

Анализируя данные исследования, можно сделать вывод, что в двадцатисантиметровом слое почвы сухостепной зоны наблюдаются критические условия влагосодержания. Особенно напряженный режим складывается на вершине увала, где продуктивные запасы влаги меньше запаса труднодоступной влаги уже с апреля. К сентябрю продуктивные запасы влаги в этом слое почвы в сухостепной зоне становятся меньше запасов труднодоступной влаги на всех элементах мезорельефа. В зоне засушливой степи продуктивные запасы влаги к сентябрю также уменьшаются, однако их значения не пересекают границу труднодоступной влаги. Также необходимо отметить, что максимальные значения продуктивных запасов влаги в двадцатисантиметровом слое зафиксированы почти на всех элементах мезорельефа обеих климатических зон в апреле. Только на северном склоне увала в почве зоны засушливой степи запас продуктивной влаги в июле превышал апрельский.

#### Выводы

1. Максимальные запасы продуктивной влаги дерново-подзолистой почвы ленточных боров Алтайского края в условиях засушливой и сухой степи за период апрель-сентябрь наблюдаются практически на всех элементах мезорельефа в апреле и июле, однако характеризуются низкими абсолютными значениями.

2. Продуктивные запасы влаги в двадцатисантиметровом слое дерново-подзолистых почв сухостепной зоны к сентябрю практически на всех элементах мезорельефа

становятся меньше запасов труднодоступной влаги.

3. Во всем почвенном профиле, а особенно в верхнем двадцатисантиметровом слое дерново-подзолистой почвы ленточных боров сухостепной зоны формируются критические условия произрастания растений с точки зрения влагосодержания.

4. Для восстановления соснового леса в сухостепной зоне Алтайского края необходима разработка влагосберегающих и влагозадерживающих мелиоративных мероприятий.

5. Проведение влагосберегающих мелиоративных работ при лесопосадках на дерново-подзолистых почвах зоны засушливой степи также требует более детального изучения.

#### Библиографический список

1. Бурлакова Л.М., Татаринцев Л.М., Рассыпнов В.А. Почвы Алтайского края: учебное пособие. – Барнаул: Изд-во Алт. СХИ, 1988. – 72 с.
2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
3. Почвы Алтайского края. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 382 с.
4. Агроклиматический справочник по Алтайскому краю. – Л.: Гидрометиздат, 1957. – 167 с.
5. Заблоцкий В.И. Динамика экологических условий на гарях в сосновых лесах юго-востока западной Сибири: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 30 с.



УДК 579.64

Ю.В. Батаева,  
И.С. Дзержинская,  
Чан Минь Куан  
Мвале Камуквамба

## СКРИНИНГ ЦИАНО-БАКТЕРИАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ИЗ ЭКОСИСТЕМ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ, ОБЛАДАЮЩИХ ФИТОСТИМУЛИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ

**Ключевые слова:** цианобактерии, циано-бактериальные сообщества, почвенные водоросли, фитостимулирующая активность, ростстимулирующая активность, Астраханская область, всхожесть, кресс-салат, фитотоксичность.

#### Введение

В настоящее время в агропромышленном комплексе отдается предпочтение не химическим препаратам, влияющим отрицательно на плодородие почв, окружающую среду, качество продукции, а биологическим

агентам, которые стимулируют рост растений, позволяют получить экологически чистую продукцию и вносят существенный вклад в плодородие почвы. Такими агентами являются почвенные, ризосферные, азотфиксирующие микроорганизмы, образующие многочисленные физиологически активные вещества, которые поступают в корни растений и интенсифицируют их рост. Они увеличивают урожайность сельхозкультур, сокращают сроки созревания, повышают питательную ценность, улучшают устойчивость к болезням, заморозкам, засухе и другим неблагоприятным факторам, ускоряют прорастание и укоренение, уменьшают опадение завязей и предуборочное опадение до окончания поздних заморозков, борются с сорной растительностью и выполняют многие другие функции.

Особое место в почвенных ценозах занимают водоросли и цианобактерии. Цианобактерии в отличие от других почвенных водорослей фиксируют из атмосферы не только углерод, но и молекулярный азот, продуцируют биологически активные вещества и образуют первичную продукцию органического вещества [1-3]. В природных условиях цианобактерии всегда развиваются в ассоциациях с множеством других организмов, благодаря слизистым чехлам, и, вследствие этого, обладают прекрасными адаптационными возможностями и устойчивостью к резко изменяющимся физико-химическим условиям среды. Это создает предпосылки для более эффективного приспособления циано-бактериальных сообществ (ЦБС) при их интродуцировании в почву. Кроме того, цианобактерии экономичны при культивировании и обладают высокими скоростями роста, что очень важно для производства биопрепаратов. Обладая быстрыми скоростями роста цианобактерии за 20 дней накапливают до 15 т биомассы на 1 га.

В агробиотехнологии цианобактерии мало изучены, не считая рисовых полей [4-6]. Возможность использования цианобактерий в качестве удобрений активно изучается в азиатских странах, преимущественно на рисовых полях. Внесение в почву живых культур азотфиксирующих цианобактерий оказывает положительное влияние на рост и урожайность риса [7-9].

