

УДК 631.466.3 (470.620)

UDC 631.466.3 (470.620)

03.00.00 Биологические науки

Biology

**ВИДОВОЙ СОСТАВ АЛЬГОФЛОРЫ
АГРОЦЕНОЗОВ КУБАНИ****SPECIES COMPOSITION OF ALGOFLORA IN
AGROCENOSIS OF KUBAN**

Доценко Клавдия Александровна
к.б.н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 9150-6857
klavdia.dotzenko@yandex.ru

Dotsenko Klavdia Aleksandrovna
Cand.Biol.Sci., assistant professor
RSCI SPIN code: 9150-6857
klavdia.dotzenko@yandex.ru

Федулов Юрий Петрович
д.б.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 2397-7812
fiz-rast@kubsau.ru

Fedulov Yuri Petrovich
Dr.Sci.Biol., professor
RSCI SPIN code: 2397-7812
fiz-rast@kubsau.ru

*Кубанский государственный аграрный
университет, г. Краснодар, Россия*

*Kuban State Agrarian University,
Krasnodar, Russia*

В Центральной зоне Краснодарского края на посевах сельскохозяйственных культур, возделываемых по различным технологиям, исследован видовой состав и численность почвенной альгофлоры. В альгофлоре изучаемой территории выявлено 48 видов почвенных водорослей и цианобактерий из 28 родов и 18 семейств, 7 классов и 4 отделов. Наиболее крупными и многочисленными по числу видов являются отделы: *Cyanophyta* и *Chlorophyta*. Обширные роды: *Oscillatoria*, *Gloeocapsa*. На их долю приходится 22 % от общего числа видов. Отмечено отрицательное влияние гербицидов на численность и видовой состав почвенных водорослей. Во всех вариантах их применения отсутствовал вид *Klebsormidium flaccidum* (Kützing). Низкой была численность видов *Chlorella vulgaris* Beyer., *Botrydiopsis arhiza* Borzi. Полагается, что данные виды водорослей можно использовать как биоиндикаторы. Установлено положительное влияние минеральных удобрений и последствие внесения органики на почвенную альгофлору. В данных вариантах снижалось негативное действие гербицидов. Согласно рассчитанным уравнениям регрессии, вносимые минеральные удобрения в большей степени ослабляли негативное действие гербицидов на общую численность популяций, чем последствие внесенной органики

Species composition and abundance of soil algal flora were studied in the Central zone of the Krasnodar region on crops of crops cultivated by various technologies. In the algal flora of the studied area, 48 species of soil algae and cyanobacteria from 28 genera and 18 families, 7 classes and 4 divisions were identified. The largest and numerous in number of species are the departments: *Cyanophyta* and *Chlorophyta*. Extensive delivery: *Oscillatoria*, *Gloeocapsa*. They account for 22 % of the total number of species. A negative effect of herbicides on number and species composition of soil algae was noted. In all variants of their application there was no form of *Klebsormidium flaccidum* (Kützing). The number of species of *Chlorella vulgaris* Beyer. was low, *Botrydiopsis arhiza* Borzi. It is believed that these species of algae can be used as bioindicators. The positive effect of mineral fertilizers and the aftereffect of introducing organic matter on the soil algal flora have been established. In these variants the deleterious effect of herbicides was reduced. According to the calculated regression equations, the applied mineral fertilizers to a greater extent weakened the negative effect of herbicides on the total number of populations than the aftereffect of introduced organics

Ключевые слова: ПОЧВЕННЫЕ ВОДОРΟΣЛИ,
БИОИНДИКАТОРЫ, АЛЬГОЦЕНОЗ, ЦИАНО-
БАКТЕРИИ, УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ

Keywords: SOIL ALGAE, BIOINDICATORS,
ALGACENOSIS, CYANOBACTERIA,
EQUATIONS OF REGRESSION

Doi: 10.21515/1990-4665-134-095

ВВЕДЕНИЕ

Биологическое разнообразие обитающих в почве микроорганизмов имеет большое значение для сохранения их плодородия. Особую роль в структуре микрофлоры почв занимают почвенные водоросли, входящие в состав фитоценозов любой экосистемы. Они реализуют важные экологические функции: синтезируют различные органические вещества, участвуют в процессах самоочищения и аэрации почвы, фиксации атмосферного азота.

Почвенные альгоценозы являются высококомобильным компонентом почвенной микрофлоры, они способны производить в месяц до 700 г/м^2 продукции, а время обновления их биомассы может составлять от 1 до 7 суток [5].

За счет азотфиксации сине-зеленые водоросли способны обеспечить в почвах умеренной зоны накопление азота до 50 кг/га в год [18].

Большая часть биомассы, сформированной почвенными водорослями, используется разнообразными организмами, получающими от них не только энергетический материал, но и ряд физиологически активных веществ. В результате этого усиливается общая биологическая активность почвы, повышается ее плодородие.

Разнообразие видового состава почвенных водорослей и высокое количество их определенных видов являются признаком плодородия почв. Почвенные водоросли чувствительны даже к незначительным изменениям экологических условий, что широко используется для биодиагностики почв [8, 9, 10, 11, 12, 23].

