

НОВЫЕ НАХОДКИ *ASTEROSIPHON DICHOTOMUS* (ХАНТНОРФУСЕАЕ) В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

© 2021 г. В. С. Вишняков

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
пос. Борок, Ярославская обл., 152742, Россия

e-mail: aeonium25@mail.ru

Поступила в редакцию 25.02.2020 г.

После доработки 02.11.2020 г.

Принята к публикации 10.11.2020 г.

Asterosiphon dichotomus, редкий вид наземных макроводорослей, обнаружен в европейской части России в Вологодской, Воронежской и Ярославской областях. Новые находки расширяют представления о распространении вида в Европе и уточняют диапазон известных значений размеров фотосинтезирующих нитей.

Ключевые слова: *Asterosiphon*, почвенные водоросли, морфология, флористические находки, Европейская Россия

DOI: 10.31857/S000681362103008X

Asterosiphon Dang. — морфологически своеобразный представитель класса желто-зеленых водорослей (Xanthophyceae), который включает один вид, *Asterosiphon dichotomus* (Kütz.) Vishnyakov. Его сифональный таллом подразделен на центральный подземный ризоид и систему наземных дихотомически ветвящихся фотосинтезирующих нитей. Размножение происходит акинетами и апланоспорами. По вопросу о систематическом положении рода сохраняется неопределенность: одни авторы включают его в семейство Vaucheriaceae вместе с родом *Vaucheria* DC. (Starmach, 1972; Maistro et al., 2016), другие — в семейство Botrydiaceae с родом *Botrydium* Wallr. (Ettl, Gärtner, 2014).

A. dichotomus — это полизональный вид, который встречали в Европе, Восточной Азии, Северной Африке и Южной Америке, везде в единичных или очень немногочисленных местонахождениях (Dangeard, 1942; Gauthier-Lièvre, 1954; Rieth, 1962; Lacoste de Díaz, 1981; Christensen, 1986; Langanen, 1994; Liu et al., 1994; Kusel-Fetzmann, 1999; Cambra-Sánchez, 2010; Carter, John, 2012; Gupta, 2012). Первая находка *A. dichotomus* в России относится к 2017 г., когда вид был обнаружен на северо-западе Ярославской обл. в количестве одного экземпляра, на котором можно было видеть только акинеты (Vishnyakov, 2019). В 2019 г. вид найден снова в относительной близости к месту

ранней находки в большом количестве экземпляров, у которых можно было проследить различные способы размножения. Кроме того, новые местонахождения были открыты в Вологодской и Воронежской областях.

В настоящей работе представлены данные о новых находках *A. dichotomus*, которые позволили уточнить морфологическую характеристику вида в части диапазона варьирования ширины таллома. Также рассмотрены вопросы распространения и целесообразности охраны вида.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В Ярославской обл. *A. dichotomus* обнаружен в начале июня 2019 г. в ходе маршрутных сборов представителей рода *Vaucheria*. В одном из гидроморфных биотопов по берегу ручья в Некоузском районе в большом количестве были обнаружены группы плоских розетковидных талломов *A. dichotomus*, легко различимые на поверхности еще не заросшей нарушенной почвы. Впоследствии вид удалось обнаружить и в образцах с видами рода *Vaucheria*, в большом количестве отобранных в том же месте и поблизости в дренажных канавах. Только эти образцы были изучены в живом состоянии. В Вологодской и Воронежской областях *A. dichotomus* был собран в июне и августе вместе с наземными видами рода *Vaucheria* по обочинам

