

ФИТОПЕРИФИТОН РЕКИ ТЕНО И ЕЕ ПРИТОКОВ (ФИНСКАЯ ЛАПЛАНДИЯ)

С. Ф. КОМУЛАЙНЕН

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Исследования фитоперифитона (сообществ прикрепленных водорослей) включавшие анализ видового состава и пространственной динамики были выполнены в реке Тено и ее притоках. Всего в пробах отобранных на 49 станциях определено 215 видов водорослей. Показано, что таксономическая структура фитоперифитона характерна для олиготрофных водотоков. Диатомовые водоросли, среди которых преобладали прикрепленные формы *Tabellaria flocculosa*, *Synedra ulna*, *Achnanthes minutissima*, *Eunotia pectinalis*, *Cymbella affinis* доминировали и были наиболее постоянны в альгоценозах. Биомасса изменялась от 0,4 до 1180,0 мг/м² и была максимальна при доминировании нитчатых зеленых водорослей *Zygnema*, *Bulbochaete* и *Oedogonium*. Морфометрия русла, плотность береговой растительности, глубина, скорость течения, фракционный состав грунтов определяли пространственную динамику фитоперифитона в исследованных водотоках.

S. F. KOMULAYNEN. ATTACHED ALGAL COMMUNITIES IN RIVER TENO AND ITS TRIBUTARIES (FINNISH LAPLAND)

The study of attached algal communities (phytoperiphyton), including the analysis of their floristic composition and spatial distribution, was carried out in River Teno and its tributaries. Altogether 215 taxa of algae were identified from 49 locations. In the streams investigated, attached algal communities characteristic of oligotrophic waters developed. Diatoms – mainly typical attached forms *Tabellaria flocculosa*, *Synedra ulna*, *Achnanthes minutissima*, *Eunotia pectinalis*, *Cymbella affinis*, were most frequent and abundant. Biomass, ranging from 0.4 to 1180 mg m², was the highest when filamentous green algae *Zygnema*, *Bulbochaete* and *Oedogonium* dominated. The river channel morphometry, riparian canopy density, depth, flow rate, substratum particle-size composition determined the spatial dynamics of periphyton in the watercourses.

Сообщества прикрепленных водорослей (фитоперифитон) наиболее характерны для малых рек и именно здесь играют значительную роль в балансе органического вещества. Это обусловлено доминированием в реках каменистого субстрата и большими скоростями течения, ограничивающими развитие других экологических группировок водорослей. Альгоценозы прикрепленных водорослей формируют местообитания для водных беспозвоночных и являются основным преобразователем минеральных веществ.

Фитоперифитон способствует стабилизации субстрата и очищению воды, хотя иногда его массовое развитие создает проблемы при водопользовании.

Альгологические исследования на территории Финской Лапландии имеют давнюю историю. Первые сведения о водорослях, найденных в водоемах Лапландии, содержатся в работе Валенберга (Wahlenberg, 1812). В дальнейшем они были дополнены исследованиями Ниландера и Селана (Nylander, Saelan, 1859), Лиллиеборга

(Lilljeborg, 1888, 1901), Рихарда (Richard, 1889), Клеве (Cleve, 1890), Борга (Borge, 1894), Хирна (Hirn, 1895a, b), Елфинга (Elfving, 1895) Левандера (Levander, 1901, 1905), в которых дается описание отдельных групп водорослей в водоемах региона, приводятся небольшие сводки обнаруженных видов. Многие из этих исследований основаны на сборах выполненных Кихлманом (Kihlman, 1889, 1890; Kihlman, Palmén, 1889) во время экспедиций по Лапландии и Кольскому полуострову, которые имели в первую очередь географические и этнографические задачи. Однако до наших исследований начатых в 1994 году в реке Тено наиболее детально был исследован только фитопланктон проточных озер (Eloranta, 1986). Анализ структуры фитоперифитона был выполнен только на ряде притоков реки Тено в норвежской части водосбора (Traen et al., 1990)

В задачу наших исследований входило определение видового состава и эколого-географической структуры фитоперифитона реки Тено и ее притоков, оценка особенностей формирования пространственной структуры водорослевых обрастаний.

Характеристика исследованных рек

Структура и функционирование биоты речных экосистем в значительной степени зависит от внешних факторов, важнейшими из которых являются физико-географическая характеристика, морфометрия водоемов их гидрологический и гидрохимический режим. Для физико-географической характеристики региона и особенностей системы реки Тено нами были использованы следующие работы: Meriläinen, (1965). Plan for multiple use of the Tenojoki river, (1993); Mansikkaniemi (1973), Hinneri (1975), Erkoмаа et al. (1977), Traen et al. (1990), and Lax et al. (1993).

Территория входит в атлантико-арктическую климатическую зону умеренного пояса, для которой характерно частое поступление теплых масс воздуха с Атлантического океана и более интенсивная циклоническая деятельность зимой и в переходные сезоны, чем летом. Климат морской и переходный к континентальному, с прохладным летом, длинной, сравнительно теплой осенью, довольно мягкой зимой и поздней холодной весной. Годовая продолжительность солнечного сияния составляет 1200 часов. Годовой приход суммарной радиации изменяется от 55 до 60 ккал/см². Вегетационный период (число

дней с устойчивой среднесуточной температурой выше +5°C) начинается с первой декады июня.

Река Тено является крупнейшей рекой региона: длина 348 км, площадь водосбора – более 16000 км², расход воды – 37 м³/с. Долина реки, очень слабо врезана, пойменная терраса представляет собой узкую полосу галечников и песчаного аллювия. Продольный профиль носит ступенчатый характер, представляющий собой ряд порожистых участков со сосредоточенным падением, чередующихся с плесами, озерами и озеровидными расширениями. Порожистые участки мелководные, со скоростями течения, 2–3 м/с, а иногда и более.

Средняя многолетняя температура воды за самый теплый месяц (июль) составляет 12–13°C (макс. 17–19°C). Развитие процессов замерзания происходит с последних чисел сентября по начало ноября. Средняя продолжительность ледостава 170–200 дней (максимум до 230). Окончательное очищение ото льда происходит в реке Утсйоки в середине июня.