В связи с этим изучение почвенной альгофлоры весьма актуально по нескольким аспектам.

Во-первых, при разработке приемов управления агроценозами необходимо знать, как этот важный компонент почвы реагирует на

агротехнологические приёмы, применяемые при возделывании сельскохозяйственных культур.

Во-вторых, в условиях нарастающего загрязнения почв ксенобиотиками возрастает роль почвенных водорослей как индикаторов на загрязнение почв, а с другой стороны, их функция как индикатора состояния почвы может быть использована для мониторинга плодородия почв сельскохозяйственного назначения.

Несмотря на то, что на Юге России, и особенно в Краснодарском крае, практически повсеместно используются системы интенсивного земледелия, приводящие, как правило, к снижению плодородия почв, изучению почвенных водорослей не уделялось достаточного внимания. В научной литературе имеются лишь ограниченные сведения о видовом разнообразии и количественном составе почвенной альгофлоры в агроценозах Кубани.

В связи с этим, целью настоящей работы явилось изучение видового состава почвенной альгофлоры под различными сельскохозяйственными культурами, а также влияние комбинации комплекса агротехнических факторов, таких как органические и минеральные удобрения, средства защиты растений – на численность и видовой состав почвенной альгофлоры зернотравяно-пропашного севооборота [10].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в почве различных агроценозов Краснодарского края. За основу способов изучения почвенной альгофлоры были взяты принципы фитоценологических исследований и почвенно-микробиологических анализов.

Исследование почвенных водорослей начинали с наблюдений на выбранных для отбора образцов участках, отмечая отсутствие или наличие водорослевых колоний.

Влияние факторов агротехники на почвенную альгофору под посевами озимой пшеницы изучали на опытном поле Кубанского ГАУ на

делянках стационарного многофакторного опыта, в котором варьировали следующие факторы: уровень плодородия почвы (фактор А, 4 уровня), система удобрений (фактор В, 4 уровня), способ защиты растений (фактор С, 4 уровня [14]).

Уровень плодородия почвы (фактор А) создавался в начале закладки опыта в 1991 году, а затем в начале каждой ротации 12-ти польного севооборота, путем последовательного внесения возрастающих доз органических удобрений (полуперепревшего навоза КРС) и фосфора на основе существующих нормативных показателей по плодородию. Уровни плодородия имели следующие условные обозначения: A_0 – исходное естественное плодородие, A_1 – среднее плодородие – 200 кг/га P_2O_5 и 200 т/га навоза, A_2 – повышенное плодородие – 400 кг/га P_2O_5 и 400 кг/га навоза, A_3 – высокое плодородие – 600 кг/га P_2O_5 и 600 т/га навоза. Вторым фактором, изучаемым в опыте является система удобрений. Его условное обозначение: B_0 – без удобрения, B_1 – $N_{45}P_{30}K_{20}$, B_2 – $N_{90}P_{60}K_{40}$, B_3 – $N_{180}P_{120}K_{80}$. Система защиты растений (фактор С) от сорняков, вредителей и болезней имеет 4 варианта: C_0 – без средств защиты растений, C_1 – биологическая система защиты растений от вредителей и болезней, C_2 – система защиты только от сорняков (применение гербицидов), C_3 – интегрированная система защиты от сорняков, вредителей и болезней с помощью пестицидов. В вариантах без применения гербицидов (C_0 и C_1) проводилась ручная прополка посевов. Обработка почвы проводилась по технологии, рекомендуемой в зоне для культуры после соответствующего предшественника.

Исследования альгофлоры почвы включали два этапа: выделение водорослей, имеющих в почве и последующего их подсчёта. В ходе экспериментов были использованы методические подходы, описанные в работах Голлербаха, Штины, 1969 [3]; Алексахиной, Штины, 1984 [1]; Кабирова, Шиловой, 1990 [4].

Отбор почвенных образцов для исследований альгофлоры проводили с соблюдением следующих правил: выверенный отбор средней пробы, стерильность; требования этикетирования и хранения образцов; сопутствующие анализы почвы и растительного покрова [3].

Максимальная численность водорослей отмечалась в слое почвы 0–2 см, меньшее количество наблюдается на глубине 0–10 см. Пробы отбирали стерильным инструментом – ножом, лопатой, совком. В полевых условиях стерилизация инструмента проводилась обработкой спиртом или денатуратом с последующим его поджиганием. Как упаковочный материал для почвенных образцов применяли пакеты из оберточной, прочной бумаги. Отбор образцов проводился в различные фазы вегетации культур. Так, на озимой пшенице образцы почвы отбирали в фазы кущения, выхода в трубку, начало колошения-цветение, молочной спелости, восковой спелости и через 1–3 дня после уборки урожая.

