

Специфика альгофлоры в ризосфере ячменя и сорных растений

© 2011. Л. В. Кондакова, к.б.н., зав. кафедрой,
Вятский государственный гуманитарный университет,
e-mail: kaf_eco@vshu.kirov.ru

В работе приведены результаты исследования альгофлоры в ризосфере ячменя (*Hordeum distichon* L.) и сорных растений на дерново-подзолистой глееватой и дерново-перегнойной глеевой почвах. На видовой состав группировок водорослей ризосферы оказывают влияние индивидуальные особенности высшего растения и свойства почвы.

The results of researching algoflora in barley (*Hordeum distichon* L.) rhizosphere and in weeds on sod-podzol and sod-humus gley soils are presented. Individual features of a higher plant, as well as soil properties influence the groups of algae species composition in the rhizosphere.

Ключевые слова: альгофлора, ризосфера, ризоплана

Key words: Algoflora, rhizosphere, rhizoplane

Высшие растения, несомненно, оказывают сильное влияние на почвенную микрофлору. Концентрирование микроорганизмов в зоне корней высших растений было обнаружено в начале XX века Гильтнером. Он предложил термин «ризосфера» для обозначения той части почвы, которая окружает корни и в которой наблюдается увеличение численности микроорганизмов по сравнению с почвой без корней. В настоящее время под ризосферой понимают пространство вокруг корня от 0 до 2–8 мм в диаметре. В ризосфере растений происходит активное размножение бактерий, грибов и водорослей. Развитие сапротрофных микроорганизмов в этой зоне стимулируется корневыми экссудатами и ризодепозитами. Корневые экссудаты представляют собой низкомолекулярные органические вещества, продукты фотосинтеза и метаболизма растения (сахара, органические кислоты, аминокислоты, спирты, фитогормоны, витамины и др.). Корневые ризодепозиты включают не только экссудаты, но и высокополимерные слизи полисахаридной и белковой природы, ферменты, слущивающиеся поверхностные клетки корня и др. Наибольшая концентрация микроорганизмов происходит непосредственно на поверхности корня – в ризоплане. Масса корневых выделений может составлять более 30–40% продуктов фотосинтеза. Считается, что, получая часть энергетического материала от растений, микроорганизмы отдают взаимы легкоусвояемый азот, фосфор, железо, ряд важных физиологически активных веществ [1].

Являясь фототрофными микроорганизмами, водоросли способны и к миксотрофному питанию [2]. Многие водоросли, особенно зелёные, обладают лабильным обменом веществ и способны перестраивать его в зависимости от условий среды. Немало способных к гетеротрофии видов обнаружено и среди жёлтозелёных водорослей. Между корнями высших растений и водорослями ризосферы возникают взаимопользные связи. Доказана миграция азота из синезелёных водорослей в органы высших растений [3]. Есть точка зрения, что взаимоотношения высших растений с альгофлорой ризосферы также можно рассматривать и как один из вариантов консортивных отношений, где растение служит детерминантом консорции, а водоросли являются консортами [4].

Ж. Ф. Пивоваровой [5] в горных степных фитоценозах Южной Сибири отмечена селективная роль высших растений в видовом составе альгофлоры. Благодаря ризосфере растений сохраняется выживаемость альгофлоры степной экосистемы при сильном антропогенном воздействии, что даёт возможность восстановления её исходного состояния при прекращении воздействия.

Впервые влияние корней на почвенные водоросли было обнаружено Катцнельсоном [6] при изучении микроскопического населения ризосферы кормовой свёклы. Работ, касающихся распространения почвенных водорослей в ризосфере растений, немного [5, 7–14]. В большинстве случаев авторы наблюдали определённое влияние растений на рас-

пределение водорослей в ризосферном слое почвы. Количество клеток в ризосфере может до трёх раз превышать содержание их в почве вдали от корней. Видовое разнообразие водорослей в ризосфере может быть меньше [8, 10] или больше [15], чем вне её. В некоторых случаях ризосферная и контрольная почвы, а также ризосферные зоны разных растений различаются соотношением отдельных групп водорослей. Видов, характерных только для ризосферы растений, не обнаружено [15]. Авторами ряда работ отмечено, что на развитие водорослей в ризосфере оказывают влияние температура и влажность почвы, возраст и физиологическое состояние растений, поражение болезнями и механические повреждения. Для сравнительной оценки микрофлоры ризосферной почвы и почвы, взятой вдали от корней, применяется показатель ризосферного эффекта. Ризосферный эффект – это отношение количества микроорганизмов в ризосфере к их количеству в контрольной почве.

