

## Альгологический мониторинг пахотных дерново-подзолистых оглеённых почв в оценке эффективности агромелиоративных мероприятий

© 2010. Л. В. Кондакова, к. б. н., зав. кафедрой,  
Вятский государственный гуманитарный университет,  
e-mail: irinakondakova@mail.ru

Впервые проведён 30-летний мониторинг по изучению влияния осушения и глубокого мелиоративного рыхления на почвенную альгофлору. Выявлены основные закономерности развития водорослей на почвах с естественным водным режимом и в сочетании с агромелиоративными приёмами. Установлено положительное влияние мелиорации и агромелиоративных приёмов на биологические свойства тяжёлых оглеённых почв. Осушение и глубокое мелиоративное рыхление кратковременно переувлажнённых дерново-подзолистых глееватых почв способствует повышению видового разнообразия и численности водорослей, в дерново-перегнойной глеевой почве данный приём приводит к перестройке состава альгофлоры и формированию сообществ водорослей, характерных для окультуренных пахотных почв. Эффективность агромелиоративных приёмов на альгофлору сохраняется на 30-летний период мониторинга.

For the first time a 30-year-long monitoring of the influence of drainage reclamation and deep soil loosening on soil alga flora has been carried out. The laws of algae development were found out in soils with natural watering regime combined with agro-reclamation measures. It is stated that soil development and agro reclamation have a positive influence on biological properties of heavy gleyified soils. Drainage reclamation and deep soil loosening of short-time overmoistened sod-podzol gleyified soils contributes to algae species diversity and quantity. In sod-mull gley soils reclamation leads to change in alga flora and forming algae communities that are characteristic of cultivated plough soil. Positive effect of reclamation on alga flora has been lasting for the 30-year-long monitoring period.

Ключевые слова: водоросли, цианобактерии, мелиорация, глубокое рыхление

Key words: algae, cyanobacteria, reclamation, deep soil loosening

Пахотные почвы коренным образом отличаются от почв целинных. При окультуривании почвы изменяются её биологические свойства: улучшаются условия обитания микроорганизмов, усиливаются биогенность и биологическая активность, повышается плодородие [1, 2]. Окультуривание почв приводит также к изменению сообществ почвенных водорослей [3 – 6].

Э.А. Штина [7], изучая окультуривание дерново-подзолистой почвы, отметила три группы видов водорослей: 1) виды, встречающиеся только в целинных почвах; 2) виды-убиквисты и 3) виды пахотных почв. Отмечено, что группировки водорослей окультуренных почв в сравнении с целинными характеризуются большей динамичностью и своеобразной нивелировкой зональных различий.

В настоящее время имеется немало литературных данных о влиянии отдельных факторов окультуривания на почвенные водоросли: обработка почвы, удобрения, ядохимикаты, мелиорация. Обработка почвы (рыхление и вспашка) не препятствует развитию водорослей [8], однако вызывает перераспреде-

ние водорослей в пахотном слое и временную задержку их роста на поверхности почвы [7, 9].

Установлено, что почвенные водоросли быстро реагируют на минеральные удобрения [4, 10], чувствительны к сельскохозяйственным ядохимикатам [4, 9].

Особое значение для водорослей имеет регулирование водного режима путём оросительной и осушительной мелиорации [11 – 13].

Цель работы: сравнить результаты длительного мониторинга по изучению влияния осушения и глубокого мелиоративного рыхления тяжёлых переувлажнённых минеральных почв на биологические свойства почв, в частности на развитие почвенных водорослей.

### Объекты и методы

Работы по изучению эффективности глубокого мелиоративного рыхления в Нечернозёмной зоне РФ были организованы и выполнены кафедрой физики и мелиорации почв Московского университета под руководством профессора Ф.Р. Зайдельмана. В Киров-

ской области исследования выполнялись на территории массивов «Ивакинские пашни» (Котельничский район) и «Горевский массив» (Свечинский район).