Метод почвенных культур. Изучаемая почва в ненарушенном состоянии помещалась в стерильные чашки Петри и в увлажненном состоянии выдерживалась на свету. Для смачивания применялся питательный раствор Кнопа, приготовленный по Клейн [11, 13]. Питательный раствор готовился из следующих солей: $MgSO_4 \times 7H_2O$ – 0,25 г, KH_2PO_4 – 0,25 г, KCl – 0,12 г, $Ca(NO_3)_2 \times 4H_2O$ – 1,0 г, $FeCl_3$ (1 %) – 1 капля. Соли растворялись отдельно и добавлялись к воде в указанном порядке. Почвенные культуры выдерживались на свету при температуре 25 °С.

Метод обрастания стекол. На поверхность почвы в чашки Петри (в трехкратной повторности) раскладывали покровные стекла (до 5 шт. в каждую чашку) предварительно простерилизованные через пламя спиртовки. Почву увлажняли до 65 % от полевой влагоемкости. Стекла слегка прижимали к почве пинцетом. Между стеклом и почвой должны оставаться небольшие свободные пространства, где на 4–5 день инкубации на свету начинается обильное развитие водорослей. Для выявления

полного видового состава водорослей чашки Петри со стеклами необходимо инкубировать от 3 до 6 недель. Покровное стекло снимали с поверхности почвы, очищали от крупных частиц почвы и помещали на предметное стекло в каплю воды. При микроскопировании в оптическом микроскопе при 600-кратном увеличении оценивали наличие циано-бактерий, диатомовых, зеленых и желтозеленых водорослей и их видовой состав, который определялся согласно определителям [2, 7, 16, 17]. Визуально определяли степень покрытия колониями водорослей чашечной культуры, которую оценивали в процентах от общей площади чашки Петри.

Обилие просчитывали по 15-балльной шкале [4]. Под микроскопом, на стекле обрастания, где развивались почвенные водоросли, просматривали по пять полос (трансект), по четырем краям стекла и одна через центр. Наличие 1–3 особей на трансекте соответствует 1 баллу, 4–10 – 2 баллам, более 10 – 3 баллам. После просмотра 5 трансект для каждого вида рассчитывалось суммарное количество баллов обилия на стекле обрастания. Минимальное обилие соответствует 1 баллу (если на 5 просмотренных трансектах обнаружены 1–3 особи данного вида), максимальное обилие соответствует 15 баллам (3 балла × 5 трансект). Далее рассчитывался средний балл обилия для исследуемого образца изучаемой территории.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью пакета программ Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ.

В альгофлоре изучаемой территории было обнаружено 48 видов почвенных водорослей из 28 родов и 18 семейств, 7 классов и 4 отделов (рисунок). Наиболее крупными и многочисленными по числу видов являются отделы: *Cyanophyta* и *Chlorophyta*. Обширные роды: *Oscillatoria*, *Gloeocapsa*. На их долю приходится 22 % от общего числа видов в

альгоценозе.

