

UN XÉNOPHYTE ASIATIQUE DU GROUPE *CARDAMINE FLEXUOSA*: IDENTIFICATION, NOMENCLATURE ET GÉNÉTIQUE

Daniel HEPENSTRICK* et Françoise HOFFER-MASSARD

HEPENSTRICK D., HOFFER-MASSARD F. (2014). Un xénophyte asiatique du groupe *Cardamine flexuosa*: identification, nomenclature et génétique. *Bulletin du Cercle vaudois de botanique* 43: 69-76.

Depuis de nombreuses années, nous avons repéré, principalement dans des bacs à plantes, une Brassicacée proche de *Cardamine flexuosa* With. et de *Cardamine hirsuta* L., toutefois sans l'identifier ni prendre de notes (Fig. 1-5). En Suisse, le taxon semble être connu sur les rives du lac de Constance depuis 2004 sous le nom de *Cardamine flexuosa* auct. non With. ou *Japanisches Reisfeld-Schaumkraut* en allemand (BLEEKER *et al.* 2008; ROSENBAUER 2011). Dans le canton de Vaud, ce taxon très polymorphe a été trouvé à partir de janvier 2014 à de nombreux endroits, entre autres à Lausanne, Chavannes-près-Renens, Crissier, Froideville (Jorat), Lutry, Montreux, Morges et Ollon. En Suisse alémanique, il a été observé à Berne, Lachen (SZ), Zurich et Wädenswil (ZH). Ces observations ne représentent probablement qu'une partie de la distribution réelle de ce taxon en Suisse, car il est inconnu de la majorité des botanistes helvétiques. En nous basant sur une clé d'identification de VERLOOVE & SÁNCHEZ GULLÓN (2012), nous avons signalé à Info Flora diverses localités vaudoises sous le nom de *Cardamine flexuosa* subsp. *debilis* O. E. Schulz. Pourtant, dans notre enquête nous avons rencontré des nombreux noms utilisés pour cette *Cardamine*. Par commodité, nous la présentons sous le nom de *Cardamine* sp.

Dans cet article, nous présentons trois résultats de nos recherches sur ce taxon critique:

- Des photos de *Cardamine* sp. ainsi qu'un tableau de comparaison avec *Cardamine flexuosa* et *Cardamine hirsuta* pour faciliter l'identification.
- Les défis liés à la nomenclature avec une liste de noms utilisés pour cette *Cardamine* sp.

- Les résultats d'une petite analyse génétique avec l'aide de laquelle nous cherchons à vérifier nos identifications d'échantillons de *Cardamine* sp. récoltés en différents lieux de Suisse.

Identification

Selon le substrat et les conditions de lumière, cette *Cardamine* sp. montre une grande variabilité morphologique qui complique l'identification (Fig. 5). Par conséquent, il est recommandé de consulter l'ensemble des caractéristiques pour la distinguer de *Cardamine flexuosa* With. et de *Cardamine hirsuta*, elles aussi très polymorphes. Les principaux critères qui permettent habituellement de distinguer *Cardamine* sp. sont l'absence d'une rosette basale et la présence de folioles terminales trilobées. En plus, la tige est souvent flexueuse, plus ou moins ascendante, avec une pilosité éparsée ou absente. Inspiré par le tableau de ROSENBAUER (2011), nous avons compilé les principales caractéristiques de *Cardamine* sp. (Tab. 1) en nous basant sur les références citées ici, ainsi que sur des observations personnelles.

Nomenclature

La nomenclature de ce groupe de *Cardamine* est complexe et présente un joli défi (Tab. 2). En 2006 les spécialistes du genre *Cardamine*, LIHOVÁ *et al.*, ont publié une étude génétique au niveau mondial sur *Cardamine flexuosa* et ses proches parents, confirmant la suspicion que *Cardamine flexuosa* recouvre deux taxons différents. Le premier, *Cardamine flexuosa* With., correspond au taxon décrit en Grande-

*Daniel Hepenstrick, botaniste zurichois, travaille à la Haute école spécialisée ZHAW à Wädenswil (hepe@zhaw.ch)



Fig. 1a *Cardamine* sp. dans un bac à plantes à Montreux



Fig. 1b Détail



Fig. 2 *Cardamine* sp. dans une jardinerie à Chavannes-près-Renens. La présence des folioles terminales clairement trilobées est typique pour *Cardamine* sp.