Массив «Ивакинские пашни» расположен на первой правобережной надпойменной террасе р. Вятки. Рельеф территории пологовсхолмлённый, расчленён широкими и неглубокими лощинами по направлению с юга на север. Общий уклон поверхности на северо-запад в сторону р. Черняницы. Коренные породы – пермские карбонатные глинистые сланцы. Почвообразующими породами является карбонатный глинистый элювий коренных пермских отложений.

На стационаре «Ивакинские пашни» строительство производственно-экспериментальных полигонов было завершено в 1977 году, в том же году выполнено сплошное глубокое мелиоративное рыхление. В течение ряда лет проводились стационарные работы по изучению эффективности глубокого рыхления на водно-физические свойства тяжёлых почв, изучалась реакция сельскохозяйственных растений на проведённые агрономелиоративные мероприятия.

Экспериментальный участок «Горевский массив» расположен в Свечинском районе Кировской области. Почвы дерново-глееватые. На данном стационаре проведён аналогичный комплекс работ по осушению и глубокому рыхлению. Характерной особенностью, объединяющей почвы обоих стационаров, является тяжёлый механический состав почвообразующих и подстилающих пород. Заболачивание происходит вследствие застаивания поверхностных вод.

Нами проведены длительные стационарные исследования альгофлоры оглеённых почв с естественным водным режимом и дренированных кратковременного и длительного избыточного увлажнения на 2, 3, и 4-й годы после проведения агрономелиоративных мероприятий и через 10, 28 и 30 лет.

Альгоиндикация состояния почвы проводилась общепринятыми в почвенной альгологии методами [4].

### Результаты и их обсуждение

*Альгофлора неосушенных гидроморфных почв*

Для определения характера изменений, происходящих в почвах при осушении и глубоко мелиоративном рыхлении, проведено изучение альгофлоры гидроморфных почв

в их естественном состоянии. Минеральные гидроморфные и мезогидроморфные почвы широко распространены и занимают огромные территории в гумидных ландшафтах РФ и за её пределами [14, 15]. По Ф.Р. Зайдельману [16] «минеральными гидроморфными почвами лесной зоны называются почвы, которые имеют устойчивые признаки заболачивания ... характеризуются периодическим или полным насыщением влагой отдельных горизонтов или всего профиля и формируются в условиях нормального или повышенного увлажнения в результате поступления вод различного происхождения».

На станции «Ивакинские пашни» изучали последовательный ряд пахотных тяжёлых дерново-подзолистых почв разной степени заболоченности, сформированных на пермских глинах. Участки расположены на склоне северо-западной экспозиции с крутизной 3–4° и образуют катену. Заболачивание участков обусловлено поверхностными водами. Под пахотным слоем тяжёлых почв залегает плотный водоупорный иллювиальный грунт, поэтому водный режим верхней 30–40 см толщи отличается быстрыми переходами от сырого к сухому состоянию [16].

Анализируя водорослевые сообщества в почвах разных уровней склона и разной степени заболоченности (оглеения), мы рассматривали следующие черты этих сообществ: таксономический состав альгофлоры и соотношение числа видов разных систематических групп, экологическую структуру (состав жизненных форм), распределение водорослей в профиле почвы, численность водорослей и их сезонную динамику, биомассу водорослей, в том числе биомассу поверхностных разрастаний.

На изученной катене обнаружена богатая альгофлора – 132 вида (табл. 1).

Участки разной степени заболоченности различаются между собой по числу видов и по соотношению разных отделов водорослей. Сверху вниз по склону увеличивается общее видовое разнообразие водорослей. Однако активная альгофлора, выделяемая методом чашечных культур, оказалась наиболее разнообразной в глубокооглеённой (30 видов) и глееватой (35 видов) почвах. Понятия «активная» и «потенциальная» микрофлора ввели А.В. Рыбалкина и Е.В. Кононенко [17]. Активная микрофлора развивается в почве при конкретных условиях, а потенциальная – это микрофлора, зародыши которой находятся в почве в неактивном состоянии. Виды, составляющие активную альгофлору, встречаются

Число видов водорослей в почвах разной степени оглеения:  
1 – число видов; 2 – процент от общего числа видов

Почва	<i>Cyanophyta</i>		<i>Chlorophyta</i>		<i>Xanthophyta</i>		<i>Bacillariophyta</i>		Всего видов	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Дерново-подзолистая неоглеённая	20	28,2	28	39,4	15	21,1	8	11,3	71	100
Дерново-подзолистая глубоко-оглеённая	20	28,6	28	40,0	14	20,0	7	10,0	70*	100
Дерново-подзолистая глееватая	29	32,2	34	38,9	18	20,0	8	8,9	89	100
Дерново-перегнойная глеевая	34	35,8	36	37,9	18	18,9	7	7,4	95	100

Примечание: \* встретился один вид из отдела *Euglenophyta*.

