

УДК 632.937.19+582.232/.275 –155.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ БИОЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЦИАНОБАКТЕРИЙ

Гольдин Е. Б.

*Южный филиал Национального университета биоресурсов и природопользования Украины
«Крымский агротехнологический университет», Симферополь, Evgeny_goldin@mail.ru*

Проведено биологическое тестирование свыше 40 образцов природных популяций цианобактерий из водохранилищ Днепра (с резким доминированием *Microcystis aeruginosa*) на листогрызущих насекомых – кольчатом коконопряде, американской белой бабочке и колорадском жуке. Проанализированы показатели питания, роста, развития и смертности насекомых. Установлено, что главная роль в проявлении биоцидных свойств принадлежит руководящему виду в альгоценозе.

Ключевые слова: биоцидная активность, цианобактерии, растительноядные организмы, детерrentы.

ВВЕДЕНИЕ

Массовые виды цианобактерий (синезеленых водорослей, Cyanoprocariota) пользуются особым вниманием со стороны альгологов, что обусловлено их ролью в формировании «цветений» воды в пресных и соленых водоемах [1–4]. Однако в последние десятилетия материалы исследований, выполненных в различных регионах мира, заставляют внести значительные коррективы в существовавшие ранее представления о некоторых «токсичных» и «потенциально токсичных» видах цианобактерий. Мировой наукой установлено, что ряд видов цианобактерий, вызывающих «цветения», продуцирует биологически активные вещества, которые, в отличие от известных токсинов, направлены на борьбу с конкурентами и фитофагами и влияют на их физиологические функции [5–7]. С нашей точки зрения, эти вещества, характеризующиеся биоцидным действием, перспективны в области биотехнологических разработок новых препаратов, предназначенных для использования в сельском хозяйстве и медицине и направленных на биологическое регулирование численности вредных организмов [5–10]. Развитие микробиологии и патологии насекомых и изучение межвидовых взаимоотношений в экосистемах позволяют постоянно расширять круг организмов, перспективных для защиты растений от фитофагов. С 1978 г. в этом направлении впервые выполнен ряд работ по исследованию цианобактерий и микроскопических водорослей различных таксонов, которые продуцируют биологически активные соединения [11–13]. Экспериментально установлено, что некоторые виды цианобактерий (лабораторные культуры и природные популяции) и их метаболиты обладают угнетающим влиянием на комплекс жизненных функций растительноядных насекомых [12–17]. Действие цианобактерий на насекомых имеет определенное сходство с эффектом микробных инсектицидов, и может быть классифицировано скорее как селективно-профилактическое, нежели как чисто токсическое или истребительное [18].

В ходе экспериментальных работ было изучено биоцидное действие альгологически чистой культуры и природных популяций цианобактерии *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., угнетающих жизненные функции семи видов вредных насекомых, в т.ч. колорадского жука, американскую белую бабочку и т.д. Вид космополитичен, широко распространен в природе и постоянно присутствует в планктоне пресных или соленых водоемов, рек, прудов, заливов, встречается также в почве. Принадлежит к числу возбудителей «цветения» воды на протяжении всего года с летне-осенним максимумом. Представители рода *Microcystis* являются продуцентами биологически активных веществ, причем некоторые из этих соединений известны среди вторичных метаболитов насекомых и высших растений, обладающих антифидантными, репеллентными, энтомоцидными [5, 9–12, 15, 18] и антимикробными свойствами [19]. Принимая во внимание накопление в природе избыточной неиспользуемой биомассы цианобактерий (сестона), перспективы ее применения в качестве сырья для новых биологических препаратов представляются реальными. Это подтверждено ранее выполненными работами [10, 11, 15]. Настоящее исследование, цель которого заключается в проведении биологического тестирования популяций цианобактерий из точек традиционного «цветения» воды, представляет собой их продолжение. В целом же для разработки практических аспектов применения цианобактерий и микроводорослей для регулирования численности вредных организмов необходимо выявление роли различных факторов в формировании биоцидных свойств – особенностей метаболизма, популяционной структуры видов и характера взаимоотношений с биотическими и абиотическими компонентами экосистемы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Образцы природных популяций цианобактерий (сестона) (свыше 40) были собраны в водохранилищах Днепра в сотрудничестве с Институтом гидробиологии НАН Украины. Идентификация видового состава выявила резкое доминирование *M. aeruginosa* (M.a.) во всех пробах, взятых из различных водоемов в период летне-осеннего «цветения». Кроме того, в популяциях присутствовали *Anabaena variabilis* Kütz. (A.v.) и *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Born et Flah. (A.f.-a.), *Phormidium mucicola* Hub. -Pest. et Naum. (P.m.) и *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm. (N.p.) (табл. 1).