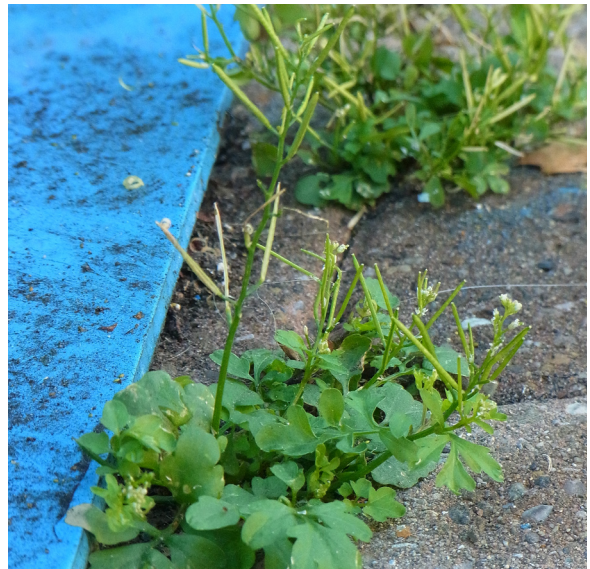


Fig. 3 *Cardamine* sp. au pied d'une caissette à journaux à Lausanne (Georgette)



Fig. 4a *Cardamine* sp. entre des pavés à Lausanne (Florimont)



Fig. 4b Détail. La tige flexueuse et courbée-ascendante et l'absence de rosette basale sont caractéristiques



Fig. 5 Parts d'herbier montrant la diversité morphologique de *Cardamine* sp.: a/ Lausanne bac à plantes; b/ Zurich graviers; c/ Zurich bac à plantes; d/ Wädenswil bac à plantes; e/ Berne bac à plantes; f/ Lac de Constance, rive du lac (Herbiers: a Françoise Hoffer-Massard; b-e Daniel Hepenstrick; f Uwe Amarell)

Tab. 1 Tableau d'identification de *Cardamine* sp. par rapport à *Cardamine flexuosa* et *Cardamine hirsuta*: les caractéristiques les plus importantes sont marquées en gras.

	<i>Cardamine</i> sp. (Fig. 1-5)	<i>Cardamine flexuosa</i> With.	<i>Cardamine hirsuta</i> L.
Feuilles basales	Peu de feuilles à la base, ne formant jamais une rosette	Présence de feuilles basales formant une rosette parfois détruite à l'anthèse	Nombreuses feuilles à la base formant nettement une rosette
Morphologie de la foliole terminale (basale et caulinaire)	Le plus souvent clairement trilobée	Partiellement lobée ou en partie dentée, non clairement trilobée	Le plus souvent entière
Port de la tige	Souvent courbé-ascendant Tige souvent flexueuse (formant des zigzags)	Dressé Tige souvent flexueuse (formant des zigzags)	Dressé Tige non flexueuse
Pilosité de la tige	Glabre ou pilosité épars	Pilosité marquée surtout à la base de la tige	Le plus souvent glabre
Nombre d'étamines	6	6	4
Position des siliques	Fruits divariqués	Fruits divariqués	Fruits dressés
Durée de vie	Annuelle	Bisannuelle ou pérenne de courte durée	Annuelle ou bisannuelle
Habitat	Adventice dans les jardinières, bacs à plantes etc. Présent aussi sur les rives du lac de Constance	Forêts humides et ombragées, sentiers forestiers Adventice dans les jardins	Champs et jardins, généralement plante de milieux ouverts

Tab. 2 Compilation des différents noms utilisés pour *Cardamine* sp.