при прямом микроскопировании свежевзятой почвы и развиваются в 1-2 недельных культурах.

В глеевой почве при наибольшем общем видовом разнообразии водорослей (95 видов) активная альгофлора была представлена всего 20 видами.

Различия оглеённых почв выражаются и в составе доминирующих видов. Почвы неоглеённая, глубокооглеённая и глееватая в составе доминирующего комплекса имели восемь общих видов, в том числе *Cylindrospermum licheniforme*, *Microcoleus vaginatus*, *Hantzschia amphioxys*, *Luticola mutica* var. *mutica*, *Eustigmatos magnus*, *Chlamydomonas gloeogama* f. *gloeogama*, *Chlorococcum* sp., *Klebsormidium nitens*.

Комплекс доминирующих видов глеевой почвы включал индикаторные виды переувлажнённых почв: *Trichromus variabilis*, *Cylindrospermum stagnale*, *Carteria sphagnicola* и только два общих вида (*Microcoleus vaginatus* и *Hantzschia amphioxys*).

Сопоставление альгофлоры почв разной степени оглеения позволило выявить специфические виды каждого участка. С увеличением оглеения число специфических видов в почвах увеличивается. В глеевой почве из 30 специфических видов 13 относятся к гидрофильным. В то же время на данном участке не встречено 40 видов эдафотрофных водорослей, отмеченных на трёх верхних участках.

Глеевая почва по своим водно-физическим свойствам приближается к болотной почве. Большинство специфических видов, отмеченных для глеевой почвы, характерны для болот-

ных почв: *Synechocystis salina*, *Cylindrospermum stagnale*, *Microchaete tenera* f. *minor*, *Calothrix gracillis*, *Pseudoanabaena galeata*, *Oscillatoria limosa*, *Phormidium inundatum*, *Ph. molle*, *Ph. uncinatum*, *Lyngbya martensiana*, *Characiopsis minima*, *Bumilleria sicula*, *Lobomonas denticulata*, *Carteria pascheri*, *C. sphagnicola*, *Gonium pectorale*, *Pandorina morum*, *Tetraëdron minimum* и др. [18]. Ряд видов – *Phormidium molle*, *Oscillatoria limosa*, *Tetraëdron minimum* – отмечены Е.А. Бусыгиной [11] для почв выработанных торфяников как специфические виды сильного увлажнения.

Для характеристики альгосинузий интерес представляет встречаемость видов. От неоглеённой почвы к глеевой увеличивается встречаемость *Nostoc paludosum*, *Trichromus variabilis*, *Calothrix elenkinii*, *Lyngbya aeruginoso-coerulea*, *Nitzschia palea*, *Botrydiopsis arhiza*, *Characiopsis minuta*, *Chlamydomonas gelatinosa*, *Cosmarium cucurbita* и, наоборот, уменьшается встречаемость *Cylindrospermum licheniforme*, *Phormidium autumnale*, *Bumilleriopsis brevis*.

Экологический анализ альгофлоры показал высокий процент эдафотрофных видов в неоглеённой (94,4%), глубокооглеённой (94,3%) и глееватой (95,5%) почвах и уменьшение их доли в глеевой почве (83,1%). Эдафотрофные сообщества почвенных водорослей являются индикаторами более благоприятного водного режима почв [2].

Изучение распространения водорослей по профилю оглеённых почв показало общую закономерность – уменьшение числа

видов водорослей с глубиной [5, 4, 15, 14, 16]. В профилях почв катены резкое сокращение числа видов водорослей происходит с глубины водоупорного иллювиального горизонта 20 – 40 см. В глубинных горизонтах видовое разнообразие уменьшается от неоглеённой почвы (верх катены) к глеевой (низ).

