względem morfologii, jak i wymagań siedliskowych, co uzasadnia umieszczenie jej w innej sekcji (*Holarrhenae*).

*Carex curvata* jest morfologicznie dobrze zdefiniowana; wyróżniają ją jasnobrązowe kwiatostany, długie i wąskie liście oraz charakterystyczny kształt pęcherzy. W przeszłości była uważana za podgatunek lub odmianę *C. brizoides*, lub za podgatunek lub odmianę *C. praecox*. *Carex curvata* posiada wiele cech, które ilościowo i jakościowo są morfologicznie pośrednie między *C. brizoides* i *C. praecox*; wielce prawdopodobne, że turzyca ta jest ustabilizowanym mieszańcem tych dwóch wyżej wymienionych gatunków.

W obrębie sekcji *Ammoglochin* rzadko obecne są mieszańce F<sub>1</sub>, jednakże mogą być one pomijane przez badaczy ze względu na ich podobieństwo do taksonów rodzicielskich. W niniejszych badaniach tylko dwie hybrydy zostały znalezione na obszarze Polski: *C. × hanseniana* Junge [*C. colchica* × *C. praecox*] i *C. × ohmuelleriana* O. Lang [*C. brizoides* × *C. remota* L.]. W pracy podano opis morfologiczny mieszańców; nie znaleziono w literaturze danych dotyczących morfologii tych mieszańców, oprócz ich protologów.

W podrodzaju *Vignea* mieszańce są całkowicie sterylne, jednakże niektóre gatunki z sekcji *Ammoglochin* są uważane za ustabilizowane mieszańce, pojawiające się w wyniku krzyżowania się częściowo płodnych hybryd pokolenia F<sub>1</sub> z jednym z rodziców (introgresja). Pojawiające się mieszańce upodabniają się do jednego z gatunków rodzicielskich, w kierunku którego następowały krzyżówki wsteczne, a różnią się od niego pewnymi cechami drugiego gatunku rodzicielskiego. Zatem w niniejszych badaniach, na podstawie porównań cech morfologicznych, uznano: (i) *Carex curvata* za ustabilizowanego mieszańca *C. brizoides* i *C. praecox*, (ii) *C. pseudobrizoides* za ustabilizowanego mieszańca *C. arenaria* i *C. brizoides* oraz (iii) *C. colchica* za ustabilizowanego mieszańca *C. arenaria* i *C. praecox*. Wszystkie trzy wspomniane powyżej gatunki - prawdopodobnie pochodzenia mieszańcowego - znalazły się w przestrzeni dyskryminacyjnej (DFA) pomiędzy domniemanymi taksonami rodzicielskimi.

Pochodzenie *C. repens* jest bardziej skomplikowane. Gatunek ten jest uważany przez niektórych naukowców za ustabilizowanego mieszańca *C. arenaria* i *C. brizoides*, natomiast inni uważają, że gatunkami rodzicielskimi są *C. arenaria* i *C. disticha*, lub *C. brizoides* i *C. disticha*. W niniejszych badaniach, na podstawie statystycznych analiz cech morfologicznych wskazano *C. arenaria* i *C. disticha*, jako prawdopodobnych rodziców *C. repens*.

Badania nad rozmieszczeniem gatunków z sekcji *Ammoglochin* w Polsce zaowocowały znalezieniem nowych stanowisk; poza tym ponad 22% całkowitej liczby kwadratów ATPOL, w których notowano taksony z tej sekcji, zawiera nowe rekordy dodane podczas obecnie prowadzonych badań terenowych. Jest to szczególnie istotne w stosunku do rzadkich i trudnych do identyfikacji gatunków z tej sekcji. Około jedna trzecia zbiorów zielnikowych *C. colchica*, *C. curvata* i *C. pseudobrizoides* została niewłaściwie oznaczona.