Химический состав вод исследованных рек формируется в условиях труднорастворимых коренных пород Балтийского кристаллического щита, хорошо промытых четвертичных отложений и высокой заболоченности территории и по уровню минерализации относятся к ультрапресным и обладают выщелачивающей агрессивностью во все сезоны года. Величина рН в период наших наблюдений изменялась от 7,2 до 7,5, а температура от 10 до 12°C. По своим природным показателям поверхностные воды реки Тено и ее притоков носят олиготрофный характер. Содержание всех форм азотистых соединений в водах исследованных рек невысоко. Нитритные ионы в речных водах финской Лапландии обычно отсутствуют. Содержание фосфатов варьирует от 0,000 до 0,097 мгР/л. Концентрации кремния изменяются от 0,2 до 9,2 мгSi/л, содержание общего железа от 0,00 до 2,37.

Материал и методика

Материалом для настоящей работы послужили результаты исследований автора, проведенных в 1994–1997 гг. согласно программы совместного российско-финляндского проекта «Оценка состояния озерно-речных экосистем Севера России и Финляндии». Во всех реках наблюдения проводили в период летней межени: конец июля – начало сентября. Пробы перифитона отбирали в реке Тено и ее притоках с

макрофитов и камней по отработанной методике (Комулайнен и др., 1989, Комулайнен, 2004). Всего на 49 станциях (рис. 1) было отобрано количественных проб фитоперифитона.

Станции 1–10: река Тено от Каригасниemi (Karigasniemi) до Нуоргама (Nuorgam).

Станции 11–21: притоки реки Тено: 11 – р. Инарийоки (Inarjoki), 12 – р. Пиесйоки (Piesjoki), 13 – р. Йагелвийоки (Jagelvijoki), 14 – р. Нилйоки (Niljoki), 15 – р. Паддайоки (Paddajoki), 16 – р. Куоппилайоки

(Kuoppilasjoki), 17 – р. Вагвайоки (Vadgvajoki), 18 – р. Ветсийоки (Vetsijoki), 19 – р. Келддасйоки (Kelddasjoki), 20 – р. Пулманкийоки (Pulmankijoki), 21 – р. Леайбайоки (Leaibajoki).

Станции 22–34: река Утсйоки (Utsjoki) от оз. Кенесярви (Kenesjärvi) до впадения в реку Тено.

Станции 35–49: притоки реки Утсйоки: 35–38 – р. Юлосетико (Ulosetiko), 39–46 – р. Аллосетико (Allosetiko), 47 – р. Кево (Kevo), 48 – р. Тсарсийоки (Tsarsjoki).

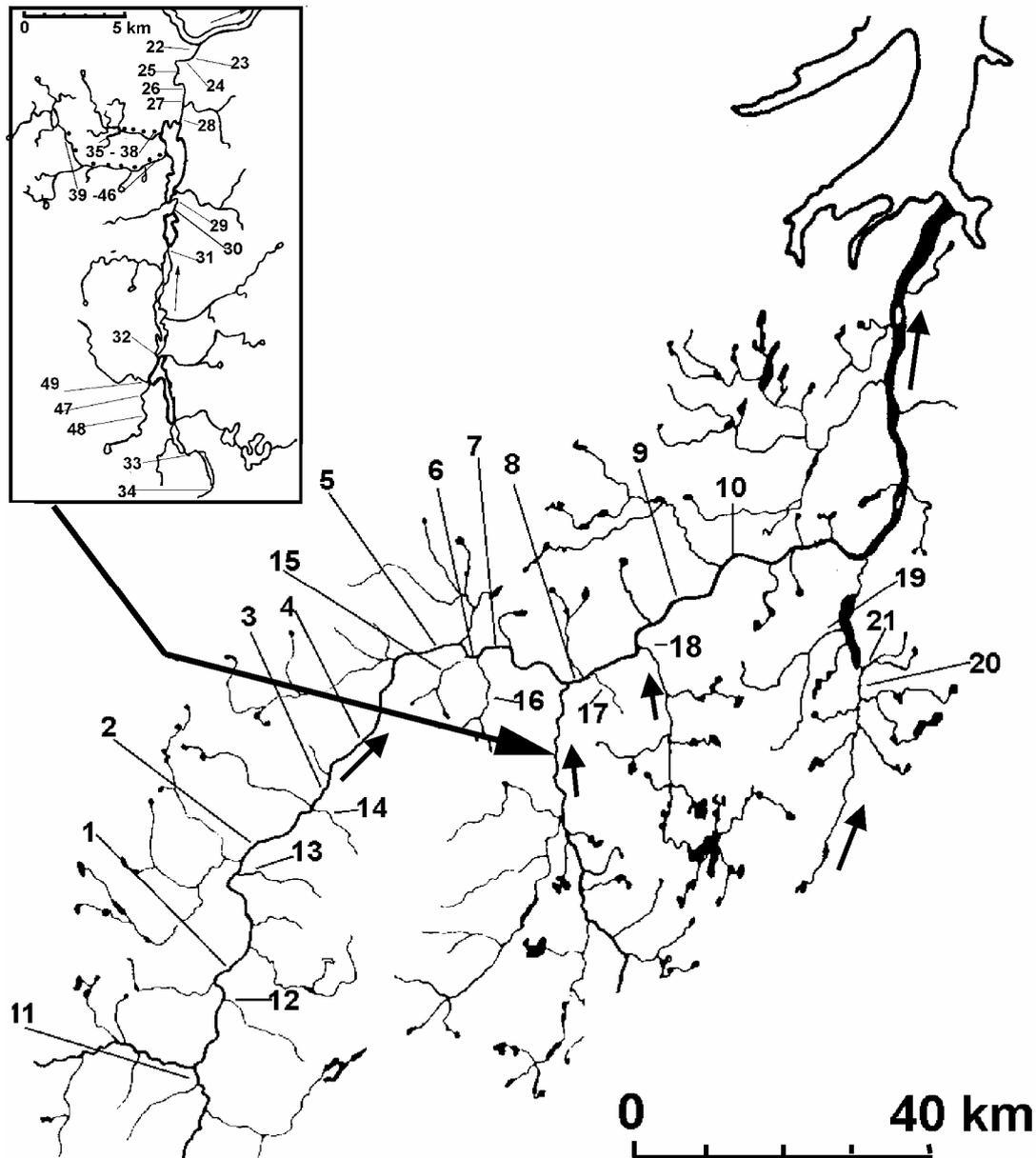


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб в реке Тено и ее притоках

Кластерный анализ выполнен на основе данных о видовом составе, относительной численности и биомассе видов. Группирование рек

проводилось при помощи алгоритма Евклидовой дистанции с использованием метода Варда (Ward's method, пакет программ Statistica).