Показатели численности и биомассы водорослей в почвах динамичны и зависят от многих факторов, главными из которых являются водный режим и наличие света и питательных веществ.

За период исследований численность водорослей в почвах разной степени заболоченности была в пределах 13,5 – 51,6 тыс. клеток/г (неоглеённая), 54,2–86,9 (глееватая) и 9,1–33,3 (глеевая).

Макроскопические разрастания водорослей («цветение» почвы) наблюдали на трёх верхних участках склона. Летом, в благоприятный для развития водорослей период, «цветение» вызывали зелёные (виды родов *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Klebsormidium*) и жёлтозелёные (*Pleurochloris*) водоросли. Осенью – преимущественно синезелёные виды родов *Cylindrospermum*, *Phormidium*, *Lyngbya*.

Численность водорослей в плёнках «цветения» достигала в неоглеённой почве 2–3,3 млн. клеток/см<sup>2</sup>, глубокооглеённой – 3,2–3,9 млн. клеток/см<sup>2</sup>, глееватой – 2,2–4,3 млн. клеток/см<sup>2</sup>. На глеевой почве «цветения» не наблюдали.

Эти данные сопоставимы с результатами, полученными другими авторами для пахотных дерново-подзолистых почв. По Э.А. Штиной, [4] численность зелёных водорослей под озимой рожью составляла до 19,6 млн. клеток/см<sup>2</sup>, а численность *Cyanophytu* под клевером (преобладали *Cylindrospermum*, *Nostoc*) – 3,1 млн. клеток/см<sup>2</sup>. Л.С. Балежина [18] указывала, что численность водорослей под клевером достигает 7 млн. клеток/см<sup>2</sup>, а Г.И. Помелова [19] под этой же культурой выявила плотность клеток 3,2–8,6 млн./см<sup>2</sup>.

Таким образом, изучение ряда почв разной степени заболоченности в их естественном состоянии показало, что характер группировок водорослей зависит от их водно-физических свойств.

*Влияние осушения и глубокого мелиоративного рыхления на группировки почвенных водорослей*

Осушительная мелиорация улучшает водно-физические свойства тяжёлых почв.

Сравнение альгофлоры неосушенной и осушенной глееватых почв показало различия между участками по числу выявленных видов и по соотношению систематических групп (табл. 2).

Из 105 видов водорослей, найденных на обоих участках, 69 являются общими. Коэффициент общности по Жаккару равняется 0,66. Коэффициент флористической связи [27] указывает на слабое сходство сравниваемых флор –  $K_m = 0,3$ .

Экологический анализ альгофлор участков выявил различия между сравниваемыми почвами. Неосушенная почва имеет большее разнообразие водорослей, относящихся к CF-, Ch-, H- и V-жизненным формам, а осушенная – водорослей P- и X-форм.

Численность водорослей в слое 0–5 см в вегетационный период сухого по количеству осадков 1979 года колебалась в неосушенной почве от 3,1±0,04 тыс. клеток в 1 г абсолютно сухой почвы до 8,2±1,0 тыс. клеток. В осушенной почве изменения численности составляли от 8,7±1,9 тыс. клеток до 11,3±2,1 тыс. клеток.

Максимальную численность водорослей наблюдали во влажном 1980 году в конце сентября, когда после уборки ячменя почва в течение месяца оставалась невспаханной. В этот период, особенно на дренированных участках, создавались благоприятные условия для развития водорослей. На осушенном участке численность водорослей была в 2,2 раза выше, чем на неосушенном, и составляла 149,7+26,9 тыс. клеток в слое 0–5 см. В этот период на обоих участках наблюдалось «цветение» почвы, вызванное в основном видами родов *Cylindrospermum*, *Phormidium*, *Lyngbya*. Численность водорослей в поверхностных разрастаниях составляла на неосушенной почве 2,2–4,3 млн. клеток на 1 см<sup>2</sup>, на осушенной – 2,5–6,4 млн. клеток. Отличия неосушенной и осушенной почв выразились и в общей длине нитей синезелёных водорослей. В осушенной почве длина нитей составляла от 4,69 до 15,75 м на 1 см<sup>2</sup>, в неосушенной – 4,19–10,06 м/см<sup>2</sup>. При этом в плёнке водорослей с неосушенной почвы содержалось больше грибных гиф – от 5,63 до 9,75 м на 1 см<sup>2</sup> против 1,68–3,81 м/см<sup>2</sup> в осушенной.