Неотъемлемой частью любого агрофитоценоза, наряду с культурными растениями, являются сорные растения. Водоросли в ризосфере сорных растений ранее не исследовались.

Цель работы: изучить специфику сообществ водорослей в ризосфере и ризоплане ячменя и сорных растений.

Объекты и методы

Исследования проводились на пахотных мелиорированных почвах стационара «Ивакинские пашни» (Котельничский район Кировской области): дерново-подзолистой глееватой и дерново-перегнойной глеевой.

Почвенные пробы отбирали из ризосферы ячменя (*Hordeum distichon* L.) и наиболее распространённых сорных растений: пикульника обыкновенного (*Galeopsis bifida* Boenn.), осота полевого (*Sonchus arvensis* L.), клевера ползучего (*Trifolium repens* L.), мари белой (*Chenopodium album* L.), горца почечуйного (*Polygonum persicaria* L.), мяты полевой (*Mentha arvensis* L.). При отборе проб не менее чем у 5 экземпляров каждого анализируемого вида растения выкапывали корневую систему, встряхиванием освобождали от свободной почвы и помещали в стерильные пакеты. Контролем служила почва, взятая вдали от корней растений. Для альгологического анализа использовали как ризосферную почву, так и корни, с кото-

Таблица 1
Разнообразие водорослей в ризоплане, ризосфере и почве, взятой вдали от корней

| Растение | Количество видов по систематическим группам | | | | Всего видов | Ризосферный эффект |
|-------------------------------------|---|---------|---------------|------------|-------------|--------------------|
| | синезелёные | зелёные | жёлто-зелёные | диатомовые | | |
| Дерново-подзолистая глееватая почва | | | | | | |
| Ячмень 1 | 9 | 11 | 10 | 1 | 31 | 1,11 |
| Ячмень 2 | 13 | 7 | 3 | 3 | 26 | 0,93 |
| Осот полевой 1 | 13 | 6 | 2 | 1 | 22 | 0,76 |
| Осот полевой 2 | 7 | 7 | 0 | 1 | 15 | 0,54 |
| Пикульник обыкновенный 1 | 11 | 9 | 8 | 0 | 28 | 1 |
| Пикульник обыкновенный 2 | 11 | 10 | 1 | 2 | 24 | 0,85 |
| Контрольная почва | 11 | 11 | 4 | 2 | 28 | |
| Дерново-перегнойная глеевая почва | | | | | | |
| Ячмень 1 | 12 | 12 | 7 | 1 | 32 | 0,94 |
| Ячмень 2 | 14 | 13 | 10 | 0 | 37 | 1,08 |
| Осот полевой 1 | 9 | 19 | 11 | 3 | 42 | 1,24 |
| Осот полевой 2 | 11 | 8 | 3 | 0 | 22 | 0,65 |
| Пикульник обыкновенный 1 | 13 | 15 | 14 | 3 | 45 | 1,32 |
| Пикульник обыкновенный 2 | 10 | 9 | 5 | 0 | 24 | 0,71 |
| Контрольная почва | 10 | 16 | 6 | 2 | 34 | |

Примечание: 1 – ризосфера, 2 – ризоплана.