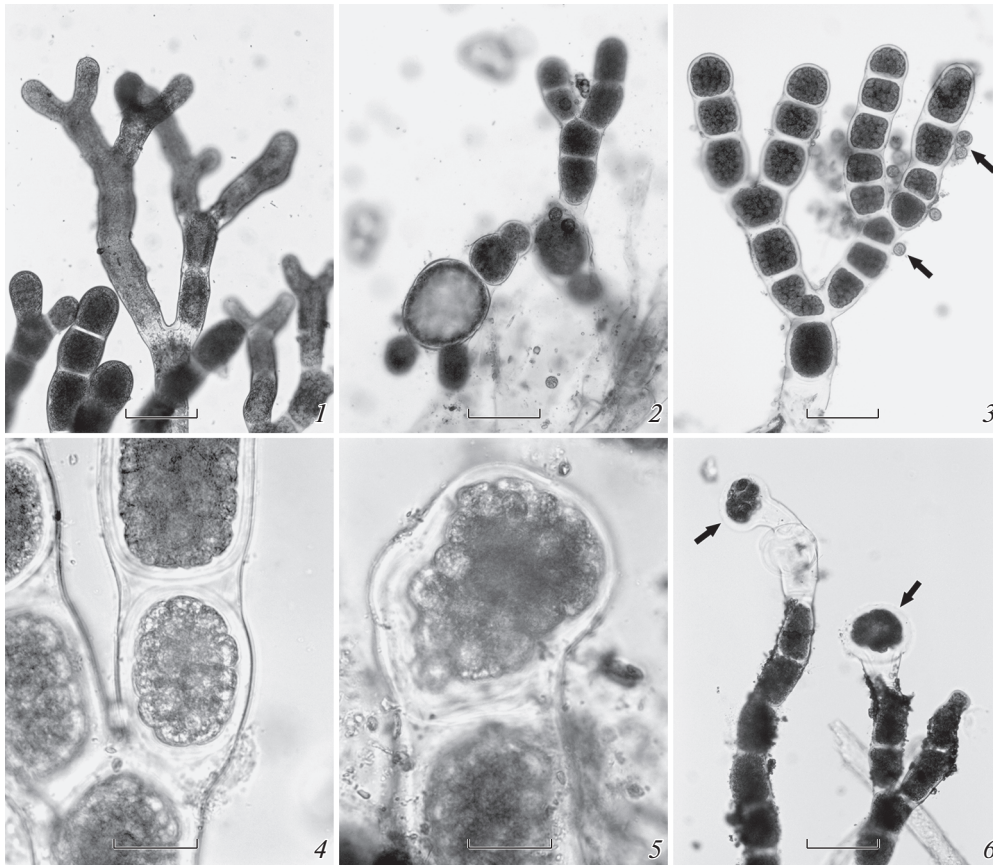


Рис. 1. Морфология *Asterosiphon dichotomus* из новых местонахождений в Ярославской обл. 1, 2 – дихотомически ветвящиеся сифональные талломы, подразделенные на серии акинет; 3 – таллом, подразделенный на акинеты, которые превратились в апланоспорангии, стрелками показаны свободные апланоспоры; 4 – апланоспорангии с утолщенными слоистыми стенками; 5 – апланоспорангий с истончающейся оболочкой перед выходом группы апланоспор; 6 – выход апланоспор группами в слизистых пузырях (стрелки). Масштабные линейки: 1–3, 6 – 100 мкм, 4, 5 – 30 мкм.

Fig. 1. Morphology of *Asterosiphon dichotomus* from new localities in Yaroslavl Region. 1, 2 – dichotomously branching siphons, subdivided into series of akinets; 3 – siphon subdivided into akinets, which transformed to aplanosporangia, the released aplanospores are indicated with arrows; 4 – aplanosporangia with thickened laminated walls; 5 – aplanosporangium with thinned wall before releasing of aplanospores; 6 – groups of aplanospores released in mucous bladders (arrows). Scale bars: 1–3, 6 – 100 μm , 4, 5 – 30 μm .

затененных грунтовых дорог, при этом в обоих случаях обнаружить вид удалось только после предварительного изучения образцов в лабораторных условиях с использованием стереомикроскопа. Эти образцы были высушены или зафиксированы 80%-ным спиртом вместе с верхним слоем почвы, пронизанным ризоидами.

Для более детальных исследований талломы *A. dichotomus* были изолированы из почвы и разделены на части. Серия водных препаратов изучена в световой микроскоп SM2000 фирмы Opto-Edu Col Ltd. (Китай) при увеличении до 400 раз, при этом измерения нитей, акинет и апланоспор проведены с точностью до 0.5 мкм, а морфология задокументирована микрофотографиями. После изучения живые образцы были высушены рас-

правленными на покровных стеклах 24 × 50 мм или зафиксированы 80% этанолом. Оставшиеся целые образцы были высушены с частицами почвы. Образцы размещены в Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН в коллекции автора.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Asterosiphon dichotomus (Kütz.) Vishnyakov – рис. 1.