Более значительные изменения сообществ водорослей происходят при осушении длительно переувлажнённых дерново-перегнойных почв. Реакцией на изменение водного режима является увеличение видового разнообразия всех систематических групп водорослей,

Таблица 2

Состав водорослей неосушенных и осушенных оглеённых почв:  
1 – число видов; 2 – процент от общего числа видов

Почва	<i>Cyanophyta</i>		<i>Bacillariophyta</i>		<i>Xanthophyta</i>		<i>Chlorophyta</i>		Всего видов	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Неосушенная дерново-подзолистая глееватая	29	32,6	8	9,0	18	20,2	34	38,2	89	100
Осушенная дерново-подзолистая глееватая	28	32,9	6	7,1	16	18,8	35	41,2	85	100
Осушенная рыхлёная дерново-подзолистая глееватая	30	30,9	7	7,3	24	24,7	36	37,1	95	100
Неосушенная рыхлёная дерново-подзолистая глееватая	25	29,1	9	10,5	18	20,9	33	38,3	86*	100
Неосушенная дерново-перегнойная глеевая	20	38,5	4	7,7	8	15,3	20	38,5	52	100
Осушенная дерново-перегнойная глеевая	22	33,3	4	6,1	15	22,7	25	37,9	66	100
Осушенная рыхлёная дерново-перегнойная глеевая	21	27,6	4	5,3	17	22,4	32	42,1	76**	1000

Примечание: \* – встретился один вид из отдела *Chrysophyta*; \*\* – встречено два вида из отделов *Phyrrhophyta* и *Euglenophyta*.

особенно отдела *Xanthophyta* (табл. 2). Коэффициент флористической связи Малышева указывает на слабое различие альгофлор неосушенной и осушенной глеевой почв ( $K_m = 0,1$ ).

Специфическими видами неосушенной глеевой почвы являются гидрофильные виды: *Oscillatoria limosa*, *Chlorocloster simplex*, *Cosmarium cucurbita*. В состав специфических видов осушенной почвы входят эдафотрофные виды: *Anabaena cylindrica f. hollerbachiana*, *Cylindrospermum licheniforme*, *C. muscicola*. В осушенной глеевой почве формируются группировки водорослей окультуренных пахотных почв. Вопрос о влиянии осушения на группировки почвенных водорослей достаточно подробно изучен на примере торфяно-болотных [13] и болотных [20, 12] почв. Установлено положительное влияние осушительной мелиорации на развитие почвенных водорослей. Имеются данные [21, 22], что при

осушении пойменных почв Башкирии происходит перестройка сообществ водорослей: увеличивается число диатомовых водорослей и азотфиксирующих синезелёных водорослей. При последующем окультуривании осушенных пойменных почв формируются сообщества водорослей пахотных почв.

Эффективность осушения тяжёлых переувлажнённых минеральных почв значительно повышается при использовании специального агротехнического приёма – глубокого мелиоративного рыхления. Глубокое мелиоративное рыхление позволяет принципиально изменить неблагоприятные физические свойства и гидрологический режим подпахотных горизонтов и создать глубокоокультуренный корнеобитаемый горизонт [8]. На стационаре «Ивакинские пашни» влияние глубокого мелиоративного рыхления изучали на фоне дренажа (при этом контролем служила дренированная нерыхлёная почва)