Результаты и обсуждение

В перифитоне исследованных водотоков определено 215 таксона водорослей рангом ниже рода, относящихся к 70 родам, 39 семействам, 17 порядкам и 6 отделам: *Cyanophyta* – 22, *Chrysophyta* – 4, *Dinophyta* – 1, *Bacillariophyta* – 153, *Chlorophyta* – 33, *Rhodophyta* – 2 (табл. 1).

Основу списка во всех исследованных водотоках (>90%) составляют диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли. Судя по литературным данным, преобладание этих групп водорослей отражает специфику фитоперифитона и других речных систем бореальной и субарктической зон (Ширшов, 1933; Никулина 1976; Eloranta, Kunnas, 1979; Kawecka, 1980; Johansson, 1982; Lindström, Traen, 1984; Гецен, 1985; Kawecka, Eloranta, 1987; Потапова, 1993; Lindström, Johansen, 1995).

Основа фитоперифитона в исследованных реках сформирована относительно небольшим количеством видов, а доминирующие комплексы в исследованных водотоках включают от 5 до 20 таксонов, то есть не более 15% от выявленного видового состава. В то же время, подавляющее большинство водорослей, определенных в перифитоне, – единичные формы с низкими показателями численности.

Видовое богатство альгофлоры перифитона исследованных рек в целом, а также отдельных водотоков и их участков определяют диатомовые водоросли. На их долю приходится более половины списка, что характерно для всех типов водоемов Арктики и Субарктики (Prescott, 1959; Hilliard, 1959; Sheath, Munawar, 1975; Гецен, 1985, и др.). Массовыми, ценообразующими видами среди диатомей, были *Achnanthes minutissima*, *Aulacoseira italica* subsp., *Cymbella affinis*, *C. silesiaca*, *Didymosphenia geminata*, *Eunotia pectinalis*, *E. veneris*, *Gomphonema clavatum*, *Synedra ulna*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, и *Tetracyclus lacustris*. Многие из этих видов были и наиболее постоянными. Восемь видов: *Achnanthes minutissima*, *Ceratoneis arcus*, *Cymbella affinis*, *C. silesiaca*, *Eunotia pectinalis*, *Frustulia rhomboides*, *Tabellaria fenestrata*, были отмечены на 50% станций, а *Tabellaria flocculosa* присутствовал во всех пробах. В то же время большинство определенных видов имели встречаемость менее 2-х %, а некоторые виды были встречены лишь в одной про-

бе. В большинстве это планктонные центрические диатомеи (порядков *Thalassiosirales*, *Pseudopodosirales*, *Melosirales* and *Aulacosirales*) только спорадически встреченные в обрастаниях ниже проточных озер (ст. 28, 29, 30). Следует отметить, что в доминирующем комплексе диатомовых водорослей ведущие позиции в ценообразовании принадлежат не тем надвидовым таксонам, которые определяют видовое богатство альгофлоры. Нередко группы доминантов и субдоминантов представлены видами из мало-видовых родов. Среди диатомей к таким родам относятся *Tabellaria*, *Ceratoneis*, *Cocconeis*, *Didymosphenia*, представители которых чаще других составляли основу группировок перифитона.

Зеленые водоросли представлены в исследованных реках 33 видами (15,1%) и уступают по видовому разнообразию только диатомовым. Хотя в большинстве это планктонные десмидиевые водоросли никогда не достигающие высокой численности. Биомасса фитоперифитона в исследованных реках сформирована в первую очередь зелеными водорослями с нитчатой структурой таллома. Это *Ulothrix zonata*, *Bulbochaete* sp., *Oedogonium* sp., *Spirogyra* sp., *Zygnema* sp., *Mougeotia* sp. Большое значение играет способность эти видов образовывать скопления, что увеличивает площадь поверхности субстрата и способствует формированию вторичной эпифлоры.

Вклад синезеленых водорослей в видовое разнообразие составил 10,1%. В альгофлоре перифитона исследованных рек представители *Cyanophyta* по числу видов занимают третье место после диатомовых и зеленых – 22 вида. В каждой из исследованных рек выявленные таксоны синезеленых водорослей в зависимости от морфологии и экологии могут быть объединены в три группы. Первую составляют водоросли более характерные для альгофлоры озер, где они доминируют в позднелетнем планктоне (*Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*) и были встречены только на трех станциях (11, 28, 33). Во вторую группу входят водоросли, которые встречаются не только в водных, но и в наземных местообитаниях. В первую очередь это *Stigonema mamillosum*, который доминирует в «амфибиотической» зоне в нижней течи реки Утсйоки. И, наконец, типичные реофилы главным образом из родов *Tolypothrix* и *Calothrix*. Среди них наиболее постоянными были *Tolypothrix tenuis*, *T. saviczii*, *Calothrix gypsophylla* and *C. Ramenskii*.