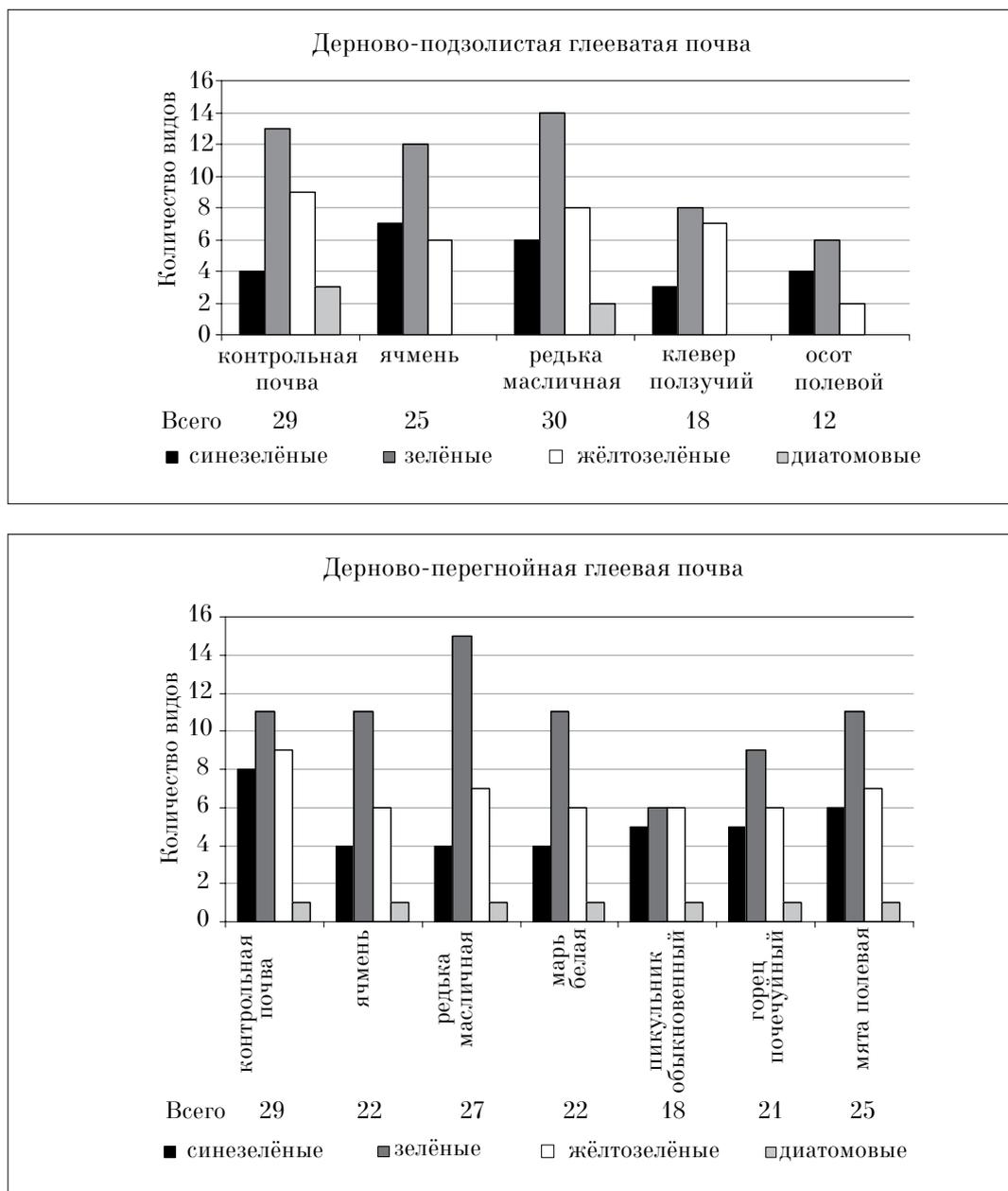


Рис. 1. Состав водорослей в ризосфере культурных и сорных растений

рых готовили смыв (ризоплану). Для этого в колбы со стерильной питательной средой помещали освобождённые от ризосферной почвы корни растений, взбалтывали и оставляли на несколько часов. Затем, соблюдая стерильность, корни извлекали и колбы ставили на свет.

Результаты и обсуждение

В культурах с посевом смывов ризопланы наблюдали более раннее развитие водорослей по сравнению с контрольной и ризосферной почвой. Ранее это отмечалось Э. А. Штиной [7] и Т. И. Алексахиной [13, 14]. В дерново-

подзолистой глееватой почве ранний рост культур водорослей наблюдали в колбе со смывом с корней ячменя. В дерново-перегнойной глеевой почве более ранний рост водорослей отмечали в культурах с ризопланой пикульника, мари и горца.

Видовое разнообразие водорослей в ризосфере ячменя мало отличалось от контрольной почвы. Ризосфера ячменя в дерново-подзолистой глееватой почве включала следующие виды водорослей: *Anabaena sphaerica*, *A. cylindrica*, *Cylindrospermum licheniforme*, *Nostoc punctiforme*, *N. muscorum* (азотфиксаторы), *Phormidium autumnale*, *Ph. formosum*, *Ph. aerugineo-acerulea*, *Leptolyngbya foveolarum*

(Cyanophyta); виды родов *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Chlorella*, *Bracteacoccus minor*, *Tetracystis aggregata*, *Klebsormidium flaccidum* и др. (Chlorophyta); *Eustigmatos magnus*, *Visch-eria helvetica*, *Xanthonema exile*, *X. bristolianum* (Eustigmatophyta); *Bumilleriopsis brevis*, *Characiopsis minuta*, *Pleurochloris anomala* и др. (Xanthophyta) и редко диатомеи *Hantzschia amphioxys*, *Luticola mutica* (Bacillariophyta). Видовое разнообразие водорослей в почве, взятой вдали от корней, было несколько ниже, чем в ризосфере ячменя. Увеличение видового разнообразия было обусловлено жёлтозе-