и естественного водного режима (неосушенная нерыхлёная почва). На дренированных рыхлённых глееватых почвах, по сравнению с дренированными нерыхлёными, обнаружена более разнообразная альгофлора (табл. 2). В рыхлённой дерново-подзолистой глееватой почве выявлено 97 видов водорослей, а дренированной нерыхлённой – 85. Главное отличие рыхлённой почвы состоит в увеличении видового разнообразия жёлтозелёных водорослей. Сравнительный анализ альгофлоры показал, что из 106 видов водорослей, обнаруженных в почвах, 76 видов являются общими. Коэффициент общности флор по Жаккару равен 0,72. Коэффициент флористической связи Малышева равен 0,43 (умеренное сходство сравниваемых альгофлор). На дерново-перегнойной глеевой почве этого стационара в варианте с глубоким мелиоративным рыхлением отмечена более разнообразная альгофлора (табл. 2).

На стационаре «Горевский массив» осушение и глубокое мелиоративное рыхление также оказало положительное влияние на развитие альгофлоры. В рыхлённой дерново-глееватой почве найдено 87 видов водорослей, в том числе синезелёных – 35, зелёных – 28, жёлтозелёных – 16, диатомовых – 7, других отделов – 1. В нерыхлённой почве – 74 вида, из них синезелёных – 33, зелёных – 24, жёлтозелёных – 10, диатомовых – 7. Как и на стационаре «Ивакинские пашни», увеличение видового разнообразия в осушенной рыхлённой почве происходит в основном за счёт жёлтозелёных водорослей. Их в рыхлённой почве больше в 1,6 раза.

Таким образом, в родственных по генезису почвах разных стационаров один и тот же агротехнический приём – глубокое мелиоративное рыхление – через изменение водно-физических свойств почв вызвал положительную реакцию водорослей, проявившуюся в увеличении их видового разнообразия. Под влиянием глубокого рыхления в осушенной почве в 2–3 раза увеличилась численность и биомасса водорослей. При осеннем «цветении» почвы, вызванном макроскопическими разрастаниями цианобактерий из родов *Nostoc*, *Anabaena*, *Cylindrospermum*, *Phormidium*, на рыхлённом участке численность водорослей достигала 8,1–16,1 млн. клеток на 1 см<sup>2</sup>. При этом общая длина трихомов водорослей составляла от 18,2 до 47,9 м на 1 см<sup>2</sup>. В нерыхлённой почве численность водорослей в плёнках цветения колебалась от 2,6–6,4 млн. клеток на 1 см<sup>2</sup>, а длина трихомов от 4,7 до 15,7 м/см<sup>2</sup>.

Более значительные изменения сообществ почвенных водорослей происходят при осушении в сочетании с глубоким мелиоративным рыхлением дерново-перегнойных глеевых почв (табл. 2). Увеличивается видовое разнообразие, в основном за счёт зелёных и жёлтозелёных водорослей, изменяется состав доминирующих видов, возрастает процент эдафотрофных видов (88,2% – осушенная рыхлённая почва и 80,8% – неосушенная).

Как отмечает Ф.Р. Зайдельман [23], на почвах, приуроченных к пермским почвообразующим породам, глубокое рыхление оказывает длительное (до 12–14 лет) воздействие, если при обработке почвы не используется тяжёлая сельхозтехника.

Через 10 лет после проведения агро-мелиоративных мероприятий (в августе 1987 г.) на дренированном рыхлённом участке с дерново-подзолистой глееватой почвой стационара «Ивакинские пашни» наблюдали обильное «цветение» почвы (50–80% поверхности): *Cylindrospermum licheniforme*, *Anabaena sphaerica* f. *sphaerica*, *Phormidium autumnale*, *Ph. aerugineo-coeruleum*. На неосушенной почве развивалась протонема мхов, из водорослей отмечены *Cylindrospermum licheniforme*, *Phormidium aerugineo-coeruleum*, *Microcoleus vaginatus* и указывающий на большее увлажнение почвы *Calothrix elenkinii*. На осушенной рыхлённой дерново-перегнойной глеевой почве «цветение» вызывали эдафотрофные виды: *Cylindrospermum muscicola*, *C. licheniforme*, *Phormidium autumnale*, *Microcoleus vaginatus*. На неосушенном участке поверхностных разрастаний не наблюдали.