Таблица 1. Таксономический состав фитоперифитона реки Тено и ее притоков

Таксоны	Станции отбора проб
	Cyanophyta
<i>Merismopedia elegans</i> A. Br.	29
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz.	7, 17,
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Näg.	28
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kütz.	28
<i>Stigonema mamillosum</i> (Lyngb.) Ag.	17, 22, 29, 30, 36, 47
<i>S. informe</i> Kütz.	23
<i>S. minutum</i> Hass.	33
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.	28
<i>A. lemmermanii</i> P. Richt.	29
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs.	28, 36
<i>Tolypothrix elenkinii</i> Hollerb. F. <i>elenkinii</i>	19, 33
<i>T. saviczii</i> Kossinsk	16, 17, 28, 29, 49
<i>T. tenuis</i> Kütz.	17, 39
<i>Calothrix Baueriana</i> (Grun.) Hansg.	33,
<i>C. clavata</i> G. S. West.	27
<i>C. gypsophila</i> (Kütz.) Thur. <i>gypsophila</i>	17, 24, 27, 30, 36, 38, 47, 49
<i>C. parietina</i> (Nag.) Thur.	1, 14, 47, 49
<i>C. ramenskii</i> Elenk.	10, 22
<i>Rivularia coadunata</i> (Sommerf.) Fosile.	27
<i>Oscillatoria agardhii</i> Gom.	38, 43, 44
<i>O. irrigua</i> (Kütz.) Gom.	1
<i>O. limosa</i> Agerdh.	28
	Chryzophyta
<i>Dinobryon cylindricum</i> Imhof.	11
<i>D. divergens</i> Imhof.	28
<i>D. sociale</i> Ehr..	29
<i>Mallomonas caudata</i> Iwan.	29
	Dinophyta
<i>Peridinium cinctum</i> (O. F. M.) Ehr.	
	Bacillariophyta
<i>Cyclotella antiqua</i> W Sm.	29
<i>C. comta</i> (Ehr.) Kütz.	15
<i>C. kuetzingiana</i> Thwait.	24, 35
<i>C. stelligera</i> Cl et Grun.	22, 27, 28, 33, 34
<i>Melosira varians</i> Ag.	34, 35, 37, 39-41, 44
<i>Aulacosira ambigua</i> (Grun.) Simonsen.	1, 6, 8-13, 15, 16, 35-37, 44, 47, 48
<i>A. distans</i> (Ehr.) Simonsen.	5, 7, 17, 37, 43, 46
<i>A. islandica</i> (O. Müll) Simonsen.	2
<i>A. italica</i> (Kütz.) Simonsen. var. <i>italica</i>	2, 5, 12, 13, 16, 18, 19, 22, 23, 25, 30, 35-37, 39-42, 49
<i>A. italica</i> var. var. <i>valida</i> (Grun.) Simonsen	29
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grun.	36,
<i>F. capucina</i> Desm. var. <i>capucina</i>	2-4, 8, 11, 14, 16-18, 20, 49
<i>F. intermedia</i> Grun.	6
<i>F. pinnata</i> Ehr. var. <i>pinnata</i>	35
<i>F. virescens</i> Ralfs. var. <i>virescens</i>	6, 16
<i>Synedra cyclopus</i> Brutschy	35
<i>S. ulna</i> (Nitzsch.) var. <i>ulna</i>	2-16, 18-25, 27, 28, 30, 31, 35-37, 39-42, 45, 47-49,
<i>S. ulna</i> var. <i>amphirhynchus</i> (Ehr.) Grun.	11, 17
<i>S. vaucheriae</i> Kütz.	25
<i>Hannaea arcus</i> (Ehr.) Kütz. var. <i>arcus</i>	1-11, 13, 15-19, 27, 36, 39, 40, 42-49,
<i>H. arcus</i> . var. <i>amphioxys</i> (Rabenh.) Brun.	36
<i>H. arcus</i> . var. <i>linearis</i> Holmboe	13
<i>Amphicampa hemicyclus</i> (Ehr.) Karsten.	35
<i>Diatoma anceps</i> (Ehr.) Kirchn.	5, 47, 48
<i>D. elongatum</i> (Lyngb.) Ag. var. <i>elongatum</i>	3, 5, 6, 8, 9, 11, 15, 19

Таксоны	Станции отбора проб
<i>D. elongatum</i> var. <i>pachycephalum</i> Grun.	3, 5
<i>D. hiemale</i> (Lyngb.) Heib. var. <i>hiemale</i>	9, 11, 48
<i>Meridion circulare</i> Ag. var. <i>circulare</i>	5, 7, 8, 15, 17, 32, 47, 48
<i>M. circulare</i> var. <i>constricta</i> (Ralfs.) var. H	7
<i>Tetracyclus. lacustris</i> Ralfs.	29, 37, 40-43
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	3, 4, 6, 12-14, 16, 17, 22, 24, 26-31, 34-38, 43-47
<i>T. fenestrata</i> var. <i>geniculata</i> Cl	27, 29
<i>T. flocculosa</i> (Roth.) Kütz.	1-49
<i>Eunotia fallax</i> A. Cl var. <i>fallax</i>	3, 9, 16, 18, 47
<i>E. fallax</i> var. <i>gracillima</i> Krasske	3
<i>E. formica</i> Ehr.	27, 29, 33
<i>E. gracilis</i> (Ehr.) Rabenh.	6
<i>E. lapponica</i> Grun.	16
<i>E. lunaris</i> (Ehr.) Grun.	7, 29, 30
<i>E. monodon</i> Ehr.	36
<i>E. paralella</i> Ehr.	11
<i>E. pectinalis</i> Kütz. var. <i>pectinalis</i>	3, 4, 7, 10, 11, 15-17, 19, 22, 23, 25-47, 48
<i>E. pectinalis</i> var. <i>minor</i> (Kütz.) Rabenh..	1, 2, 4-6, 11, 13, 16, 17, 20, 35-39, 42, 43, 47, 49
<i>E. pectinalis</i> var. <i>minor</i> f. <i>impressa</i> Ehr.	17
<i>E. pectinalis</i> var. <i>ventralis</i> (Ehr.) Hust.	23, 26, 31, 35-37, 39-43, 45
<i>E. pectinalis</i> var. <i>undulata</i> (Ralfs.) Rabenh..	23, 226, 31, 35-37, 40, 42
<i>E. polygliphs</i> Grun.	24, 26
<i>E. praerupta</i> Ehr. var. <i>praerupta</i>	5, 10, 22, 32, 36, 40, 43, 49
<i>E. pseudopectinalis</i> Hust.	7, 10
<i>E. robusta</i> var. <i>tetraodon</i> (Ehr.) Ralfs.	26, 27, 30, 31, 34, 39, 42
<i>E. sudetica</i> O. Müll.	3, 30
<i>E. tenella</i> Hust.	36
<i>E. valida</i> Hust.	6, 30
<i>E. veneris</i> (Kütz.) O. Müll.	4-8, 10, 22, 27, 28, 30, 41-43, 47
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr. var. <i>placentula</i>	1, 5, 7, 22, 23, 25, 27, 29, 30, 32-37, 39, 42-44, 48
<i>Eucocconeis flexella</i> Kütz.	38
<i>E. lapponica</i> Hust.	27, 29, 30
<i>E. minuta</i> Cl	44
<i>Achnanthes affinis</i> Grun.	6,
<i>A. biasolettiana</i> (Kütz.) Grun	4, 9, 10, 37
<i>A. lanceolata</i> (Breb.) Grun. var. <i>lanceolata</i>	6
<i>A. laterostrata</i> Hust.	32
<i>A. linearis</i> (W. Sm.) Grun.	48
<i>A. microcephala</i> (Kütz.) Grun.	34
<i>A. minutissima</i> var. <i>minutissima</i> Kütz.	1-3, 5-16, 18, 19, 21, 36, 37, 47-49
<i>A. peragalloi</i> Brun et Herib	34
<i>Rhoicosphaenia abbreviate</i> (Agardh.) Lange-Bertalot	27
<i>Navicula aboensis</i> (Cleve.) Hustedt.	24
<i>N. bacillum</i> Ehr.	27
<i>N. binodis</i> Ehr.	42
<i>N. capitata</i> var. <i>hungarica</i> Grun.	27
<i>N. capitatoradiata</i> Germain	15
<i>N. cocconeiformis</i> Gregory	11
<i>N. cryptocephala</i> Kütz. var. <i>cryptocephala</i>	22
<i>N. cuspidata</i> Kütz. var. <i>cuspidata</i>	25, 28, 29, 31
<i>N. elginensis</i> var. <i>elginensis</i> (Gregory) Ralfs	5
<i>N. gothlandica</i> Grun.	13, 39, 40
<i>N. lanceolata</i> (Ag.) Kütz. var. <i>lanceolata</i>	28
<i>N. menisculus</i> Schum.	25
<i>N. oblonga</i> Kütz.	24
<i>N. peregrina</i> (Ehr.) Kütz.	2
<i>N. pupula</i> Kütz. var. <i>pupula</i>	11
<i>N. radiosa</i> Kütz.	11, 17, 22, 30, 44