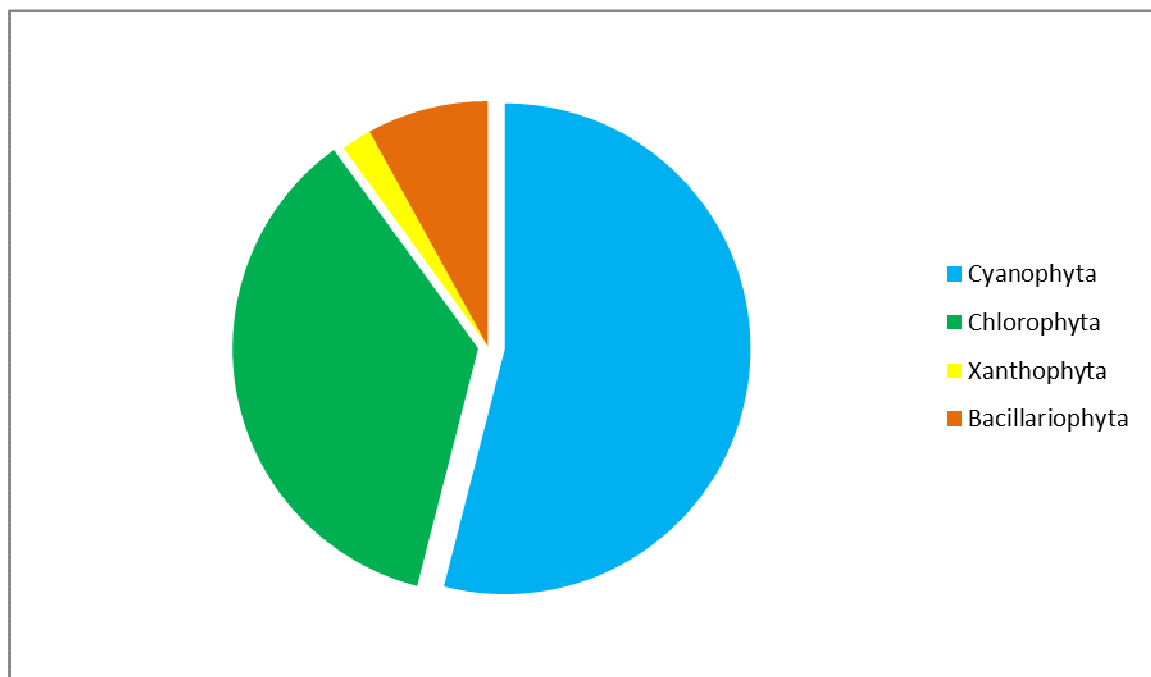


Рисунок Соотношение количества видов водорослей в альгогруппировке по отделам

В исследованных почвенных альгоценозах основу видового разнообразия формируют зеленые водоросли и цианобактерии. Среди них доминировали виды цианобактерий: *Oscillatoria amphibia* Ag., *Phormidium inundatum* Kütz., зеленые водоросли: *Chlorococcum infusionum* Menegh., *Chlorella vulgaris* Beyer., характерные для черноземов луговых степей, а также *Chlamydomonas minutissima* Korsch. и диатомовые *Hantzchia virgata* (Roper.) Grun. Довольно высокой в годы исследований была численность *Chlorosarsina minor* Gerneck.

Видовой состав цианобактерий и почвенных водорослей под посевами с.-х. культур, 1997–2017 гг.

ОТДЕЛ ЦИАНОБАКТЕРИИ (CYANOPHYTA)

Семейство *Hydrocystidae*

1. *Arphanothese microscopica* Nag.

Семейство *Nostocaceae*

2. *Anabaena variabilis* Kütz.
3. *Nematonostoc flagelliforme* (Berk, et Curt) Elenk.

Семейство *Gloeocapsaceae*

4. *Gloeocapsa Kyetzingiana* Nag.
5. *Gloeocapsa minuta* (Kutz.) Hollerb.
6. *Gloeocapsa punctata* Nag.
7. *Gloeocapsa rupestris* Kutz.
8. *Gloeocapsa turgida* (Kutz.) Hollerb.
9. *Gloeothese confluence* Nag.
10. *Gloeothese rupestris* (Lyngb.) Born.

Семейство *Oscillatoriaceae*

11. *Oscillatoria amphibia* Ag.
12. *Oscillatoria geminata* (Menegh.) Gom.
13. *Oscillatoria lacustris* (Kleb.) Geitl.
14. *Oscillatoria Cortiana* (Menegh.) Gom. (Berk.et Curt.) Elenk
15. *Oscillatoria chalybea* (Merf.) Gom.
16. *Oscillatoria subtilissima* Kutz.

Семейство *Phormidiaceae*

17. *Phormidium inundatum* Kütz.
18. *Phormidium curtum* Hollerb.

Семейство *Coccobactraceae*

19. *Synechococcus elongatus* Nag.
20. *Synechococcus cedrorum* Sauv.

21. *Synechocystis aquatilis* Sauv.
22. *Synechocystis parvula* Perf.
23. *Synechocystis sallensis* Skuja.
Семейство *Microcystis*ceae
24. *Microcystis holsatica* var. *minor* Lemm.
25. *Microcystis puverea* (Wood.) Forti.
Семейство *Nostoc*aceae
26. *Sphaeronostoc sphaeroides* (Kütz.)
ОТДЕЛ ЗЕЛЕННЫЕ (*CHLOROPHYTA*)
Семейство *Chlamydomonadinaceae*
27. *Chlamydomonas debaryana* Goros.
28. *Chlamydomonas minutissima* Korsch.
29. *Chlamydomonas minima* Korsch.
30. *Protococcus vulgaris* Naeg.
Семейство *Chlorellaceae*
31. *Chlorella variegata* Beyer.
32. *Chlorella vulgaris* Beyer.
Семейство *Oocystaceae*
33. *Oocystis natans* Wille
34. *Oocystis parva* W. et G. S West.
35. *Oocystis rupestris* Kirchn.
Семейство *Chlorococcaceae*
36. *Chlorococcum infusionum* Megh.
37. *Follicularia paradoxalis* Mill.
38. *Cystococcus humicola* Nag.
Семейство *Tetrasporaceae*
39. *Chlorosarsina minor* Gerneck.
Семейство *Volvocaceae*
40. *Pandorina morum* Bory.

41. *Volvox globator* Ehrenb.
Семейство *Hydrodictyaceae*
42. *Pediastrum Sturmii* R.
Семейство *Klebsormidiaceae*
43. *Klebsormidium flaccidum* (Kützing)
ОТДЕЛ ЖЕЛТО-ЗЕЛЕННЫЕ (*XANTHOPHYTA*)
Семейство *Botryochloridaceae*
44. *Botrydiopsis arhiza* Borzi.
ОТДЕЛ ДИАТОМОВЫЕ (*BACILLARIOPHYTA*)
Семейство *Naviculaceae*
45. *Navicula elongata* Poretzky.
Семейство *Pinnulariaceae*
46. *Pinnularia sublinearis* Grun.
Семейство *Bacillariaceae*
47. *Hantzchia virgata* (Roper.) Grun.
Семейство *Stephanodiscaceae*
48. *Cuclotella Kuetzingiana* Thw.