Новые местонахождения. Вологодская обл., Верховажский р-н. 1.2 км западнее д. Дресвянка, вблизи болота Лишкино, 60°23'15"N, 41°38'09"E, лесная дорога, вдоль колеи, заполненных водой, глинистый грунт, 30 VI 2019, Филиппов, Комарова, V-293 (здесь и далее – номер образца в коллек-

ции). Воронежская обл., Лискинский р-н. Окр. хутора Дивногорье, притененная грунтовая дорога в пойме р. Тихая Сосна, проложенная вдоль ж/д, 50.969477°N, 39.289938°E, на влажной почве по краям луж, в старых колеях, по обочинам, 16 VIII 2019, Вишняков, Прокина, Еремеев, V-583. Ярославская обл., Некоузский р-н. Свежевырытая дренажная канава дороги на д. Кузьма-Демьян (местность “Кресты”), 58.001964°N, 38.233048°E, поблизости ручья, на влажной глинистой почве, редко, + *Vaucheria* spp., 4 VI 2019, Вишняков, V-55, V-56; там же, местность “Кресты”, берег первого ручья в месте пересечения с дорогой на д. Кузьма-Демьян, 58.002109°N, 38.234131°E, на влажной оголенной почве, 4 VI 2019, Вишняков, V-55, V-56; там же, 9 VI 2019, Вишняков, Кузнецова, V-57, V-58; там же, урочище Нескучное, высохшая придорожная канава со стороны полей, 58.000490°N, 38.242204°E, на почве, заросшей протонемами мха, + *Vaucheria* spp., *Botrydium granulatum* (L.) Grev., 9 VI 2019, Вишняков, Кузнецова, V-57, V-58. Примечание: образцы V-55, V-56, V-57, V-58 представляют собой усредненные пробы, поскольку происходят из очень близко расположенных местонахождений и отобраны в один день.

В Вологодской и Воронежской областях вид обнаружен впервые. Находки в Ярославской обл. относятся к местности в 6 км южнее ранее установленного местонахождения, в котором *A. dichotomus* был найден в высохшей и заросшей вошериями луже на лесной грунтовой дороге (Вишняков, 2019). Все находки в России значительно удалены от ранее известных в Европе, ближайшие из которых относятся к Норвегии (Langangen, 1994), Австрии (Kusel-Fetzmann, 1999) и Греции (Christensen, 1986).

Морфология и размножение. Таллом нитчатый сифональный с центральным бесцветным ризоидом до 20 мм дл., до 200 мкм толщ. и наземной фотосинтезирующей частью 2–10 мм в диам., состоящей из радиально распластанных по почве приподнимающихся нитей, которые формируют тонкие аксессуарные ризоиды. Нити обычно равно дихотомически ветвятся (до 16 и более точек ветвления), 27.5–50 мкм в диам., постепенно расширяются к концам и по мере роста, обычно в базипетальном направлении, подразделяются на акинеты (“стадия гонгрозирь”) (рис. 1, 1, 2). Акинеты со временем приобретают бочонковидную, овальную или округлую форму, 45–77 мкм шир., изредка до 112.5 мкм шир., их оболочки утолщаются до 5 мкм, содержимое становится более темным. Акинеты высвобождаются путем разрыва оболочки таллома или становятся апланоспоран-

гиями (рис. 1, 3–5). Апланоспоры многочисленные, шаровидные, 15–22.5 мкм в диам., высвобождаются либо непосредственно через разрыв истончающейся стенки апланоспорангия, либо окружаются прозрачной слизью и выталкиваются через широкое округлое отверстие (рис. 1, 6). Ювенильные тонкостенные апланоспоры способны к амебоидным движениям, поэтому их форма может уклоняться от правильно округлой. Свободные апланоспоры можно наблюдать в большом количестве среди нитчатых талломов (рис. 1, 3, стрелки).

Изучение новых образцов позволило расширить морфологическую характеристику вида в части ширины таллома: обнаружены более узкие нити, еще сохраняющие апикальный рост и только подразделяющиеся на акинеты, а также более широкие нити на стадии акинет. Ранее известные значения диаметра нитей – 40–50 мкм, акинет (и апланоспорангиев) – не более 70 мкм (Rieth, 1962; Lacoste de Díaz, 1981; Langangen, 1994). Обнаружение образцов с апланоспорами весьма интересно, поскольку не все авторы, писавшие о находках вида, могли наблюдать их формирование (например, Gauthier-Lièvre, 1954; Cambra-Sánchez, 2010).