Nom	Sources et remarques
<i>Cardamine flexuosa</i> With.	Des botanistes asiatiques utilisent ce nom qui correspond à la <i>Cardamine flexueuse</i> d'Europe, pour <i>Cardamine</i> sp. indigène en Asie de l'Est (LIHOVÁ <i>et al.</i> 2006).
Asian <i>Cardamine flexuosa</i>	LIHOVÁ <i>et al.</i> (2006), BLEEKER <i>et al.</i> 2008. Comme synonyme chez VERLOOVE & REYES-BETANCORT (2011) et VERLOOVE & SÁNCHEZ GULLÓN (2012). Nom informel.
<i>Cardamine flexuosa</i> auct. non With.	LIHOVÁ <i>et al.</i> (2006), KLAUSMEYER (2006), BLEEKER <i>et al.</i> (2008), VERLOOVE & REYES-BETANCORT (2011). Auctorum (auct.), mot latin signifie «des auteurs». Ce terme sert à indiquer que le nom est employé par un certain nombre d'auteurs ultérieurs dans un sens différent de celui établi par l'auteur original (With.).
<i>Cardamine flexuosa</i>	POST <i>et al.</i> (2011) ne distinguent pas les deux taxons: «Morphologically, we placed these two genotypes in the same category under the description of <i>C. flexuosa</i> ».
<i>Cardamine flexuosa</i> subsp. <i>debilis</i> O. E. Schulz	AL-SHEHBAB <i>et al.</i> (2010), VERLOOVE & SÁNCHEZ GULLÓN (2012). Comme synonyme chez ROLLINS (1993). Nom provisoirement utilisé chez Info Flora (www.infoflora.ch; statut: nom en cours de validation).
<i>Cardamine hamiltonii</i> G. Don	BOMBLE (2014) citant les sources d'internet DIJKHUIS <i>et al.</i> (2014) et FLORON (2014).
<i>Cardamine debilis</i> D. Don	ROLLINS (1993). Le nom <i>Cardamine debilis</i> D. Don 1825 n'est pas valide à cause de l'homonymie avec <i>Cardamine debilis</i> Banks ex DC. 1821 (LIHOVÁ <i>et al.</i> 2006).
<i>Japanisches Reiskraut</i>	ROSENBAUER (2011), BOMBLE (2014). Nom vernaculaire allemand utilisé pour <i>Cardamine</i> sp.

Bretagne par William Withering en 1796 (POST *et al.* 2009); il est tétraploïde, indigène en Europe et introduit en Amérique du Nord, Asie et Australie (LIHOVÁ *et al.* 2006). Cette *Cardamine flexuosa* With. est une espèce allotétraploïde, un hybride fixé entre *Cardamine amara* L. et *Cardamine hirsuta* (MANDÁKOVÁ *et al.* 2014). Le deuxiè-

me taxon est présenté sous le nom informel d'«Asian *Cardamine flexuosa*» ou *Cardamine flexuosa* auct. non With. (LIHOVÁ *et al.* 2006). Ce taxon est hexa- ou octoploïde (BLEEKER *et al.* 2008), il est indigène en Asie de l'Est mais introduit en Amérique du Nord, Australie et Europe (LIHOVÁ *et al.* 2006). Interprétant leurs données

génétiques, LIHOVÁ *et al.* (2006) suggèrent que *Cardamine flexuosa* auct. non With. est probablement allopolyploïde, avec des taxons asiatiques comme parents. Par conséquent, le taxon asiatique traditionnellement nommé *Cardamine flexuosa* manque de nom valide. Dans les pays où le taxon asiatique a été introduit, il interroge les botanistes et plusieurs noms sont en circulation. En Amérique du Nord le taxon était traité comme *Cardamine debilis* D. Don (ROLLINS 1993), vraisemblablement sans savoir que ce nom était invalide à cause de l'homonymie avec un taxon de Nouvelle-Zélande, *Cardamine debilis* Banks ex DC. (LIHOVÁ *et al.* 2006). Dans «Flora of North America» AL-SHEBAZ *et al.* (2010) ont présenté le taxon asiatique comme *Cardamine flexuosa* subsp. *debilis* O. E. Schulz. VERLOOVE & SÁNCHEZ GULLÓN (2012) ont également utilisé le nom de *Cardamine flexuosa* subsp. *debilis* O. E. Schulz. (syn.: “Asian” *Cardamine flexuosa*) pour présenter ce nouveau taxon pour la péninsule ibérique. Un an auparavant, VERLOOVE & REYES-BETANCORT (2011) ont présenté ce même taxon, nouveau pour Tenerife, sous le nom de *Cardamine flexuosa* auct. non With. (syn.: “Asian” *Cardamine flexuosa*). La population sur les rives du lac de Constance a été identifiée génétiquement comme *Cardamine flexuosa* auct. non With. par BLEEKER *et al.* (2008), se référant à LIHOVÁ *et al.* (2006). En raison de l'origine de ce taxon et de sa niche écologique typique en Asie, des auteurs allemands ont créé le nom vernaculaire *Japanisches Reisfeld-Schaumkraut*, soit «Cardamine japonaise des champs de riz» (ROSENBAUER 2011, BOMBLE 2014). Récemment des botanistes néerlandais ont présenté sur Internet un nom provisoire, *Cardamine hamiltonii* G. Don, et ils annoncent plus d'informations sur la nomenclature dans la prochaine édition du bulletin néerlandais *Gorteria* (DIJKHUIS *et al.* 2014; FLORON 2014). Influencé par ces Néerlandais, BOMBLE (2014) utilise aussi le nom *Cardamine hamiltonii* G. Don dans son rapport sur la présence de *Cardamine* sp. à Aachen. Signalons enfin que POST *et al.* (2011), botanistes nord-américains, ne font pas de différence entre *Cardamine* sp. et *Cardamine flexuosa* With.