Таксоны	Станции отбора проб
<i>N. rhynchocephala</i> Kütz.	2, 5, 16, 19, 47
<i>Anomoeoneis vitrea</i> (Grun.) Ross	26
<i>Diploneis elliptica</i> (Kütz.) Cl	33
<i>D. ovalis</i> (Hilse.) Cl	31
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) D. T.	1-3, 5, 6, 9, 17, 20, 22, 25, 28, 30, 33, 35-46, 48
<i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	5
<i>S. phoenicenteron</i> Ehr.	11
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabench.	23
<i>Pinnularia appendiculata</i> (Ag.) Cl	37
<i>P. hemiptera</i> (Kütz.) Cl	32
<i>P. interrupta</i> W. Sm.	30
<i>P. lata</i> (Breb.) Smith.	29, 33
<i>P. major</i> (Kütz.) Cl	4, 5, 9-11, 17, 22, 35-37, 49
<i>P. microstauron</i> (Ehr.) Cl <i>microstauron</i>	2, 5, 6, 11, 15-17, 22, 34, 43, 48
<i>P. microstauron</i> var. <i>brebissonii</i> (Kütz.) Mayer.	15
<i>P. nodosa</i> Ehr.	48
<i>P. viridis</i> (Nitzsch.) Ehr.	13, 48
<i>Caloneis silicula</i> (Ehr.) Cl. var. <i>silicula</i>	35
<i>C. silicula</i> var. <i>longissima</i> Schirshaw	35
<i>C. tenuis</i> (Greg.) Krammer	30, 31, 33
<i>Neidium affine</i> (Ehr.) Cl var. <i>affine</i>	16
<i>N. iridis</i> (Ehr.) Cl	6, 11
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	1-3, 5, 6, 9, 12, 14, 15, 18, 20, 22, 24, 27-29, 35-37, 39, 40, 47
<i>C. amphicephala</i> Näg.	3, 8
<i>C. amphioxys</i> (Kütz.) Grun.	5, 8
<i>C. angustata</i> (W. Sm.) Cl	11
<i>C. aspera</i> (Ehr.) Cl	11, 14, 17, 49
<i>C. cesatii</i> (Rabench.) Grun.	28, 29
<i>C. cistula</i> (Ehr.) Kirchner.	22, 24, 27, 35, 49
<i>C. cuspidata</i> Kütz.	24-26, 30, 31, 35-37, 44
<i>C. cymbiformis</i> (Ag.? Kütz.)	12
<i>C. delicatula</i> Kütz.	25
<i>C. elginensis</i> Krammer	25, 29, 32
<i>C. gracilis</i> (Rabenh.) Cl	5, 35
<i>C. hebridica</i> (Greg.) Grun.	14, 16, 17, 25, 28-30
<i>C. helvetica</i> Kütz. var. <i>helvetica</i>	45
<i>C. hungarica</i> (Grun.) Pant.	15
<i>C. lanceolata</i> (Ehr.) var. H.	13
<i>C. microcephala</i> Grun.	28
<i>C. naviculiformis</i> Auersw.	10
<i>C. prostrata</i> (Berkeley) Cl	2
<i>C. silesiaca</i> Bleisch	2, 3, 5, 6, 11, 15-17, 19, 22, 23, 25, 27-30, 32-33, 39, 42, 45, 47, 49,
<i>Amphora ovalis</i> Kütz. var. <i>ovalis</i>	37
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehr.	2, 4, 5, 10-12, 16, 17, 27, 28, 39, 42, 44, 47
<i>G. acuminatum</i> (Ehr.) var. <i>acuminatum</i>	3, 6, 10, 20, 48, 49
<i>G. accuminatum</i> var. <i>brebissonii</i> (Kütz.) Cl	4, 29
<i>G. accuminatum</i> var. <i>coronatum</i> (Ehr.) W. Sm.	6, 7, 16-18, 28, 32, 39
<i>G. angustatum</i> (Kütz.) Rabenh. var. <i>angustatum</i>	4, 6, 8, 9, 15, 47, 49
<i>G. clevei</i> Fricke.	33
<i>G. gracile</i> Ehr. var. <i>gracile</i>	6, 37, 47
<i>G. olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz. var. <i>olivaceum</i>	34
<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Grun. var. <i>parvulum</i>	1, 5, 11, 17, 49, 35, 37, 39, 42, 43, 25, 28-30
<i>G. truncatum</i> Ehr.	3, 5, 6, 13, 17, 20, 21, 35, 36, 39
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngb.) M. Schmidt.	1, 3, 5-8, 15-19, 21, 27, 28, 31-34, 48
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Breb.	3, 17, 36, 39
<i>E. turgida</i> (Ehr.) Kütz.	6, 16, 19, 47
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müll.	6, 17, 25, 27-31, 34, 36, 47, 49