По числу видов в альгоценозе преобладали представители отделов *Cyanophyta* – 54 %, *Chlorophyta* – 36 %. В отделах *Xanthophyta*, *Bacillariophyta* количество видов было незначительным.

Изучение альгоценозов на участках стационарного многофакторного опыта показало, что значительное влияние на видовой состав и численность почвенных водорослей оказывают минеральные и органические удобрения, а также гербициды, использование которых приводит к снижению численности водорослей (табл.1). Исследования, проведённые на озимой пшенице в этом же полевом многофакторном опыте, выявили негативное влияние гербицидов на фотосинтетический аппарат растений озимой пшеницы сортов Нота [15, 20], Фортуна [21], Юка [22].

Таблица 1 – Влияние агротехнических факторов на степень покрытия колониями водорослей чашечной культуры (озимая пшеница, учхоз «Кубань», 2015–2017 гг.)

Вариант опыта	Степень покрытия колониями водорослей, %			
	2015	2016	2017	Среднее
000*	50	40	60	50
020	80	80	80	80
022	40	50	60	50
200	65	60	70	65
202	40	45	35	40
220	80	100	65	82
222	50	60	60	57
002	20	30	40	30

* Первая цифра обозначает уровень плодородия, вторая уровень вносимых минеральных удобрений, третья – систему защиты растений.

Поэтому можно полагать, что основной причиной, обуславливающей слабую устойчивость водорослей к воздействию гербицидов, является высокая чувствительность их пигментного аппарата к веществам-загрязнителям, под действием которых он быстро разрушается. Однако при использовании в полевом стационарном опыте системы агротехнических мероприятий в течение достаточно продолжительного периода в почве складывается относительно постоянный состав доминирующих видов.

С другой стороны проведенные наблюдения показывают, что внесение минеральных удобрений и повышение плодородия почвы за счет внесения дополнительной органики положительно влияют на численность почвенной альгофлоры. В этих вариантах опыта также снижалось вредное действие гербицидов (табл. 1).

Степень покрытия водорослями чашечной культуры в вариантах последствия органики и применения минеральных удобрений была

2,2–2,7 раза выше по сравнению с вариантом, где применялись гербициды на естественном фоне плодородия (табл.1).

Эксперименты показали, что гербициды оказывают отрицательное влияние не только на общую численность почвенных водорослей, но и на их видовой состав (табл.2).

По сравнению с контрольным вариантом суммарное количество видов в варианте с применением гербицида (вариант 002) снизилось в 1,6 раза, а обилие водорослей, оцениваемое в баллах, уменьшилось в 3 раза.

В вариантах применения гербицидов на фоне последствий внесенной органики и в варианте внесения минеральных удобрений обилие водорослей практически не отличалось от контрольного варианта (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние интенсивности агротехнических факторов на почвенную альгофлору

Отдел водорослей	Вариант опыта		Вариант опыта		Вариант опыта		Вариант опыта		Вариант опыта	
	000		002		202		022		222	
	Кол-во видов	Кол-во баллов	Кол-во видов	Кол-во баллов	Кол-во видов	Кол-во баллов	Кол-во видов	Кол-во баллов	Кол-во видов	Кол-во баллов
Циано-бактерии	2	9	2	5	1	15	2	17	1	15
Зеленые	4	34	2	10	4	30	3	20	2	17
Желто-зеленые	1	1	-	-	-	-	1	2	1	1
Диатомовые	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Итого	8	45	5	16	6	47	7	40	5	34

Во всех вариантах применения гербицидов отсутствовал вид *Klebsormidium flaccidum* (Kützing), а численность видов *Chlorella vulgaris* Beyer. и *Botrydiopsis arhiza* Borzi. была существенно ниже, чем в почве контрольного варианта. Этот факт указывает на возможность

использования этих видов в качестве биоиндикаторов степени загрязнения почвы вредными веществами.

Использованная схема планирования многофакторного эксперимента позволила не только определить направление влияния изученных агротехнических факторов, но и рассчитать характер и степень их взаимодействия.

По данным таблицы 1 были построены уравнения регрессии, описывающие зависимость суммарной численности водорослей от агротехнических факторов и их взаимодействия. Приведённые в таблице 3 коэффициенты регрессии показывают, что качественная картина влияния агротехнических факторов на численность почвенных водорослей во все годы исследований была сходной.