En résumé, *Cardamine* sp. est un taxon asiatique manquant de nom valide parce qu'on l'a confondu avec un autre taxon décrit précédemment en Europe, *Cardamine flexuosa* With. Dans les pays où le taxon asiatique a été introduit, il y a désaccord sur le nom et le classement taxonomique. A l'heure actuelle (octobre 2014), le nom correct pour *Cardamine* sp. reste à déterminer.

Analyses génétiques: méthodes

Pour vérifier nos déterminations, nous avons fait séquencer l'ADN de sept échantillons de *Cardamine* sp. ainsi qu'un de *Cardamine flexuosa* With. et un de *Cardamine hirsuta* (Tab. 3). Le marqueur génétique choisi pour ces analyses s'appelle ITS (Internal Transcriber Spacer; ITS1 et ITS2). Des études ont mis en évidence que ITS est bien adapté au genre *Cardamine*, en particulier pour différencier les taxons proches de *Cardamine flexuosa* (FRANZKE *et al.* 1998, FAIN *et al.* 2005, LIHOVÁ *et al.* 2006, BLEEKER *et al.* 2008, POST *et al.* 2011). Les résultats de ces nombreuses études ont été mis à disposition sous forme de séquences de références sur la base de données GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank). Cela nous a permis d'utiliser les séquences ITS de *Cardamine* sp. des rives du lac de Constance de BLEEKER *et al.* (2008) et de comparer nos séquences pour vérifier l'identité présumée de nos échantillons de *Cardamine* sp. en utilisant la fonction «BLAST» (Tab. 3).

L'ADN a été extrait avec le NucleoSpin® Plant II Kit de Macherey & Nagel et amplifié avec les mêmes amorces que FRANCISCO-ORTEGA *et al.* (1999) à l'Université des sciences appliquées de Zurich (ZHAW, Haute école spécialisée à Wädenswil) et puis séquencé par Microsynth à Balgach. Les positions avec un polymorphisme intra-individuel (soit deux paires de bases différentes dans la même position) ont été codées de la même manière que LIHOVÁ *et al.* (2006) selon les règles de l'IUPAC. Seules les positions ininterprétables ont été exclues des analyses. En plus, les distances génétiques entre les séquences (FITCH 1966) ont été visualisées avec un diagramme «Neighbor Joining» (GASCUEL 1997) utilisant le programme R (R CORE TEAM 2013) avec les librairies APE (PARADIS *et al.* 2004) et SeqinR (CHARIF & LOBRY 2007) (Fig. 6). Les séquences obtenues ont été déposées sur GenBank. Des informations plus détaillées sur les analyses génétiques peuvent être obtenues auprès de l'auteur (hepe@zhaw.ch).

Analyses génétiques: résultats

Nos neuf séquences obtenues comprenaient entre 817 et 910 paires de bases (positions), incluant entièrement les zones ITS1 et ITS2. Dans quatre de nos séquences ainsi que la séquence provenant du lac de Constance, nous avons rencontré des polymorphismes intra-individuels (au maximum 15 par séquence). Les positions ininterprétables ont été rares (au maximum une par séquence). L'identité présumée de tous nos échantillons de

Tab. 3 Liste des échantillons analysés: identification morphologique avec l'ID de l'échantillon, la localité (ville/canton, coordonnées), l'habitat et références des plantes présentées sur la Fig. 5 provenant de la même population. Confirmation génétique avec le nombre d'accession de GenBank de la séquence ITS d'échantillon, les séquences de référence les plus proches sur GenBank incluant leurs provenances et le nombre des différences entre les séquences et les références.