Распространение и экология. Новые находки в Ярославской и Вологодской областях относятся к лесной зоне, подзоне южной тайги, находка в Воронежской обл. относится к границе между лесостепной и степной зонами, что позволяет предполагать очень широкое распространение вида в Европейской России и возможность встретить его в регионах с различной ландшафтно-климатической обстановкой. В Европе вид встречается в странах с морским, влажным умеренно-континентальным и сухим субтропическим климатом. Его находили в Испании (Cambra-Sánchez, 2010), Великобритании (Carter, John, 2012), Дании (Langangen, 1994), Франции (Dangeard, 1942), Швейцарии (Langangen, 1994), Германии (Rieth, 1962), Австрии (Kusel-Fetzmann, 1999), Греции (Christensen, 1986) и Норвегии (Langangen, 1994). Вид также известен из Алжира (Gauthier-Lièvre, 1954), Индии – Джамму и Кашмира (Gupta, 2012), Китая – Шаньси (Liu et al., 1994), Аргентины – Буэнос-Айреса (Lacoste de Díaz, 1981).

A. dichotomus обитает в биотопах воздушно-наземной среды, возникающих в связи с нарушениями почвенного покрова и динамикой водоемов или водотоков. Вид находили на влажной почве в садах, на скотных дворах, газонах, тропах, грунтовых дорогах и на высыхающих илах по отмелям водоемов и рек. *A. dichotomus* обилен на почвах, которые испытали более или менее продолжи-

тельное затопление, но к моменту появления водоросли по меньшей мере несколько недель находились в контакте с воздухом. Появлению вида в Ярославской обл. определенно способствовала установившаяся с конца мая жаркая и сухая погода (Parshina, 2019), в результате чего уровень воды многих мелких водоемов и водотоков понизился, обычно залитые водой грунты оказались в контакте с воздухом, и на них можно было наблюдать массовое развитие вошериевых водорослей. Все биотопы, в которых обнаружен вид, характеризовались сильным нарушением почвенно-растительного покрова в результате антропогенного воздействия. Они связаны с обочинами грунтовых дорог, недавно вырытыми дренажными канавами, берегом ручья, измененным в ходе реконструкции дороги.

Целесообразность охраны. Редкость *A. dichotomus*, очевидно, больше обусловленная недостатком данных, а также малочисленность популяций стали причинами его включения в национальные списки охраняемых видов. Вид считался “исчезающим” в Германии (Mollenhauer, Christensen, 1996), но в последнем издании Красного списка страны он оценивается уже как “не угрожаемый” (Linne von Berg, 2018). “Уязвимым” вид признается в Норвегии (Fredriksen et al., 2015), однако лимитирующие факторы остаются неизвестными.

По нашему мнению, *A. dichotomus*, как и любой другой редкий вид, не следует относить к охраняемым до выявления факторов, несомненно влекущих угрозу выживанию и в первую очередь антропогенных. Пока такие не обнаружены, само по себе включение вида в красные списки не может рассматриваться достаточным основанием для аналогичных действий в тех регионах России, где были открыты его новые местонахождения. В ситуации, когда охрана видов все чаще понимается как сохранение среды их обитания (Juráň, Kaštovský, 2019), индивидуальная охрана *A. dichotomus* может осложняться вплоть до невозможности тем, что этот вид явно реализует рудеральную ценотическую стратегию, часто заселяя биотопы, нарушенные деятельностью человека.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках государственного задания № АААА-А18-118012690096-1.