Таблица 3 – Коэффициенты регрессии уравнений, связывающих суммарное содержание почвенных водорослей и уровни агротехнических факторов

		2015	2016	2017	Среднее
a_0		50,6	39,4	63,7	51,2
A	Плодородие почвы	6,9	10,6	1,3	6,3
B	Уровень минерального питания	14,4	20,6	10	13,7
C	Система защиты растений	-15,6	-4,4	-13,7	-11,2
AB	Взаимодействие AB	-3,1	-0,62	-2,5	-2,0
AC	Взаимодействие AC	1,9	-1,9	0,0	0
BC	Взаимодействие BC	-1,9	-5,62	3,7	-1,25
	R^2	0,99	0,99	0,96	0,99

При улучшении условий питания рост почвенных водорослей усиливается, причём система минерального питания (фактор B) оказывает большее влияние, чем повышение уровня плодородия почвы (фактор A) (табл.3). Отрицательное взаимодействие этих положительно влияющих на рост водорослей факторов означает, что при повышении уровня плодородия почвы дополнительное внесение минеральных удобрений в

меньшей степени способствовало повышению численности водорослей, чем те же дозы при более низких уровнях плодородия

Рассчитанные коэффициенты регрессии подтверждают, что использование в системе защиты растений гербицидов вызывает существенное снижение численности водорослей, а внесение органики и минеральных удобрений ослабляют негативное действие гербицидов. При этом внесение минеральных удобрений в большей степени снижает отрицательное влияние гербицидов, чем повышение уровня плодородия почвы за счёт внесения органики – отрицательное взаимодействие факторов защиты растений и уровня минерального питания (BC) в два раза больше, чем взаимодействие фактора защиты растений и уровня плодородия (AC) (табл.2).

Можно предположить, что уменьшение ингибирующего действия гербицидов при внесении удобрений вызвано улучшением питательного режима почвы. Дополнительным фактором, способствующим снижению негативного действия гербицидов в случае внесения органических удобрений, является их высокая сорбционная способность.

Полученные результаты согласуются с мнением, что высокое содержание в почве водорослей отражает её плодородие. Хотя данные проведенного исследования не позволяют с уверенностью говорить о наличии причинно-следственной связи между продуктивностью агроценоза и количеством водорослей в почве, можно сделать предположение, что позитивное влияние почвенной альгофлоры на сельскохозяйственные культуры осуществляется несколькими путями. Известно, что водоросли разных таксономических групп способны синтезировать практически все известные фитогормоны, причём в концентрациях, сравнимых с их содержанием в высших растениях. При этом спектр биологического действия гормонов водорослей соответствует функциям гормонов у высших растений [19].

Показано также, что водоросли способны выделять вещества, способствующие росту озимой пшеницы, и которые по своей природе предположительно являются гормонами [6]. Эти факты свидетельствуют о возможности стимулирования роста сельскохозяйственных культур и повышения их продуктивности.

Другим путём повышения продуктивности агроценозов за счёт сообществ почвенных водорослей может быть накопление ими массы органических веществ в почве, что в течение достаточного периода может повысить показатели плодородия почвы.

Однако в наших экспериментах мы не выявили достаточно высокой корреляции продуктивности озимой пшеницы с суммарным числом водорослей – коэффициент корреляции между этими параметрами был положительным и находился в пределах 0,3–0,45. Это объясняется существенно разной реакцией на внесение гербицидов ценозом озимой пшеницы и альгоценозом. Если гербициды оказывали положительное влияние на нарастание биомассы хозяйственно полезной части посева и на формирование его зерновой части, – за счёт удаления из посева сорных растений, – конкурентов за элементы питания, – то число почвенных водорослей существенно уменьшалось.

Таким образом, реакция почвенного альгоценоза на агротехнические факторы по ряду параметров существенно отличается от реакции на эти факторы возделываемой сельскохозяйственной культуры. Учитывая важность этого компонента агроценоза в формировании и сохранении плодородия почв необходимо при разработке приёмов повышения продуктивности агроценозов учитывать особенности реакции почвенной альгофлоры на комплекс агротехнических факторов.