В задачу нашей работы входило изучение фитостимулирующих свойств лабораторных циано-бактериальных сообществ, полученных из различных водных и почвенных экосистем Астраханской области на семенах кресс-салата.

#### Объекты и методы

Для исследования фитостимулирующей активности использовали 25 коллекционных

лабораторных сообществ цианобактерий, выделенных из различных водных и почвенных экосистем Астраханской области [10]. Коллекционные ЦБС поддерживали путем пересева через 1-2 месяца на жидкую среду BG-11 в колбах Эрленмейера объемом 100-250 мл и культивирования при естественном освещении и температуре 22-25°C [11]. Идентифицировали цианобактерии и водоросли по морфологическим признакам, используя определитель Голлербаха и др. [12], пособие Зеновой, Штиной [13].

Исследование фитотоксичности и фитостимулирующей активности проводили с помощью теста на семенах кресс-салата. Для эксперимента на токсичность семена кресс-салата помещали во влажные камеры – стерильные чашки Петри с фильтровальной бумагой в трех повторностях. Предварительно проводили стерилизацию семян, обработав 70%-ным этанолом в течение 3-5 мин., после чего отмывали от 3 до 5 раз стерильной дистиллированной водой. В каждую камеру помещали 50 семян, которые увлажняли суспензией с 10 мл стерильной дистиллированной воды и 0,3 г опытной биомассы ЦБС. Суспензию готовили путем добавления в дистиллированную воду измельченных на мелкие фрагменты тяжелой ЦБС (для уменьшения градиента концентрации суспензии), затем взбалтывали в течение 3 мин. Контрольные семена замачивались в стерильной дистиллированной воде. Семена, обработанные суспензией и дистиллированной водой, проращивали в течение трех суток при дневном освещении и температуре 25°C.

Наличие ростстимулирующего, ингибирующего или нейтрального эффекта определяли, сравнивая всхожесть семян, длину корня и стебля растений в контрольном и опытных вариантах.

#### Результаты и их обсуждение

При изучении структуры и состава исследуемых ЦБС обнаружено большое разнообразие представителей цианобактерий, встречаются зеленые и диатомовые водоросли. Основную долю представителей цианобактерий составляют виды родов: *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Microcystis*, *Gloeocapsa* [1]. Меньшим числом видов представлено цианобактерии родов *Chroococcus*, *Spirulina*, *Nostoc*, *Pleurocapsa*, *Synechococcus* и *Synechocystis*. Среди зеленых водорослей часто встречающимся является род *Chlorella*, *Chlorococum*.

Результаты оценки фитостимулирующей активности исследуемых ЦБС представлены в таблице.

Влияние бактеризации циано-бактериальными сообществами на всхожесть семян кресс-салата

Вариант (№ сообщества цианобактерий)	Всхожесть семян, %	Средний размер длины корня, мм	Средний размер длины побега, мм
Контроль	85,7±1,2	25,7±1,4	13,4±0,6
1	90,0±1,1	25,0±1,2	13,1±0,4
2	86,0±1,1	31,9±1,9	14,0±1,0
3	86,0±1,2	13,7±0,6	10,8±0,9
4	81,3±1,7	26,3±2,4	13,3±1,1
5	82,6±2,4	31,4±1,1	19,2±0,2
6	87,3±2,9	31,7±1,2	13,0±0,4
7	98,0±1,5	28,7±1,0	16,6±0,5
8	88,6±1,7	18,5±0,2	11,2±1,5
9	90,0±1,1	19,4±1,3	10,8±0,7
10	86,0±1,2	19,6±3,2	14,4±1,4
11	83,6±3,5	39,7±1,8	15,4±0,4
12	88,0±1,1	31,0±0,5	13,9±0,7
13	86,6±1,3	24,7±3,5	13,7±1,0
14	95,0±0,6	38,0±0,4	13,6±0,5
15	78,6±4,6	32,7±1,5	13,8±0,5
16	73,3±0,6	26,7±0,8	17,6±0,8
17	80,0±1,7	14,0±0,5	13,0±0,7
18	78,0±2,5	13,9±1,5	8,1±0,6
19	82,0±2,1	16,9±0,5	11,4±1,4
20	96,0±1,4	23,6±0,5	12,0±1,5
21	84,0±1,1	43,7±0,2	17,5±0,3
22	82,0±1,2	15,9±1,5	14,4±1,6
23	82,0±1,2	18,0±1,2	14,4±1,5
24	64,8±3,1	4,1±1,2	8,0±0,6
25	84,0±1,8	15,8±1,8	12,1±0,7

В результате обработки полученных данных исследуемые ЦБС оказались нетоксичными для семян кресс-салата. Всхожесть семян, обработанных ЦБС № 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 20 была больше, чем в контроле, равная 85,7±1,2%. Максимальная всхожесть семян (98,0±1,5%, 95,0±0,6%, 96,0±1,4%) наблюдалась при обработке их сообществами цианобактерий № 7, 14, 20 соответственно (табл.).