В октябре 2005 г. макроскопические разрастания водорослей на осушенном рыхлённом участке с дерново-подзолистой глееватой почвой были представлены типично почвенными видами: *Cylindrospermum licheniforme*, *Phormidium formosum*, *Microcoleus vaginatus*, *Leptolyngbya foveolarum*, *Hantzschia amphioxys*. На неосушенном участке почва не обрабатывалась и зарастала мхом, на поверхности которого развивались *Cylindrocystis crassa* v. *crassa* и *C. brebissonii*, а также отмечены *Microcoleus vaginatus*, *Hantzschia amphioxys*. В дерново-перегнойной глеевой почве на дренированном рыхлённом участке слабое «цветение» было вызвано мхом и водорослями: *Nostoc punctiforme*, *Microcoleus vaginatus*, *Hantzschia amphioxys*. Участок был использован под кормовые травы, которые при высокой плотности травостоя препятствовали развитию водорослей, полностью затеняя почву.

Таблица 3

Активная альгофлора дерново-подзолистых глееватых почв  
(пробы от 06.09.2007)

Почва	Количество видов водорослей				Всего видов
	<i>Cyanophyta</i>	<i>Bacillariophyta</i>	<i>Xanthophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>	
Осушенная рыхлая	7	3	3	3	16
Осушенная нерыхлая	4	2	–	3	9

Таблица 4

Состав водорослей осушенных рыхлых глееватой и глеевой почв: 1 – число видов; 2 – процент от общего числа видов

Почва	<i>Cyanophyta</i>		<i>Bacillariophyta</i>		<i>Xanthophyta</i>		<i>Chlorophyta</i>		Всего видов	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Дерново-подзолистая глееватая	16	51,6	3	9,7	3	9,7	9	19,0	31
Дерново-перегнойная глеевая	15	48,3	3	9,7	2	6,5	11	35,5	31	100

Через 30 лет эксперимента состав активной альгофлоры нерыхлых и рыхлых осушенных участков имел различия (табл. 3). Более богатое видовое разнообразие водорослей отмечено в осушенной рыхлой почве.

В пробах на осушенных рыхлых участках с глееватой и глеевой почвой выявлено по 31 виду водорослей (табл. 4.).

Сравнение видового состава альгофлоры осушенных рыхлых участков с дерново-подзолистой глееватой и дерново-перегнойной глеевой почвой показало, что за период наблюдений коэффициент сходства их флористического состава увеличился с 0,49 до 0,8, что указывает на окультуривание дерново-перегнойных глеевых почв и коренную перестройку состава альгофлоры. В осушенных рыхлых почвах наибольшее развитие получают азотофиксаторы (виды родов *Anabaena*, *Cylindrospermum*).

Исследования, проведенные на стационаре «Ивакинские пашни», показали, что по реакции почвенных водорослей положительный эффект глубокого мелиоративного рыхления наблюдается и через 30 лет после проведенных мероприятий.

### Заключение

Длительный мониторинг альгофлоры на почвах стационаров «Ивакинские пашни» и «Горевский массив» показал положительное

влияние осушения и глубокого мелиоративного рыхления тяжёлых оглеённых почв на развитие почвенных водорослей. Известно, что реакция водорослей отражает условия почвенной среды, благоприятные для высших растений.

В осушенных рыхлых почвах увеличивается видовое разнообразие и численность водорослей, происходит перестройка комплекса видов доминантов, формируется сообщество водорослей окультуренных пахотных почв. Эффективность агро-мелиоративных приёмов на альгофлору сохраняется на 30-летний период наблюдений.

### Литература

1. Голлербах М.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969. 228 с.
2. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 144 с.
3. Домрачева Л.И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар. 2005. 336 с.
4. Штина Э.А. Водоросли дерново-подзолистых почв Кировской области // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. 1959. Сер. 2. Вып. 2. С. 36–141.
5. Bristol – Roach B.M. On the algal or some normal English soils. J. Agr. Sci. 1927. V. 17. Pt. 1. P. 563–588.
6. Metting. The systematic end ecology of soil algae. The Bot. zezview. 1981. V. 47. № 2. P. 195–312.
7. Некрасова К.А. Численность водорослей как показатель плодородия почвы и динамики почвенных про-

цессов // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. Изд-во. Моск. ун-та. 1980. С. 85–91.