Работа поддержана грантом № 16-44-230270 р_а Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексахина Т. И. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов [Текст] / Т. И. Алексахина, Э. А. Штина. – Л. : Наука, 1984. – 149 с.
2. Андреева, В. М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (*Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorocarsinales*) [Текст] : монография / В. М. Андреева. – СПб. : Наука, 1998. – 351 с.
3. Голлербах М. М. Почвенные водоросли : монография [Текст] / М. М. Голлербах, Э. А. Штина. – Л. : Наука, 1969. – 228 с.
4. Кабиров Р. Р. Почвенные водоросли свалок и полигонов твердых бытовых и промышленных отходов в условиях крупного промышленного города [Текст] / Р. Р. Кабиров, И. И. Шилова // Экология. – 1990. – №5. – С. 10–18.
5. Кабиров Р. Р. Показатели продуктивности почвенных водорослей в наземных экосистемах. [Текст] / Р. Р. Кабиров, Л. А. Гайсина // Почвоведение. – 2009. – № 12. – С. 1475–1480.
6. Мельников А. С. Ростстимулирующий эффект культуральной жидкости почвенных микроводорослей на растения мягкой пшеницы [Текст] / А. С. Мельников, Д. Р. Масленникова, М. В. Безрукова // Вестник Башкирского университета. – 2014. – Т.19. – №4. – С. 1193–1195.
7. Дедусенко-Щеголева, Н. Т. Определитель пресноводных водорослей СССР [Текст] / Н. Т. Дедусенко-Щеголева, М. М. Голлербах, . – М.-Л. : АН СССР. – 1962. – вып. 5. – 273 с.
8. Доценко К. А. Альгоиндикация загрязнения почвы агроценоза озимой пшеницы [Текст] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (53). – С. 104–106.
9. Доценко К. А. Влияние технологий возделывания на почвенную альгофлору агроценоза озимой пшеницы [Текст] // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник ст. по материалам 71-й науч.- практ. конференции преподавателей по итогам НИР за 2015 год. – 2016. – С. 80–81.
10. Доценко К. А. Влияние систем защиты растений и агротехнических приемов на почвенную альгофлору в зерноотравнопропашном севообороте: автореф : дис. ... канд. биол. наук : 12.00.01 / Доценко Клавдия Александровна. – 2000. – 26 с.
11. Доценко К. А. Влияние технологий возделывания на почвенную альгофлору агроценоза озимой пшеницы [Текст] / К. А. Доценко, Ю. П. Федулов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (53). – С. 107–109.
12. Доценко К. А. Почвенные водоросли в агроценозах: монография. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 109 с.
13. Клейн Р. М. Методы исследования растений [Текст] / Клейн Р. М., Клейн Д.Т. – М.: Колос. – 1974.
14. Малюга Н. Г. Программа и методика проведения опыта / Н. Г. Малюга, А. М. Кравцов, А. В. Загоруйко // Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодар. края. – Краснодар, 2008. – С. 5–8.
15. Подушин Ю. В. Влияние агротехнических факторов на содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы сорта Нота [Текст] / Подушин Ю. В., Федулов Ю. П. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 16. – С. 83–88.
16. Определитель пресноводных водорослей СССР. Диатомовые водоросли [Текст] / М. М. Голлербах, Е. К. Косинская, В. И. Полянский. – М. : Советская наука. – 1953. – вып. 2. – 652 с.
17. Определитель пресноводных водорослей СССР. Синезеленые водоросли [Текст] / М. М. Забелина. [и др.] – М. : Советская наука. – 1951. – вып. 4. – 620 с.

18. Панкратова Е. М. Участие азотфиксирующих водорослей в накоплении азота в почве [Текст] // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1979. – № 2. – С. 188–197.

19. Тараховская Е. Р. Фитогормоны водорослей [Текст] / Е. Р. Тараховская, Ю. И. Маслов, М. Ф. Шишова // Физиология растений. – 2007. – Т. 54. – № 2. – С.186–193.

20. Федулов Ю. П. Содержание и соотношение хлорофиллов в листьях озимой пшеницы в зависимости от агротехнических приёмов её выращивания / Ю. П. Федулов, Ю. В. Подушин // Научный журнал КубГАУ, 2009. – № 51 (7). Электронный ресурс. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/16.pdf>

21. Федулов Ю. П. Влияние факторов агротехники на содержание и соотношение пигментов в листьях озимой пшеницы в разные периоды вегетации / Ю. П. Федулов, Ю. В. Подушин, В. Р. Урумян // Научный журнал КУБГАУ, 2009. – №52 (8). Электронный ресурс. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/09.pdf>.

22. Федулов Ю. П. Влияние факторов агротехники на содержание пигментов и ни-тратредуктазную активность листьев озимой пшеницы, возделываемой по предшественнику люцерна / Федулов Ю.П., Урумян В. Р., Подушин Ю. В., Загорулько А. В. // В сборнике: Энтузиасты аграрной науки Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию кафедры агрономической химии Кубанского государственного аграрного университета и памяти академика Василия Григорьевича Минеева. 2017. С. 76–85.

23. Штина Э. А. Экология почвенных водорослей : монография / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М. : Наука, 1976. – 143 с.

REFERENCES

1. Aleksahina T. I. Pochvennye vodorosli lesnyh biogeocenozov [Tekst] / T. I. Aleksahina, EH. A. SHtina. – L. : Nauka, 1984. – 149 s.

2. Andreeva, V. M. Pochvennye i aehrofil'nye zelenye vodorosli (Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorocarsinales) [Tekst] : monografiya / V. M. Andreeva. – SPb. : Nauka, 1998. – 351 s.

3. Gollerbah M. M. Pochvennye vodorosli : monografiya [Tekst] / M. M. Gollerbah, EH. A. SHtina. – L. : Nauka, 1969. – 228 s.

4. Kabirov R. R. Pochvennye vodorosli svalok i poligonov tverdyh bytovykh i promyshlennykh othodov v usloviyakh krupnogo promyshlennogo goroda [Tekst] / R. R. Kabirov, I. I. SHilova // EHkologiya. – 1990. – №5. – S. 10–18.

5. Kabirov R. R. Pokazateli produktivnosti pochvennykh vodoroslej v nazemnykh ehkosistemah. [Tekst] / R. R. Kabirov, L. A. Gajsina // Pochvovedenie. – 2009. – № 12. – S. 1475–1480.

6. Mel'nikov A. S. Roststimuliruyushchij ehffekt kul'tural'noj zhidkosti pochvennykh mikrovodoroslej na rasteniya myagkoj pshenicy [Tekst] / A. S. Mel'nikov, D. R. Maslennikova, M. V. Bezrukova // Vestnik Bashkirskogo universiteta. – 2014. – T.19. – №4. – S. 1193–1195.