Автор благодарит своих коллег за помощь в сборе материала и особенно Д.А. Филиппова и А.С. Комарову, предоставивших образец из Вологодской обл. Особая благодарность рецензентам за ценные замечания по рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Cambra-Sánchez J. 2010. *Asterosiphon dichotomus* (Kützing) Rieth (Vaucheriales, Ochrophyta, Xanthophyceae) in sub-arid agricultural soils of Catalonia (Spain). — *Gayana Botánica*. 67 (1): 140–144. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432010000100015>
- Carter C.F., John D.M. 2012. *Asterosiphon dichotomus* (Kützing) Rieth: a new record of an edaphic xanthophyte for the British Isles. — *The Phycologist*. A newsletter of the British Phycological Society. 83: 37.
- Christensen T.A. 1986. Observations on *Vaucheria* sect. *Heeringia* (Tribophyceae), including *V. incurva* sp. nov. — *Arch. Protistenk.* 132 (4): 277–285. [https://doi.org/10.1016/S0003-9365\(86\)80023-9](https://doi.org/10.1016/S0003-9365(86)80023-9)
- Dangeard P.J.L. 1942. Le nouveau genre *Asterosiphon* et sa place systématique. — *Botaniste*. 31: 271–293.
- Ettl H., Gärtner G. 2014. Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. Berlin, Heidelberg. 773 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-39462-1>
- Fredriksen S., Husa V., Schneider S., Sjøtun K. 2015. Alger (Cyanophyta, Rhodophyta, Chlorophyta og Ochrophyta). Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken <http://www.artsdatabanken.no/Rodliste/Artsgruppene/Alger>
- Gauthier-Lièvre L. 1954. Algues Africaines nouvelles, rares ou imparfaitement connues. — *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique Nord*. 45 (3–4): 98–111.
- Gupta R.K. 2012. Algae of India. Volume 2. A checklist of Chlorophyceae, Xanthophyceae, Chrysophyceae and Euglenophyceae. Salt Lake, Kolkata. 428 p.
- Juráň J., Kaštovský J. 2019. The procedure of compiling the Red List of microscopic algae of the Czech Republic. — *Biodivers Conserv.* 28: 2499–2529. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01792-x>
- Kusel-Fetzmann E.-L. 1999. Zur Gefährdung der österreichischen Süßwasseralgen. — In: *Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs*. 2. Auflage. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. Graz. P. 267–275.
- Lacoste de Díaz E.N. 1981. Notas algológicas. *Asterosiphon terrestre* (Xanthophyceae). — *Lilloa*. 35 (3): 85–87.
- Langangen A. 1994. Gulgrønnalgen, *Asterosiphon dichotomus*, funnet i Norge. — *Blyttia*. 52 (2): 61–66.
- Linne von Berg K.-H. 2018. Rote Liste und Gesamtartenliste der Schlauchalgen (Xanthophyceae: Vaucheriaceae) Deutschlands. — In: *Rote Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands*. Band 7: Pflanzen. Bonn (Bundesamt für Naturschutz). — *Naturschutz und Biologische Vielfalt*. 70 (7): 567–598.
- Liu G., Lu D., Bi L. 1994. The first report on Heterosiphonales from Hubei, China. — *J. Hubei Univ. (Nat. Sci.)*. 16 (1): 12–16.
- Maistro S., Broady P., Andreoli C., Negrisola E. 2016. Xanthophyceae. — In: *Handbook of the Protists*. P. 1–28. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32669-6_30-1
- Mollenhauer D., Christensen T.A. 1996. Rote Liste der Schlauchalgen (Vaucheriaceae) Deutschlands. — In: *Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands* /

- Schriftenreihe für Vegetationskunde. H. 28. Bonn, pp. 625–632.
- [Parshina] Паршина Л.Н. 2019. Погода на территории Российской Федерации в мае 2019 г. – Метеорология и гидрология. 8: 128–133.
- Rieth A. 1962. Über *Gongrosira dichotoma* Kütz. und *Asterosiphon* Dang. I. Gibt es ein “Gongrosira-Stadium” bei *Vaucheria*? – Limnologica. 1 (3): 197–210.
- Starmach K. 1972. Flora Slodkowodna Polski. Tom 10: Chlorophyta III. Zielenice nitkowate. Warszawa–Kraków. 750 p.
- Vishnyakov V.S. 2019. Validation of the name *Asterosiphon dichotomus* (Xanthophyceae). – Phytotaxa. 404 (7): 297–300.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.404.7.5>

NEW RECORDS OF *ASTEROSIPHON DICHOTOMUS* (XANTHOPHYCEAE) IN EUROPEAN RUSSIA

V. S. Vishnyakov

*Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS
Borok, Yaroslavl Region, 152742, Russia
e-mail: aeonium25@mail.ru*

Asterosiphon dichotomus, a rare species of terrestrial macroalgae, was found in the European Russia in the Vologda, Voronezh and Yaroslavl regions. The new records of the species allowed to clarify its distributional range in Europe and amend morphological description in terms of the width of photosynthetic filaments.

Keywords: *Asterosiphon*, soil algae, morphology, floristic records, European Russia

ACKNOWLEDGEMENTS

The results were obtained in the framework of the state assignment no. AAAA-A18-118012690096-1 “Diversity, structure and productivity of algal communities of freshwater ecosystems”. The author acknowledges his colleagues for help during sampling, especially D.A. Philippov and A.S. Komarova, who provided the sample from the Vologda Region. Special thanks to reviewers for valuable comments on the manuscript.

The author acknowledges his colleagues for help during sampling, especially D.A. Philippov and A.S. Komarova, who provided sample from the Vologda Region. Special thanks to reviewers for valuable comments on the manuscript.