8. Зайдельман Ф.Р. Подзоло- и глееобразование. М.: Наука, 1974. 207 с.

9. Зайдельман Ф.Р. Режим и условия мелиорации заболоченных почв. М.: Наука, 1975. 319 с.

10. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. М.: Изд-во МГУ, 2003. 448 с.

11. Рыбалкина А.В., Кононенко Е.В. Активная микрофлора почв. 1957. С. 174–247с.

12. Штина Э.А., Антипина Г.С., Козловская Л.С. Альгофлора болот Карелии и ее динамика. Л.: Наука, 1981. 272 с.

13. Бусыгина Е. А. Развитие почвенных водорослей на мелиорированных выработанных торфяниках в зависимости от их водного режима: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 1976. 19 с.

14. Носкова Т.С. Определение численности почвенных водорослей в связи с их распределением в профиле почвы // Методы изучения и практики исследования почвенных водорослей. Киров. 1972. С. 53–58.

15. Носкова Т.С. Сообщества водорослей некоторых почв Кировской области. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Горький. 1968. 19 с.

16. Кондакова Л.В. Изменение сообществ почвенных водорослей при мелиорации дерново-под-золистых почв: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 1984. 16 с.

17. Кузяхметов. Альгофлора выщелоченного чернозема Башкирии и влияние на нее различных приемов агротехники: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа: Башк. гос. унив., 1972. 21 с.

18. Балезина. Влияние удобрений и гербицидов на развитие почвенных водорослей: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Горький: ГСХИ, 1970. 21 с.

19. Помелова Г.И. Динамика почвенных водорослей в севообороте: Автореф. дис. ... канд. биол. наук, Пермь: Перм. ун-т, 1971. 81 с.

20. Антипина Г.С. Альгофлора болот Карелии и ее изменение под влиянием мелиорации: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 1979. 22 с.

21. Кабиров Р.Р. Влияние осушения на альгофлору подземных почв // Почвообразовательные процессы в осушениях и подземных землях Башкирии. Уфа. 1982а. С. 168–173.

22. Кабиров Р.Р. Изменение альгофлоры в процессе окультуривания пойменных почв // Формирование животного и микробного населения агроценозов: Тез. докл. Всес. совещ. Пуцзино. 1982. С. 15–16.

23. Эколого-гидрологические основы глубокого мелиоративного рыхления почв / Под ред. Ф.Р. Зайдельмана. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. 200 с.

24. Кондакова Л.В., Домрачева Л.И. Флора Вятского края. Часть 2. Водоросли (Видовой состав, специфика водных и почвенных биоценозов). Киров. 2007. 192 с.

25. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и плодородие почвы. М. 1956.

26. Мишустин Е.Н. Развитие учения о ценозах почвенных микроорганизмов // Проблемы почвоведения. М. 1982. С. 62–66.

27. Малышев Л.И. Флористические спектры Советского Союза // История флоры и растительности Евразии. Л. 1972. С. 17–40.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия»

### УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

приглашаем вас принять участие  
в работе Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием,  
посвященной 100-летию со дня рождения профессора Э.А. Штиной

«ВОДОРΟΣЛИ И ЦИАНОБАКТЕРИИ В ПРИРОДНЫХ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ»

11–15 октября 2010 г.

Основные направления работы конференции:

- Роль водорослей и цианобактерий в биоценозах и агроценозах
- Флора водорослей
- Физиология, биохимия и экология водорослей
- Изучение взаимодействия водорослей и цианобактерий с другими организмами
- Использование фототрофных микроорганизмов в биомониторинге окружающей среды
- Практическое использование водорослей и цианобактерий

Контактные адреса и телефоны:

610017, г. Киров. Октябрьский проспект. 133, Вятская ГСХА,  
кафедра ботаники, физиологии растений и микробиологии им. Э.А. Штиной  
телефон/факс (8332) 57-43-14, e-mail: nm-flora@rambler.ru