Identification morphologique		Confirmation génétique	
ID; Localité; habitat; référence sur Fig. 5		accession No	référence; # différences
<i>Cardamine</i> sp.:		<i>Cardamine flexuosa</i> auct. non With.:	
ZH_Wae1; Wädenswil/ZH, 694109/230430; Couche dans une jardinerie		KM875626	DQ268437 Chine, DQ268450 Vietnam;
ZH_Zue; Zurich/ZH, 681596/248874; Gravier; Fig. 5b		KM875629	0 différence
ZH_Wae2; Wädenswil/ZH, 693693/231447; Bac à plantes; Fig. 5d		KM875621	DQ268441 Taïwan, DQ268443 Canada;
VD_Lau1; Lausanne/VD, 538042/151921; Pavés		KM875623	0 différence
BE_Ber; Berne/BE, 598751/199269; Bac à plantes; Fig. 5e		KM875625	DQ268446 Etats-Unis, DQ268447 Etats-Unis;
			0 différence
VD_Lau2; Lausanne/VD, 538763/152550; Bac à plantes; Fig. 5a		KM875622	DQ268439 Taïwan, DQ268433 Thaïlande, DQ268452 Australie;
			0 différence
SZ_Lac; Lachen/SZ, 707088/227808; Pavés		KM875627	DQ268439 Taïwan, DQ268433 Thaïlande, DQ268452 Australie;
			1 différence
Lac de Constance; 4 échantillons analysés provenant de 4 localités sur les rives du lac de Constance cf. BLEEKER <i>et al.</i> (2008); Rives du lac; Fig. 5f		DQ268430.1	DQ268430 Japon;
			5 différences
<i>Cardamine flexuosa</i> With.:		<i>Cardamine flexuosa</i> With.:	
<i>C. flexuosa</i> ; Wädenswil/ZH, 694109/230430; Couche dans une jardinerie		KM875628	AM905717.1 (Origine inconnue), DQ268409.1 Etats-Unis, DQ268410.1 Espagne;
			0 différence
<i>Cardamine hirsuta</i> L.:		<i>Cardamine hirsuta</i> L.:	
<i>C. hirsuta</i> ; Wädenswil/ZH, 694109/230430; Couche dans une jardinerie		KM875624	AY662297.1 (Origine inconnue), DQ209132.1 Italie;
			0 différence

Cardamine sp. a été établie comme *Cardamine flexuosa* auct. non With. d'après les séquences ITS (Tab. 1; LIHOVÁ *et al.* 2006); six séquences ITS de nos *Cardamine* sp. correspondaient parfaitement et la séquence d'échantillon SZ_Lac montrait une seule différence avec la séquence référence la plus proche. La séquence provenant du lac de Constance montrait cinq différences avec la séquence de référence la plus proche (cinq polymorphismes intra-individuels). Nos séquences de *Cardamine hirsuta* et *Cardamine*

flexuosa With. correspondaient parfaitement à l'espèce. Trois séquences ITS de *Cardamine* sp. (BE_Ber, ZH_Wae1 et ZH_Zue) et la séquence de *Cardamine hirsuta* correspondaient en plus parfaitement à d'autres séquences de GenBank, provenant d'autres taxons de *Cardamine* que les taxons supposés. Ces séquences de référence sont probablement de «faux positifs», reflétant la variabilité limitée du marqueur ITS et la présence de séquences sur GenBank provenant d'une étude qui ne distingue pas *Cardamine* sp. de *Cardamine flexuosa* With. (Post *et al.* 2011), donc des séquences mal identifiées. Dans la figure 6, les séquences ITS des différents échantillons de *Cardamine* sp. et de *Cardamine flexuosa* With. forment un groupe nettement différent de *Cardamine hirsuta*.