Таксоны	Станции отбора проб
<i>R. gibba</i> var. <i>paralella</i> (Grun.) H. M. Peragallo.	15, 16
<i>Nitzschia angustata</i> (W. Sm.) Grun.	8
<i>N. frustulum</i> (Kütz.) Grun.	16
<i>N. pusilla</i> Grun.	29
<i>N. linearis</i> W. Sm.	5, 7, 28, 29
<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm.	11
<i>N. sinuata</i> (W. Sm.) Grun.	3, 5, 7
<i>N. vermicularis</i> (Kütz.) Grun.	23
<i>Surirella elegans</i> Ehr.	5, 7
<i>S. minuta</i> Breb.	5
<i>S. tenera</i> Greg.	25, 29, 31, 33-35
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Breb.) W. Sm.	30
<i>Stenopterobia intermedia</i> Lewis.	28
Chlorophyta	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chood.	32
<i>Botryococcus Braunii</i> Kütz	32
<i>Oocystis elliptica</i> West.	32
<i>Ulothrix tenerrima</i> Kütz.	6
<i>U. zonata</i> Kütz.	6, 11
<i>Microspora. tenerrima</i> Kütz.	8, 11, 17, 47, 49
<i>Stigeoclenium tenuis</i> (Ag.) Kütz.	21
<i>Bulbochaete</i> sp.	11, 16, 18, 20, 28, 35-40, 43
<i>Oedogonium</i> sp.	1, 3, 8, 11, 14, 16, 17, 25, 26, 39, 47, 49
<i>Spirogyra</i> 1sp.	11, 22, 37, 39
<i>Spirogyra</i> 2sp.	11
<i>Zygnema</i> sp.	13, 14, 16, 17, 19, 29-34, 36-40, 42-47
<i>Mougeotia</i> sp.	1, 2, 7, 14, 16, 19, 21, 37, 38, 47, 49
<i>Closterium cynthia</i> De Not.	32
<i>C. ehrenbergii</i> Menegh.	3
<i>Euastrum bidentatum</i> Näg.	31
<i>E. elegans</i> (Breb.) Kütz.	31
<i>E. insulare</i> (Wittr.) Roy	36
<i>E. sinuosum</i> Lenorm	36, 38
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Racib.	10
<i>C. angulosum</i> Breb.	2
<i>C. botrytis</i> Menegh.	16, 27
<i>C. depressum</i> (Näg.) Lund.	28
<i>C. margaritifera</i> Menegh.	36
<i>C. pachydermum</i> Lund.	36
<i>C. reniforme</i> (Ralfs.) Arch.	11
<i>C. speciosum</i> Lund.	32
<i>C. subspeciosum</i> Nordst.	12
<i>C. truncatellum</i> Perty.	32
<i>Staurodesmus convergens</i> (Ehr.) Teil.	15
<i>St. dejectus</i> (Breb.) Teil.	9
<i>Staurastrum cingulum</i> (W. et G. S. West) G. M. Smith.	9
<i>St. pachyrhynchum</i> (Nordst.) Teil.	2, 4
Rhodophyta	
<i>Chantransia chalybea</i> (Roth.) Tries	33
<i>Batrachospermum moniliforme</i> Roth.	33, 34

Красные водоросли типичны для альгофлоры рек Восточной Фенноскандии (Eloranta, Kwandrans, 1996). В перифитоне исследованных рек они представлены всего двумя видами: *Batrachospermum moniliforme* и *Audouinella*

chalybea встречены в устье реки Утсйоки (ст. 23, 33, 34).

Свойственные альгофлоре перифитона исследованных рек зонально-климатические черты проявляются на различных уровнях таксономи-

ческого анализа. Во-первых, отмечено доминирующее положение диатомовых и зеленых водорослей. Показательно также отношение *Cyanophyta/Chlorophyta* (Гецен, 1985). Для альгофлоры обрастаний реки Тено оно составляет 1:1.5, что близко к результатам, полученным для малых рек бореальной и субальпийской зоны (Kaweska, 1971; Johansson, 1982; Потапова, 1993; Станиславская, 1999, 2003). Таким образом, полученное нами отношение, по-видимому, отражает специфику альгофлоры перифитона северных рек. Показательным является также отношение числа таксонов в порядках *Nostocales* и *Oscillatoriales*. В перифитоне исследованных рек преобладают ностокковые водоросли, в тоже время синезеленые порядка *Oscillatoriales* представлены только тремя видами.

На северное положение рек указывают также набор и порядок расположения семейств по видовой насыщенности. В перифитоне реки Тено и ее притоков самое высокое положение занимают семейства, видовое разнообразие которых отражает голарктические черты флор северного полушария: *Eunotiaceae*, *Naviculaceae* и *Desmidiaceae*. Наблюдается также свойственное северным флорам преобладание числа родов с одним таксоном и значительная роль одновидовых семейств. Сокращение числа видов в семействах и родах объясняется и низкой минерализацией поверхностных вод.

Большая часть определенных в перифитоне видов (53,4%), евперифитонные формы. Наибольшую ценозоформирующую роль среди них играют диатомеи родов *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Eunotia*, *Gomphonema*, *Synedra*, некоторые виды синезеленых (*Stigonema mamillosum*, *Tolypothrix saviczii*, *T. tenuis*, *Calothrix gypsophylla*, *C. Ramenskii*) и зеленых водорослей (*Ulothrix zonata*, *Spirogyra* sp., *Mougeotia* sp., *Oedogonium* sp., *Bulbochaete* sp., и *Zygnema* sp.).

Флористическое своеобразие перифитона рек состоит в том, что кроме евперифитонных форм, морфологически приспособленных к прикрепленному образу жизни, в группировках постоянно присутствуют планктонные (29,8%) и донные водоросли (17,8%). Однако их относительное обилие редко превышало 2%.

Положение на шкале глобности известно для 165 таксонов водорослей, подавляющее большинство которых относится к олигогалобам. Среди них преобладают индифференты, на долю которых приходится 73,3 от общего числа видов определенных в перифитоне рек. Галофилы и галофобы, значительно менее разнообразны, составляя соответственно 9,1% и 17,6% от общего числа таксонов.