REFERENCES

- Cambra-Sánchez J. 2010. *Asterosiphon dichotomus* (Kützling) Rieth (Vaucheriales, Ochrophyta, Xanthophyceae) in sub-arid agricultural soils of Catalonia (Spain). – *Gayana Botánica*. 67 (1): 140–144.
<https://doi.org/10.4067/S0717-66432010000100015>
- Carter C.F., John D.M. 2012. *Asterosiphon dichotomus* (Kützling) Rieth: a new record of an edaphic xanthophyte for the British Isles. – *The Phycologist*. A newsletter of the British Phycological Society. 83: 37.
- Christensen T.A. 1986. Observations on *Vaucheria* sect. *Heeringia* (Tribophyceae), including *V. incurva* sp. nov. – *Arch. Protistenk.* 132 (4): 277–285.
[https://doi.org/10.1016/S0003-9365\(86\)80023-9](https://doi.org/10.1016/S0003-9365(86)80023-9)
- Dangeard P.J.L. 1942. Le nouveau genre *Asterosiphon* et sa place systématique. – *Botaniste*. 31: 271–293.
- Ettl H., Gärtner G. 2014. *Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen*. Berlin, Heidelberg. 773 p.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-39462-1>
- Fredriksen S., Husa V., Schneider S., Sjøtun K. 2015. *Alger (Cyanophyta, Rhodophyta, Chlorophyta og Ochrophyta)*. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken <http://www.artsdatabanken.no/Rodliste/Artsgruppene/Alger>
- Gauthier-Lièvre L. 1954. Algues Africaines nouvelles, rares ou imparfaitement connues. – *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique Nord*. 45 (3–4): 98–111.
- Gupta R.K. 2012. *Algae of India. Volume 2. A checklist of Chlorophyceae, Xanthophyceae, Chrysochyceae and Euglenophyceae*. Salt Lake, Kolkata. 428 p.
- Juráň J., Kaštovský J. 2019. The procedure of compiling the Red List of microscopic algae of the Czech Republic. – *Biodivers Conserv.* 28: 2499–2529.
<https://doi.org/10.1007/s10531-019-01792-x>
- Kusel-Fetzmann E.-L. 1999. Zur Gefährdung der österreichischen Süßwasseralgen. – In: *Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs*. 2. Auflage. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. Graz. P. 267–275.
- Lacoste de Díaz E.N. 1981. Notas algológicas. *Asterosiphon terrestre* (Xanthophyceae). – *Lilloa*. 35 (3): 85–87.
- Langangen A. 1994. Gulgrønnalgen, *Asterosiphon dichotomus*, funnet i Norge. – *Blyttia*. 52 (2): 61–66.
- Linne von Berg K.-H. 2018. Rote Liste und Gesamtartenliste der Schlauchalgen (Xanthophyceae: Vaucheriaceae) Deutschlands. – In: *Rote Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands*. Band 7: Pflanzen. Bonn (Bundesamt für Naturschutz). – *Naturschutz und Biologische Vielfalt*. 70 (7): 567–598.

- Liu G., Lu D., Bi L. 1994. The first report on Heterosiphonales from Hubei, China. – J. Hubei Univ. (Nat. Sci.). 16 (1): 12–16.
- Maistro S., Broady P., Andreoli C., Negrisola E. 2016. Xanthophyceae. – In: Handbook of the Protists. P. 1–28. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32669-6_30-1
- Mollenhauer D., Christensen T.A. 1996. Rote Liste der Schlauchalgen (Vaucheriaceae) Deutschlands. – In: Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands / Schriftenreihe für Vegetationskunde. H. 28. Bonn. P. 625–632.
- Parshina L.N. 2019. Weather on the Russian Federation territory in May 2019. – Meteorologia i Hydrologia. 8: 128–133 (In Russ.)
- Rieth A. 1962. Über *Gongrosira dichotoma* Kütz. und *Asterosiphon* Dang. I. Gibt es ein “Gongrosira-Stadium” bei *Vaucheria*? – Limnologica. 1 (3): 197–210.
- Starmach K. 1972. Flora Slodkowodna Polski. Tom 10: Chlorophyta III. Zielenice nitkowate. Warszawa–Kraków. 750 p.
- Vishnyakov V.S. 2019. Validation of the name *Asterosiphon dichotomus* (Xanthophyceae). – Phytotaxa. 404 (7): 297–300. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.404.7.5>