лёными водорослями, число видов которых в ризосфере ячменя было больше контроля в 2,5 раза (табл. 1, рис. 1). Э. А. Штина [8] отмечала, что яровые злаки оказывают слабое действие на ризосферу. Ранее Катцнельсон с соавторами [16] не обнаружили увеличения численности водорослей в ризосфере яровой пшеницы. В дерново-подзолистой глееватой почве альгофлора ризосферы сорных растений была беднее альгофлоры ризосферы ячменя. Наблюдалось снижение видового разнообразия зелёных и жёлтозелёных водорослей, особенно в ризосфере осота. Видо-

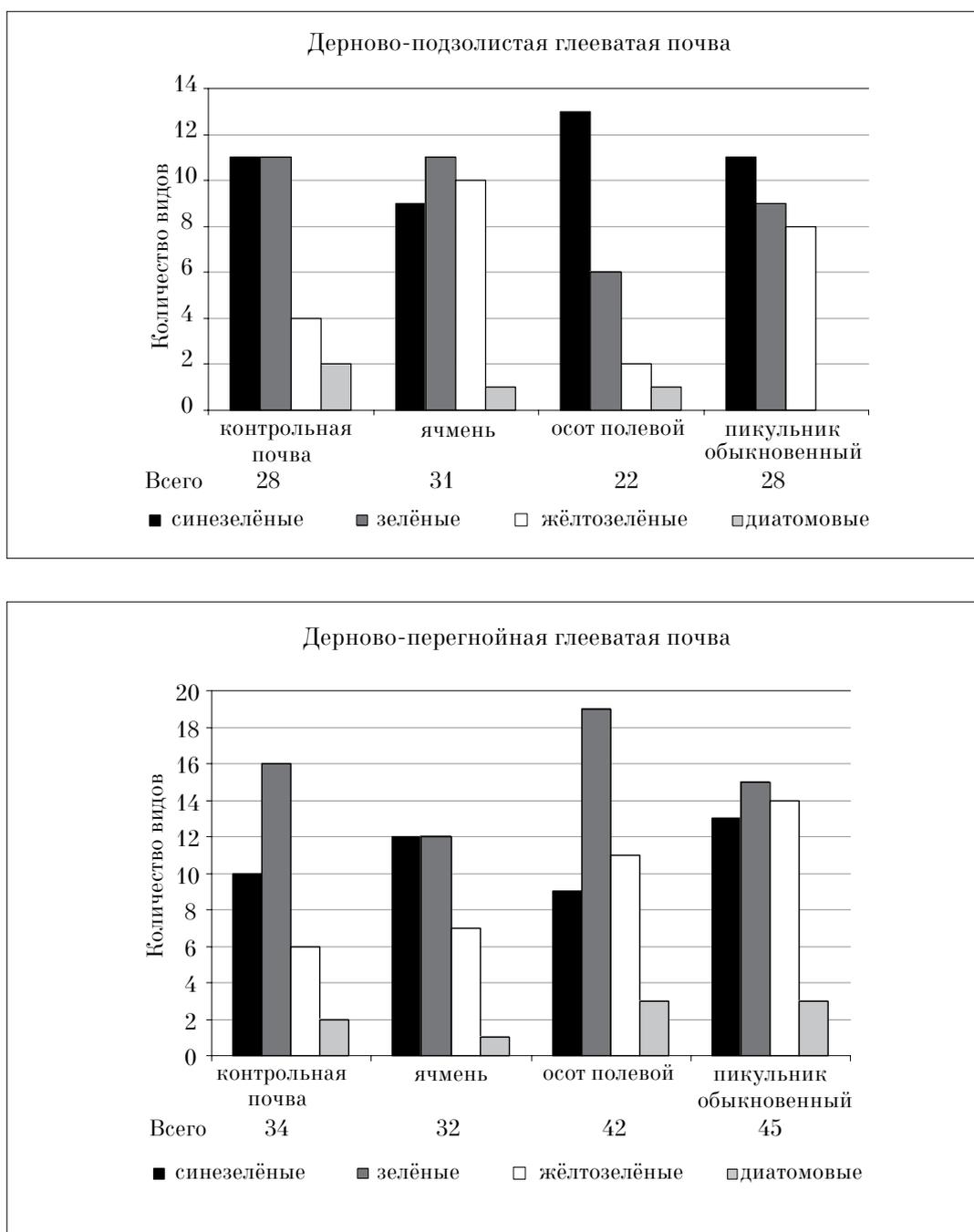


Рис. 2. Состав водорослей в ризоплане культурных и сорных растений

вое разнообразие синезелёных водорослей не уменьшалось по сравнению с контролем. На дерново-перегнойной глеевой почве в ризосфере ячменя видовое разнообразие водорослей несколько ниже контрольной почвы. Но при этом в глеевой почве, в отличие от глееватой, разнообразие водорослей в ризосфере тех же видов сорных растений оказалось выше контрольной почвы (табл. 1). Возможно, это связано с особенностями глееватой и глеевой почв. В дерново-перегнойной глеевой почве видовое разнообразие синезелёных водорослей в контроле, ризосфере ячменя и ризосфере сорных растений мало различалось. При этом число видов зелёных и жёлтозелёных водорослей было выше в ризосфере сорных растений.

Количество клеток водорослей в ризосфере зависит от почвенно-климатических условий и от растения, его возраста, стадии развития, жизненности [7, 8, 11, 15]. В период отбора проб (июль) растения испытывали недостаток влаги. Было отмечено наибольшее иссушение пахотного слоя почв. Численность водорослей в ризосфере ячменя на дерново-подзолистой глееватой почве была низкой – $8,5 \pm 1,2$ тыс. клеток в 1 г абсолютно сухой почвы и мало отличалась от численности клеток вдали от корней ($5,6 \pm 1,1$ тыс. клеток). В этот же период отбора проб на дерново-перегнойной глеевой почве водоросли при прямом микроскопическом учёте не были обнаружены ни в контроле, ни в ризосфере растений.

Таким образом, нами установлено, что в ризосфере разных растений агрофитоценоза формируются различные группировки водорослей. На видовой состав альгофлоры ризосферы оказывают влияние индивидуальные особенности высшего растения и свойства почвы. При этом ризосфера ячменя и сорных растений богаче видами, чем ризоплана этих же растений.