Najbardziej rozpowszechnionymi w Polsce gatunkami z sekcji *Ammoglochin* są (w kolejności od najczęściej występującego taksonu): *C. praecox* (środkowa Polska, od zachodu po część wschodnią), *C. brizoides* (część południowa), *C. disticha* (północ Polski), *C. arenaria* (północny zachód), *C. colchica* (północny zachód), *C. curvata* (południowy zachód), *C. pseudobrizoides* (zachód), *C. repens* (Kujawsko-Pomorskie). Cztery pierwsze gatunki występują we wszystkich szesnastu województwach, czyli *C. arenaria*, *C. brizoides*, *C. disticha* i *C. praecox*; cztery kolejne gatunki są znacznie radsze: *C. colchica* (notowana w 9 województwach), *C. curvata* (7), *C. pseudobrizoides* (7) i *C. repens* (3).

Planowane są dalsze badania terenowe, celem uzyskania pełniejszego obrazu rozmieszczenia taksonów z sekcji *Ammoglochin* w Polsce. Poza tym szczególnie istotne jest przeprowadzenie badań genetycznych, które mogą wyjaśnić lub potwierdzić pochodzenie gatunków, zwłaszcza tych uznanych w niniejszej pracy za ustabilizowane mieszańce.

Jacob Koopman

Summary of the doctoral dissertation

**Section *Ammoglochin* (*Carex*, Cyperaceae) in Poland**

Author: MSc Jacob Koopman

Field: Biological Sciences

Discipline: Biology

Promoter: dr hab. Helena Więclaw, prof. US

Plant Taxonomy and Phytogeography

Faculty of Biology, Szczecin University

In this study attention has been paid to the nomenclature, taxonomy and distribution of the taxa within the section *Ammoglochin* Dumort. (*Carex* L., Cyperaceae) in Poland. The following seven species occur in Poland: *Carex arenaria* L., *C. brizoides* L., *C. colchica* J. Gay, *C. curvata* Knaf, *C. praecox* Schreb., *C. pseudobrizoides* Clavaud, and *C. repens* Bellardi. Also *Carex disticha* Huds. has been included in this study. Nowadays it is normally treated as belonging to the section *Holarrhenae* (Döll) Pax, however in the past it was treated as a member of *Ammoglochin*. Attention has also been paid to the hybrids appearing spontaneously in this section.

The species within the *Carex* section *Ammoglochin* are difficult to distinguish, due to their similarity and a lack of clear-cut morphological characters. Some species are (very probably) of hybridogene origin.

In this study the following hypotheses were formulated:

- In Poland the members of the section *Ammoglochin* can be distinguished by the application of a phenetic species concept and numerical analyses, which make it possible to identify fairly clear-cut borders of morphology between the taxa.
- Morphological characters are sufficient for confirming that *C. curvata* is indeed a species.

- *Carex disticha* differs from other members of the section *Ammoglochin* in its morphological characters and habitat requirements, which justify placing it in another section, *Holarrhenae*.
- *Carex colchica*, *C. curvata*, *C. pseudobrizoides*, and *C. repens* have morphological characters intermediate between *C. arenaria*, *C. praecox*, *C. brizoides*, and *C. disticha*. This suggests that the first four mentioned species could be of hybrid origin. *Carex colchica* may have evolved from *C. arenaria* × *C. praecox*, *C. curvata* from *C. brizoides* × *C. praecox*, *C. pseudobrizoides* from *C. arenaria* × *C. brizoides*. In the case of *C. repens*, there are three possibilities, i.e. the putative parents are *C. arenaria* and *C. brizoides* or *C. arenaria* and *C. disticha* or *C. brizoides* and *C. disticha*.
- Species within the section *Ammoglochin* are more widespread in Poland than previously known.

Fieldwork was carried out between 2006 and 2017; sedge localities were referenced to the ATPOL-square grid. Besides herbarium material from one German (GLM) and 18 Polish institutes (BIL, BSG, DPN, KRA, KRAM, KTC, KTU, LBLM, LOD, OLS, POZ, SLTC, SZUB, TRN, UGDA, WA, WRSL, and WRSP) has been studied. In total 2344 records from about 790 ATPOL-squares were included in this study. Measurements for statistical analyses have been carried out on 385 specimens. On each specimen as many as 27 characters were measured (20 quantitative and 7 qualitative). For the generative characters of each specimen five utricles, nuts and female glumes were measured. The statistical analysis of a total of more than 19 000 measurements was used for the definition of the species and to provide a key and a detailed description of each taxon. The data were subjected to univariate, bivariate, and multivariate statistical analyses (basis statistics, non-parametric Kruskal–Wallis test and Dunn's multiple comparisons test, discriminant function analysis - DFA)