Среди индикаторов pH среды в перифитоне также преобладают индифференты – 62,4% таксонов. Алкалофилы и ацидофилы составляют соответственно 17,6 и 20,0%. Из ацидофилов встречены обычные обитатели болот и торфяников – *Closterium*, *Euastrum*, *Cosmarium* и *Eunotia*.

Основу альгофлоры перифитона исследованных рек составляют широко распространенные виды и космополиты – 43,5% таксонов; 39,3% являются бореальными и 17,3% – арктоальпийскими видами. Но именно многие холоднолюбивые виды входят в состав доминирующего комплекса видов: *Stigonema mamillosum*, *Tolypothrix tenuis*, *Ceratoneis arcus*, *Cymbella affinis*, *Didymosphenia geminata*, *Eunotia fallax* var. *gracillima*, *E. pectinalis*, *E. praerupta*, *E. sudetica*, *Frustulia rhomboides*, *Tabellaria flocculosa*, *Oedogonium* spp. и *Zygnema* spp.

Сравнение видового состава перифитона позволило выделить несколько групп станций (рис. 2). Группа А объединяет главным образом станции выбранные в притоках реки Тено. Перифитон исследованных участков достаточно разнообразен, но во всех случаях доминантами являются *Tabellaria flocculosa* и *Zygnema* sp. Соотношение между ними зависит в первую очередь от степени затенения исследуемого участка береговой растительности. Снижение освещенности приводит к уменьшению обилия нитчатых водорослей.

Группа В включает станции расположенные собственно в реке Тено. Здесь основным доминирующим видом в перифитоне является *Achnanthes minutissima*, а в качестве субдоминантов выступают *Calothrix parietina*, *Didymosphenia geminata*, *Bulbochaete* sp. и ряд других видов.

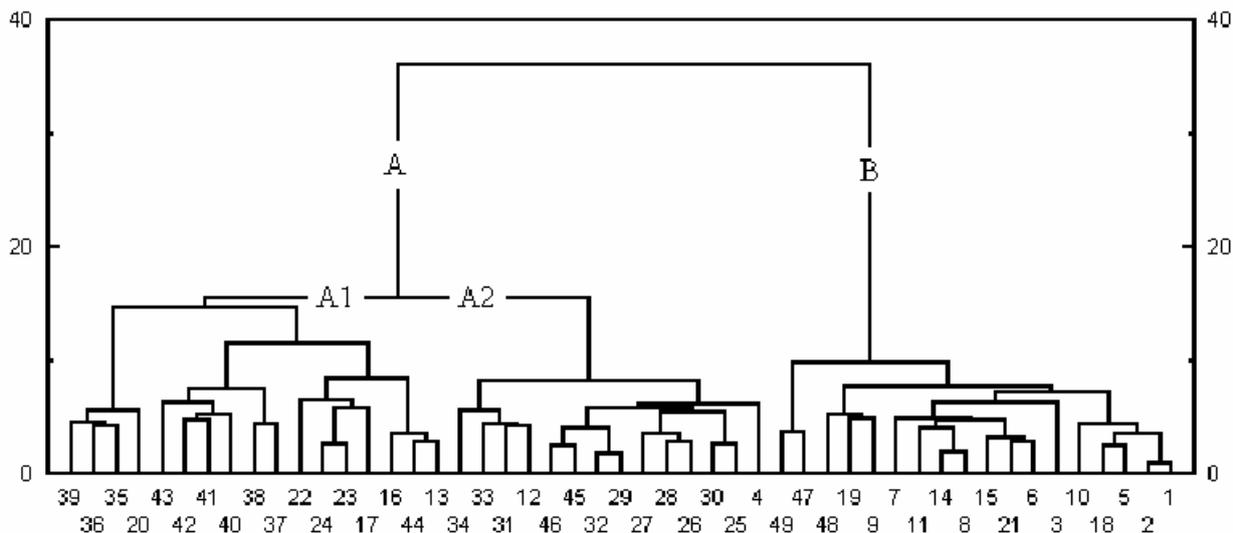


Рис. 2. Дендрограмма сходства видового состава фитоперифитона для реки Тено и ее притоков

Выводы

1. Таксономическая структура фитоперифитона реки Тено и ее притоков обусловлено зональным положением, историей региона, а также особенностями ландшафта, которые определяют морфометрию водоемов. Большинство установленных массовых видов водорослей типичны для холодноводных, олиготрофных водоемов.

2. Для фитоперифитона исследованных водотоков характерно преобладание диатомовых водорослей, среди которых наиболее разнообразны представители порядков *Araphales* и *Raphales* (>90% от числа определенных диатомей).

3. Эколого-географический анализ фитоперифитона показал, что структуру формируемых группировок определяют типичные прикрепленные формы; низкая минерализация объясняет высокое разнообразие индифферентных, по отношению к солености и рН видов; структура альгоценозов перифитон исследованных рек носит ярко выраженные черты холодолюбивой флоры.

4. Структура доминирующего комплекса достаточно постоянна и сформирована небольшим количеством видов.

5. Пространственная неоднородность фитоперифитона определяется главным образом мозаичностью распределения субстратов, динамичностью скоростей течения и различной степенью развития береговой растительности.

Таким образом, структура фитоперифитона с одной стороны отражает географическое положение водосборов исследованных рек, а с другой – зависит от высокодинамичных условий, характерных для малых рек.

Литература

- Гецен М. В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л., 1985. 165 с
- Комулайнен С. Ф. Методические рекомендации по изучению фитоперифитона в малых реках. Петрозаводск КарНЦ РАН, 2003а. 43 с.
- Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Хренников В. В., Широков В. А. Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. Петрозаводск, 1989. 41 с.
- Никулина В. Н. Первичная продукция и альгологические исследования некоторых рек Ленинградской области с разной степенью сапробности // Гидробиологические исследования самоочищения водоемов. Л., 1976. С. 18-43.
- Потапова М. Г. Экология водорослей рек Охотско-Кольмского нагорья. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1993. 25 с.
- Станиславская Е. В. Состав и структура биомассы растительного перифитона Вуоксинской озерно-речной системы // Мат-лы 2-ой Международной конференции «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера». Петрозаводск, 1999. С. 175-176.
- Станиславская Е. В. Перифитон притоков Ладожского озера. // Охрана и рациональное использование водных ресурсов Ладожского озера. СПб., 2003. С. 249-252.