Анализ полученных данных показал, что ростстимулирующей активностью обладают ЦБС № 2, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 15, 16, 21. Ингибирующий эффект наблюдался у двенадцати ЦБС. У сообщества № 24 наблюдался ярко выраженный ингибирующий эффект, средняя длина корня в 6 раз, а средняя длина стебля в 1,6 раз меньше, чем в контроле. Нейтральный эффект отмечен у семян, подверженных бактеризации ЦБС № 1, 4, 13. Некоторые сообщества проявляли стимулирующую активность относительно проростков корня, а рост стебля подавляли, и наоборот (ЦБС № 6,10).

Наибольшую ростстимулирующую активность проявляли сообщества цианобактерий № 5, 11, 14 и 21. Средняя длина пророст-

ков, обработанных данными ЦБС, превышала контрольный вариант в диапазоне от 5,8 до 18 мм. Из литературных данных известно, что ростстимулирующий эффект цианобактерий связан с наличием в них ауксино- и гиббериллиноподобных веществ.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента отобраны цианобактериальные сообщества № 2, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 15, 20, 21, которые можно использовать для дальнейших опытов, в том числе и полевых, с растениями, произрастающими в Астраханской области, а также для разработок в агробиотехнологии.

#### Библиографический список

1. Панкратова Е.М. Участие цианобактерий в круговороте азота в почве и создании её плодородия // Успехи микробиологии. – 1987. – С. 212-242.
2. Штина Э.А. Зенова Г.М., Манучарова Н.А. Альгологический мониторинг почв // Почвоведение. – 1998. – № 12. – С. 1449-1461.
3. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей: учеб. пособие для вузов. – М.: Наука, 1976. – 143 с.

4. Ковина А.Л. Микробные агроконсорциумы на основе цианобактерий: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2001. – 23 с.

5. Панкратова Е.М., Трефилова Л.В., Зяблых Р.Ю., Устюжанин И.А. Цианобактерия *Nostoc paludosum* Kutz как основа для создания агрономически полезных микробных ассоциаций на примере бактерий рода *Rhizobium* // Микробиология. – 2008. – Т. 77. – № 2. – С. 266-272.

6. Трефилова Л.В. Использование цианобактерий в агробиотехнологии: дис. ... канд. биол. наук. – Саратов: 2008. – 162 с.

7. Голлербах М.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. – Л.: Наука, 1969. – 228 с.

8. Горюнова С.В., Горюнова С.В., Ржанова Г.Н., Орлеанский В.К. Сине-зелёные водоросли (Биохимия, физиология, роль в практике). – М.: Наука, 1969. – 230 с.

9. Чан Ван Ни. Физиолого-биохимические основы использования свободноживущих

азотфиксирующих цианобактерий в рисоводстве северного Вьетнама: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Пущино-на-Оке, 1990. – 20 с.

10. Батаева Ю.В., Держинская И.С., Мвале Камуквамба. Биоразнообразие цианобактерий в почвах Астраханской области // Юг России: экология, развитие. 2010. – № 4. – С. 76-78.

11. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для высших учеб. заведений / под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 352 с.

12. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Сине-зелёные водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.: Сов. наука, 1953.

13. Зенова Г.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли: учебное пособие. – М.: МГУ, 1990. – 80 с.



УДК 574.582

**А.И. Фокина,  
С.С. Злобин  
Л.И. Домрачева,  
Л.В. Трефилова**

### **СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ГРИБОВ Р. *FUSARIUM* – ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОСОРБЕНТА ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

**Ключевые слова:** биосорбция, грибы рода *Fusarium*, тяжёлые металлы, фитопатогенность, непатогенные штаммы, инокуляция.

#### **Введение**

Среди организмов-убиквистов особое место занимают микромицеты р. *Fusarium*, распространённые практически повсеместно. В биологическом плане они представляют крайне неоднородную группу грибов, среди которых имеются ярко выраженные паразиты растений, факультативные паразиты, поражающие, как правило, ослабленные растения и сравнительно многочисленные сапрофиты. Однако в последние десятилетия расширяется круг фузариев-оппортунистов, а паразитические формы становятся все более агрессивными и токсигенными, опережая в своей эволюции эволюцию культурных растений [1]. Поэтому значительные усилия ученых всего мира направлены, в первую очередь, на совершенствование методов борьбы с этим опас-

ным фитопатогеном. Вследствие этого наиболее подробно изучены особенности биологии, физиологии, биохимии и экологии паразитических штаммов фузариев, проведены биохимические определения фузариозных микотоксинов, очерчен круг микробов-антагонистов, которые в большей или меньшей степени обладают фунгистатическими или фунгицидными свойствами [1-3]. В то же время повышается интерес к слабо патогенным штаммам фузариев, которые рассматриваются как перспективные агенты для микоиндикационной оценки загрязнённых территорий [4], как источники получения биологически активных веществ [5] и даже как модельные организмы в разработке методов биологической борьбы с сорной растительностью [6]. Поскольку для многих микроскопических грибов была показана способность к закреплению внутри и на поверхности мицелия тяжёлых металлов (ТМ), извлекаемых из окружающей среды [7], представляется необходимым проведе-