This study shows that the eight species within the section *Ammoglochin* are morphologically similar and in most of their characters measurement ranges are overlapping. Therefore specimens can only be determined correctly by looking at a combination of useful and relevant characters: stem length, width of the leaves, inflorescence length and colour, gender distribution in the spikes, colour of female glumes, shape, length and width of utricles, and shape of nuts. The less variable characters are more suitable for distinguishing the species within the section *Ammoglochin*. The most useful generative characters for identification are the following: utricle length and width, ratio of utricle length to utricle width, nut length, and ratio of nut length to nut width.

As demonstrated in this study, *Carex disticha* differs from the other members of the section *Ammoglochin* in morphological characters and habitat requirements, which justifies placing it in another section, *Holarrhenae*.

*Carex curvata* is morphologically well-defined by its light brown inflorescences, its long and narrow leaves and its decisive utricle shape. It has been treated over time as a subspecies or a variety of *C. brizoides* or of *C. praecox*. However it is intermediate to both species, very probably being their stabilised hybrid, so it is better to treat this entity as a species: *C. curvata*.

The species within the section *Ammoglochin* are rather similar in appearance, which suggests a close affinity, but hybrids seem to be rare. However hybrids may be being overlooked because of the similarity of the species. In this study only two hybrids could be found: *C. × hanseniana* Junge [*C. colchica* × *C. praecox*] and *C. × ohmuelleriana* O. Lang [*C. brizoides* × *C. remota* L.]. Of both are given a morphological description; I could not find any in literature, apart from both protologues.

Although generally hybrids within the subgenus *Vignea* are sterile, some of the *Ammoglochin* species are regarded as stabilised hybrids, having developed from at least partially fertile F1-hybrids by back-crossing with one of the parents (introgression). The emerging hybrids resemble that parent species, towards which the back-crossing occurs, and differ in some characters from the second parental species. Therefore, in this study, based on the comparison of morphological characters *C. curvata* is supposed to be the stabilised hybrid of *C. brizoides* and *C. praecox*, while *C. pseudobrizoides* is that of *C. arenaria* and *C. brizoides*. This study also suggests that *C. colchica* is the stabilised hybrid of *C. arenaria* and *C. praecox*. All three mentioned species (*C. curvata*, *C. pseudobrizoides* and *C. colchica*) hold an intermediate position between the two putative parental species in the DFA (Discriminant Function Analysis).

The origin of *C. repens* is more complicated. It has been regarded as the stabilised hybrid of *C. arenaria* and *C. brizoides*, *C. arenaria* and *C. disticha*, *C. brizoides* and *C. disticha*. In this study, based on statistical analyses of morphological characters, *C. arenaria* and *C. disticha* are indicated as the putative parents of *C. repens*.

This study also shows that the species are more common than previously known. More than 22% of the total number of ATPOL-squares in which this section has been recorded contained new records, added during the study. This is especially true for the rare species. This may partly be due to the fact that these rare and similar species are poorly known by

botanists. Around one third of the collections of *C. colchica*, *C. curvata* and *C. pseudobrizoides* were erroneously determined.

Sedges within *Ammoglochin* with their main populations in Poland are distributed as follows (starting with the most common): *C. praecox* (central west to central east), *C. brizoides* (south), *C. disticha* (north), *C. arenaria* (north-west), *C. colchica* (north-west), *C. curvata* (south-west), *C. pseudobrizoides* (west), *C. repens* (Kujawsko-Pomorskie). There are four common species which occur in all sixteen provinces in Poland, *C. arenaria*, *C. brizoides*, *C. disticha*, and *C. praecox*, and four rarer ones, *C. colchica* (in 9 provinces), *C. curvata* (7), *C. pseudobrizoides* (7), and *C. repens* (3).

Further field studies are planned to get a more complete picture of the distribution of the taxa within the section *Ammoglochin* in Poland. In addition, it is particularly important to conduct genetic research that can explain or confirm the origin of species, especially those considered in this work as stabilised hybrids.

Jacob Koopman