7. Dedusenko-SHCHeogleva, N. T. Opredelitel' presnovodnykh vodoroslej SSSR [Tekst] / N. T. Dedusenko-SHCHeogleva, M. M. Gollerbah, . – M.-L. : AN SSSR. – 1962. – vyp. 5. – 273 s.

8. Docenko K. A. Al'goindikaciya zagryazneniya pochvy agrocenoza ozimoy pshenicy [Tekst] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 2 (53). – S. 104–106.

9. Docenko K. A. Vliyanie tekhnologij vozdeleyvaniya na pochvennyuyu al'gofloru agrocenoza ozimoy pshenicy [Tekst] // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa : Sbornik st. po materialam 71-j nauch.- prakt. konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2015 god. – 2016. – S. 80–81.

<http://ej.kubagro.ru/2017/10/pdf/95.pdf>

10. Docenko K. A. Vliyanie sistem zashchity rastenij i agrotekhnicheskikh priemov na pochvennyuyu al'gofloru v zernotravyanopropashnom sevooborote: avtoref : dis. ... kand. biol. nauk : 12.00.01 / Docenko Klavdiya Aleksandrovna. – 2000. – 26 s.
11. Docenko K. A. Vliyanie tekhnologij vozdeleyvaniya na pochvennyuyu al'gofloru agrocenoza ozimoy pshenicy [Tekst] / K. A. Docenko, YU. P. Fedulov // Trudy Kubans-kogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 2 (53). – S. 107–109.
12. Docenko K. A. Pochvennye vodorosli v agrocenozah: monografiya. – Krasnodar : KubGAU, 2017. – 109 s.
13. Klejn R. M. Metody issledovaniya rastenij [Tekst] / Klejn R. M., Klejn D.T. – M.: Kolos. – 1974.
14. Malyuga N. G. Programma i metodika provedeniya opyta / N. G. Malyuga, A. M. Kravcov, A. V. Zagorul'ko // Agroekologicheskij monitoring v zemledelii Krasnod. kraja. – Krasnodar, 2008. – S. 5–8.
15. Podushin YU. V. Vliyanie agrotekhnicheskikh faktorov na sodержanie hlorofilla v list'yah ozimoy pshenicy sorta Nota [Tekst] / Podushin YU. V., Fedulov YU. P. // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – № 16. – S. 83–88.
16. Opre delitel' presnovodnyh vodoroslej SSSR. Diatomovye vodorosli [Tekst] / M. M. Gollerbah, E. K. Kosinskaya, V. I. Polyanskij. – M. : Sovetskaya nauka. – 1953. – vyp. 2. – 652 s.
17. Opre delitel' presnovodnyh vodoroslej SSSR. Sinezelenye vodorosli [Tekst] / M. M. Zabelina. [i dr.] – M. : Sovetskaya nauka. – 1951. – vyp. 4. – 620 s.
18. Pankratova E. M. Uchastie azotfiksiruyushchih vodoroslej v nakoplenii azota v pochve [Tekst] // Izv. AN SSSR. Ser. biol. – 1979. – № 2. – S. 188–197.
19. Tarahovskaya E. R. Fitogormony vodoroslej [Tekst] / E. R. Tarahovskaya, YU. I. Maslov, M. F. SHishova // Fiziologiya rastenij. – 2007. – T. 54. – № 2. – S.186–193.
20. Fedulov YU. P. Soderzhanie i sootnoshenie hlorofillov v list'yah ozimoy pshenicy v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priyomov eyo vyrashchivaniya / YU. P. Fedulov, YU. V. Podushin // Nauchnyj zhurnal KubGAU, 2009. – № 51 (7). EHlektronnyj resurs. Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/16.pdf>
21. Fedulov YU. P. Vliyanie faktorov agrotekhniki na sodержanie i sootnoshenie pigmentov v list'yah ozimoy pshenicy v raznye periody vegetacii / YU. P. Fedulov, YU. V. Podushin, V. R. Urumyan // Nauchnyj zhurnal KUBGAU, 2009. – №52 (8). EHlektronnyj resurs. Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/09.pdf>.
22. Fedulov YU. P. Vliyanie faktorov agrotekhniki na sodержanie pigmentov i nitratreduktaznuyu aktivnost' list'ev ozimoy pshenicy, vozdeleyvaemoj po pred-shestvenniku lyucerna / Fedulov YU.P., Urumyan V. R., Podushin YU. V., Zagorul'ko A. V. // V sbornike: EHntuziasty agrarnoj nauki Sbornik statej po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 95-letiyu kafedry agronomicheskoy himii Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta i pamyati akademika Vasiliya Grigor'evicha Mineeva. 2017. S. 76–85.
23. SHtina EH. A. EHkologiya pochvennyh vodoroslej : monografiya / EH. A. SHtina, M. M. Gollerbah. – M. : Nauka, 1976. – 143 s.