- Шурилов П. Н.* Сравнительный очерк, ценозов реофильных водорослей реки Туломы и некоторых других водоемов // Тр. БИН АН СССР, Сер.2, Споровые раст., Вып.1, 1933. С. 65-92.
- Borge O.* Süßwasser-Chlorophyceen gesammelt von Dr. Osw. Kihlman im nordlichsten Russland, Gouvernement Archangel // Bihangtill K. Svenska Vet.- Acad. Handlingar 19, Afd III. Nr. 5. Stockholm. 1894. P. 1911-1913.
- Cleve R. T.* The diatoms of Finland. // Acta Soc. pro Fauna Flora Fennica. 1890. 8. 2. P. 1-70.
- Elfving F.* Anteckningar om Finlands Nostococeae heterocysteeae // Meddel. Soc. Pro. Fauna et Flora Fennica. 1895. 21. P. 25-50.
- Eloranta P.* The phytoplankton of some subarctic subalpine lakes in Finnish Lapland // Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica. 1986. 62. P. 41-57.
- Eloranta P., Kwadrants J.* Distribution and ecology of freshwater red algae (Rhodophyta) in some central Finnish rivers // Nord J. Bot. 1996. 16(1). P. 107--117.
- Erkoma K., Makinen I., Sandman O.* Vesiviranomaisen ja julkisen valvonnan alaisten vesitutkimuslaitosten fysikaaliset ja kemialliset analyysimenetelmät // National Board of Waters, Finland. 1977. Report 121. P. 1-54.
- Hirn K. E.* Die Finlandischen Vaucheriaceen // Meddel. Soc. Pro. Fauna et Flora Fennica. 1895. 26. P. 85-90.
- Hirn K. E.* Die Finlandischen Zygnemaceen // Meddel. Soc. Pro. Fauna et Flora Fennica. 1895. 10.
- Hilliard D. K.* Notes on the phytoplankton of Kariuk lake, Kodiak Island, Alaska // Can. Field.-Natur. 1959. 73. P. 135-143.
- Johansson C.* Attached algal vegetation in running waters of Jämtland, Sweden. // Acta Phytogeogr. Suec. 1982. 71. P. 1-80.
- Kawecka B.* Zonal distribution of alga communities in streams of the Polish High Tatra Mts. // Acta hydrobiol. 1971. 13(4). P. 393-414.
- Kawecka B., Eloranta P.* Communities of sessile algae in some small streams of Central Finland. Composition of the algae of the high mountains of Europe and those of its northern regions // Acta Hydrobiol. 1987. 29(4). P. 403-415.
- Kihlman A. O.* Bericht einer naturwissenschaftlichen Reise durch Russland Lapland im Jahre 1889 // Fennia. 1889. 3(6). P. 1-40.
- Kihlman A. O.* Pflaauzenbiologische Studien aus Russisch-Lapland // Acta Soc. Pro. Fauna et Flora Fennica. 1890. 6(3). P. 1-264.
- Kihlman A. O., Palmén J. A.* Die expedition nach der Halloinsel Kola in Jahre 1887, vor laufig geschildert // Fennia. 1889. 3(5). P. 1-28.
- Lax H., Koskenniemi E., Sevola P., Bagge P.* Tennojoen pohjaeläimistö ympäristön laadun kuvaajana // Vesija ympäristöhallinnon Julkaisuja. Sarja A. Helsinki. 1993. 131. P. 2-60.
- Levander K. M.* Beiträge zur Fauna und Algenflora der süßen Gewässer an der Murroankusie // Acta Soc. Fauna et Flora Fennica. 1901. 20(8). P. 1-35.
- Levander K. M.* Zur Kenntnis des planktons Einsger binnenseen in Russisch-Lapland // Festschrift für Palmén. Helsingfors. 1905. Bd. 11(1). P. 1-49.
- Lilljeborg W.* Description de deux especes nouvelles de Diaptomus du Nord de Europe // Bull. Zool. France. 1888. V. 13.
- Lilljeborg W.* Synopsis specierum nucusque in Suecia observatorum generis Cyclops. Rjygl. // Svenska Vet. Acad. Hand. 1901. V. 35.
- Lindström E.-A., Johansen S. W.* Factors controlling periphyton grows in rivers of low nutrient content. Experiments with nutrient-diffusing substrates in 1994 // Newsletter. Nitrogen from mountains fjord. 1995. P. 15-17.
- Lindström E.-A., Traaen T. S.* Influence of current velocity on periphyton distribution and succession in a Norwegian soft water river // Verb. Int. Ver. theor. und angew. Limnol. 1984. V. 22. Pt 3.
- Mansikkaniemi H.* Morphology of the Utsjoki river valley and the uppermost shore line in northernmost Finland // Fennia. 1973. 123. P. 129.
- Meriläinen K.* General Geological map of Finland. Pre-Quaternary rocks. Inari-Utsjoki, sheet // Geological survey, Helsinki. 1965. P. 8-9.
- Nylander E., Saelan Th.* Herbarium musci Fennici. Helsingfors. 1859. 118 p.
- Plan for multiple use of the Tenojoki river.* Ministry of Environment, Environmental Protection Department. 1993. Report 83. 113 p.
- Richard I.* Notes sur les peches effectuees par M. Ch. Rabot dans les lacs Enara, Imandra e dans le Kolozero // Bull. Soc. Zool. France. 1889. V. 14. P. 104.
- Richard I.* Notes sur les peches effectuees par M. Ch. Rabot dans les lacs Enara, Imandra e dans le Kolozero // Bull. Soc. Zool. France. 1889. V. 14. P. 104.
- Sheath R. G., Munawar M.* Phytoplankton composition of a small subarctic lake during summer // Can. J. Bot. 1975. 53 (19) P. 2240-2246.
- Traaen T. S., Lindström E.-A., Huru H.* Overkyking av Tanavassdraget. Fremdriftsrapport for 1988-1989. NIVA-Rapport. Oslo, 1990. 48 p.
- Wahlenberg C.* Flora Lapponica. Berlin, 1812. 550 p.