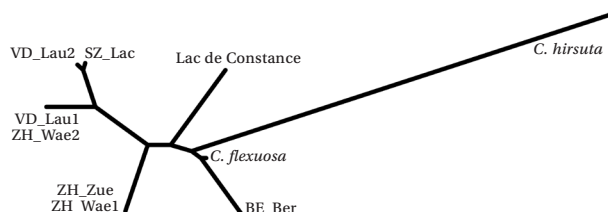


Fig. 6 Graphique des distances génétiques (arbre non enraciné des liens de proximité basé sur 58 polymorphismes d'ADN dans les séquences ITS). Les codes d'identification correspondent au Tab. 3. L'addition de la longueur des segments entre deux plantes correspond à leur éloignement génétique, les angles n'ont pas de signification.

Analyse génétique: interprétation

Dans les séquences ITS, l'absence de relation géographique est frappante. Nous avons découvert le même génotype ITS à Lausanne, Wädenswil,

Taiwan et au Canada. Un géotype différent a été trouvé à Zürich, Wädenswil, en Chine et au Vietnam, un troisième à Lausanne, Taiwan, Thaïlande et en Australie et un quatrième à Berne et aux Etats-Unis (Tab. 3). Ce manque de cohérence géographique de *Cardamine* sp. s'explique par la niche écologique occupée par ce taxon et son lien avec les activités humaines, à l'origine vraisemblablement adventice des rizières puis colonisant de nouvelles contrées par des pots de fleurs et les jardinerie, d'où il s'échappe.

La situation de *Cardamine* sp. des rives du lac de Constance est particulière. BLEEKER *et al.* (2008) ont trouvé un seul géotype autour du lac. Cette homogénéité génétique peut s'expliquer si l'on considère le lac de Constance comme un milieu fermé où un seul géotype de *Cardamine* sp. aurait été introduit et se serait installé (effet fondateur).

Dans la figure 6, la position éloignée de *Cardamine hirsuta* avec le groupe *Cardamine* sp. et *Cardamine flexuosa* With. distingue clairement l'espèce *Cardamine hirsuta* de *Cardamine* sp. et *Cardamine flexuosa* With. (Tab. 1). Dans le groupe de *Cardamine* sp. et de *Cardamine flexuosa* With., les distances génétiques sont variables, mais relativement courtes. D'autres interprétations des distances génétiques (Fig. 6) ne sont pas possibles étant donné que cette étude n'est basée que sur un marqueur génétique montrant une variabilité limitée. En particulier il n'est pas possible d'affirmer si *Cardamine* sp. et *Cardamine flexuosa* With. sont des espèces ou des sous-espèces.

Conclusion

Cardamine sp. provient d'Asie, mais elle est devenue cosmopolite (LIHOVÁ *et al.* 2006). Ce taxon est vraisemblablement très présent en Suisse, en particulier chez les horticulteurs, dans des bacs à plantes, etc. On peut s'attendre à ce que *Cardamine* sp. s'installe aussi dans des habitats rudéraux comme *Cardamine* sp. l'a déjà fait sur les rives du lac de Constance (BLEEKER *et al.* 2008). Pour faire la lumière sur la désignation correcte de *Cardamine* sp., la consultation des descriptions originales et des types sera essentielle. De nouvelles études sont annoncées (BLEEKER *et al.* 2008, DIJKHUIS 2014). En attendant ces résultats, nous vous invitons à prélever des parts d'herbier et à communiquer vos observations à Info Flora sous le nom provisoire de *Cardamine flexuosa* subsp. *debilis* O. E. Schulz.

Remerciements

Un chaleureux merci à Uwe Amarell pour sa part d'herbier de *Cardamine* sp. et pour ses renseignements concernant la nomenclature. Nous remercions Marilena Palmisano et Joël Pothier pour leur aide dans le séquençage et le transfert des séquences sur GenBank. Un immense merci aux relecteurs Christophe Bornand et Pascal Vittoz pour leurs précieux conseils.