Высшие растения, через группировки водорослей в ризосфере и ризоплане, поддерживают гетерогенность альгофлоры почвенной среды и обеспечивают выживаемость водорослей в неблагоприятные по влажности и наличию питательных веществ периоды.

Литература

1. Экология микроорганизмов. Учебник для студ. вузов/ Под ред. А.И. Нетрусова. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 272 с.
2. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 144 с.
3. Панкратова Е.М. Роль азотфиксирующих синезелёных водорослей (цианобактерий) в накоплении азота и повышении плодородия почвы. Автореф. ... дис. докт. биол. наук. М.: МГУ. 1981. 40 с.
4. Работнов Т.А. О современном состоянии изучения аллелопатии // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1974. Т. 79. Вып. 4. С. 71–85.
5. Пивоварова Ж.Ф. Узлы сгущения жизни – гарант сохранения биоразнообразия горных степей Южной Сибири // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах. Киров. 2010. С. 233–237.
6. Katznelson H. The «Rhizosphere effect» of mangels on certain groups of soil microorganismus // Soil Sci. 1946. V. 62. № 5. P. 343–354.
7. Штина Э.А. Влияние сельскохозяйственных растений на флору почвенных водорослей // Труды Киров. с.-х. ин-та. 1954. Т. 10. Вып. 22. С. 59–69.
8. Штина Э.А. Водоросли дерново-подзолистых почв Кировской области // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Сер. 2. 1959. Вып. 12. С. 36–141.
9. Hadfield W. Rhizosphere effect on soil algae (of thea plan *Camelia sinensis*) // Nature. 1960. V. 185. № 4707. P. 298.
10. Байрамова Л.С. Водоросли субтропических почв Азербайджана. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Баку: АН АзССР. 1965. 24 с.
11. Новичкова-Иванова Л.Н. Водоросли в ризосфере // Методы изучения продуктивности корневых систем и организмов ризосферы. Л. 1968. С. 131–135.
12. Metting B. The systematics and ecology of soil algae // The Bot. review. 1981. V. 47. № 2. P. 195–312.
13. Алексахина Т.И. Почвенные водоросли в ризосфере преобладающих растений лесных биогеоценозов // Экология. 1972. № 1. С. 45–52
14. Алексахина Т.И. Влияние некоторых древесных и травянистых растений леса на почвенные водоросли // Значение консортивных связей в организации биогеоценозов. Пермь. 1976. С. 85–89.
15. Алексахина Т.И., Штина Э.А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1984. 148 с.
16. Katznelson H., Rouatta J.W., Payne T.M. Recept studies on the microflora of the rhizosphere // VI Congr. Intern. du sol. Paris. 1956. P.151–156.