Bibliographie

- AL-SHEHBAZ I.A., MARHOLD K., LIHOVÁ J., 2010. *Cardamine*. In: Flora of North America editorial committee (ed.): Flora of North America North of Mexico, Volume 7. Oxford University Press, New York & Oxford. pp. 464-484.
- BLEEKER W., KLAUSMEYER S., PEINTIGER M., DIENST M., 2008. DNA sequences identify invasive alien *Cardamine* at Lake Constance. *Biological Conservation* 141: 692-698.
- BOMBLE F.W., 2014. Japanisches Reisfeld-Schaumkraut (*Cardamine hamiltonii*) in Aachen. *Veröffentlichungen des Bochumer Botanischen Vereins* 6: 1-5.
- CHARIF D., LOBRY J.R., 2007. SeqinR 1.0-2: a contributed package to the R project for statistical computing devoted to biological sequences retrieval and analysis. In: Bastolla U., Porto M., Roman H.E., Vendruscolo M.: Structural approaches to sequence evolution: Molecules, networks, populations. Springer, New York. pp. 207-232.
- DIJKHUIS E., DIRKSE G., DUISTERMAAT L., VAN MILL G., VAN DER WEIL P., 2014. Let op nieuwe Aziatische veldkers. <http://www.natuurbericht.nl/?id=12215> et http://natuurmuseum.nl/actueel/aziatische_veldkers/ [14.10.2014]
- FAIN G.B., ALTLAND J.E., RINEHART T.A., 2005. Molecular and morphological characterization of *Cardamine* species. *Southern Nursery Association Research Conference* 50: 454-456.
- FITCH W.M., 1966. An improved method of testing for evolutionary homology. *Journal of Molecular Biology* 16: 9-16.
- FLORON 2014. Floron Verspreidingsatlas Planten: *Cardamine hamiltonii* G. Don. <http://www.verspreidingsatlas.nl/5651> [14.10.2014].
- FRANZKEA., POLLMANN K., BLEEKER W., KOHRT R., HURKA H., 1998. Molecular systematics of *Cardamine* and allied genera (Brassicaceae): ITS and non-coding chloroplast DNA. *Folia Geobotanica* 33: 225-240.
- GASCUEL O., 1997. BIONJ: an improved version of the NJ algorithm based on a simple model of sequence data. *Molecular Biology and Evolution* 14: 685-695.

- KLAUSMEYER S., 2006. Analyse von potenziellen *Cardamine*-Hybriden in der Ufervegetation des Bodensees. Universität Osnabrück, Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien. 45 p.
- LIHOVÁ J., MARHOLD K., KUDOH H., KOCH M.A., 2006. World phylogeny and biogeography of *Cardamine flexuosa* (Brassicaceae) and its relatives. *American Journal of Botany* 93: 1206-1221.
- MANDÁKOVÁ T., MARHOLD K., LYSÁK M.A., 2014. The widespread crucifer species *Cardamine flexuosa* is an allotetraploid with a conserved subgenomic structure. *New Phytologist* 201: 982-992.
- PARADIS E., CLAUDE J., STRIMMER K., 2004. APE: analyses of phylogenetics and evolution in R language. *Bioinformatics* 20: 289-290.
- POST A.R., KRINGS A., XIANG J., SOSINSKI B.R., NEAL J. C., 2009. Lectotypification of *Cardamine flexuosa* (Brassicaceae). *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 3: 227-230.
- POST A.R., ALI R., KRINGS A., XIANG J., SOSINSKI B.R., NEAL J.C., 2011. On the identity of the Weedy Bittercresses (*Cardamine*: Brassicaceae) in United States nurseries: Evidence from molecules and morphology. *Weed Science* 59:123-135.
- R CORE TEAM, 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- ROLLINS R.C., 1993. The Cruciferae of Continental North America. Systematics of the Mustard Family from the Arctic to Panama. Stanford University Press, Stanford. 996 p.
- ROSENBAUER A., 2011. Ausgewählte *Cardamine*-Arten in Baden-Württemberg. Zentralstelle für die floristische Kartierung von Baden-Württemberg, Stuttgart. 1 p. (<http://www.flora.naturkundemuseum-bw.de/BestimmungCardamine.pdf>)
- VERLOOVE F., REYES-BETANCORT J.A., 2011. Additions to the flora of Tenerife (Canary Islands, Spain). *Collectanea Botanica* 30: 63-78.
- VERLOOVE F., SÁNCHEZ GULLÓN E., 2012. New records of interesting vascular plants (mainly xenophytes) in the Iberian Peninsula. II. *Flora Mediterranea* 22: 5-24.