Альгологический материал освобождали от консерванта, высушивали при 37°C и измельчали в порошок с диаметром частиц 0,01 мм. Водными суспензиями сухого порошка в 0,5 и 1,0%-ных концентрациях обрабатывали листья растений, предназначенные для скармливания подопытным насекомым. При биологическом тестировании использовали личиночные фазы насекомых-фитофагов на стадии второго возраста – гусеницы американской белой бабочки *Hyphantria cunea* Drury, кольчатого коконопряда *Malacosoma neustria* L. и личинки колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say. Сбор насекомых проводили в агробиоценозах степного и предгорного Крыма. На протяжении экспериментов личинок и гусениц содержали в сосудах емкостью 1,0 л, по 10 особей в каждом. Вариант опыта включал пять повторностей, гусеницам американской белой бабочки скармливали листья клена ясенелистного, кольчатого коконопряда – абрикоса, личинкам

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ БИОЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ
ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЦИАНОБАКТЕРИЙ**

колорадского жука – картофеля. Накануне посадки насекомых корм опрыскивали, а в ходе экспериментов изучали питание (% съеденной листовой поверхности в расчете на одну особь), метаморфоз и выживаемость тест-объектов.

Таблица 1

Характеристика природного альгологического материала из некоторых зон
«цветения» и их таксономический состав

№ п/п	Место отбора	Содержание М.а. в образце, %	Содержание других видов, %	Живые клетки, %	Мертвые клетки, %	Ослабленные клетки, %	Сухой вес, г/л
1*	Адамовская бухта Кременчугского водохранилища	87,0–90,0	Отдельные клетки A.v. и пучки A.f.-a.	26,7	18,8	54,5	18,0
2	Там же, прибрежный сгон	98,0–100,0	P.m.; N.p., 1,0–2,0	54,0	20,0	26,0	17,29
3	Там же, прибрежный сгон	95,0–96,0	A.f.-a.; 4,0–5,0	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных
4	Кременчугское водохранилище, открытая часть	96,0–98,0	A.f.-a.; 2,0–4,0	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных
5	Тясминский залив Кременчугского водохранилища	70,0	A.f.-a.; 30,0	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных
6	Тясминский залив Кременчугского водохранилища, прибрежный сгон	95,0–96,0	A.f.-a.; 4,0–5,0	48,5	17,8	33,7	18,6
7	Цибульникский залив Кременчугского водохранилища	98,0	A.f.-a.; 2,0	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных
8	Витовский залив Кременчугского водохранилища	90,0	A.f.-a.; 10,0	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных
9	Каховское водохранилище, аванпорт г. Энергодара	97,0–98,0	A.f.-a.; 2,0–3,0	30,0–35,0	5,0	40,0–60,0	13,5
10	Там же, зона разложения	97,0–98,0	A.f.-a.; 2,0–3,0	30,0–35,0	5,0	40,0–60,0	9,96
11	Днепродзержинское водохранилище, пятно «цветения», свободный набор без сгущения	70,0	A.f.-a.; 30,0	97,7	1,4	0,9	2,925

Окончание таблицы 1

№ п/п	Место отбора	Содержание М.а. в образце, %	Содержание других видов, %	Живые клетки, %	Мертвые клетки, %	Ослабленные клетки, %	Сухой вес, г/л
12	Днепропетровское водохранилище, «цветение», сгущения сестона с признаками брожения	100,0	А. f.-а.; полностью разрушен	60,0-68,0	7,0-10,0	25,0-30,0	18,704
13	Кременчугское водохранилище, прибрежный сгон	95,0-96,0	А. f.-а.; 4,0-5,0	48,5	17,8	33,7	18,6
14	Киевское водохранилище, прибрежный сгон	60,0	А. f.-а.; 40,0	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных

Примечание к таблице: * – образец не подвергался консервированию при сборе, хранился в холодильнике, и, соответственно, не промывался.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Природные популяции цианобактерий из различных точек отбора проявили общеингибирующее действие на комплекс жизненных функций личиночных фаз растительноядных насекомых на стадии младших возрастов, а также отразились на последующем развитии. Анализ полученных данных свидетельствует, что влияние цианобактерий затрагивает процессы питания, роста и метаморфоза насекомых, а у отдельных особей вызывает определенные изменения в морфологическом строении и явления тератогенеза. Во всех экспериментах была отмечена низкая выживаемость подопытных гусениц и личинок. Сопоставление показателей угнетения трофической функции насекомых, процессов их роста и процентов летальных исходов позволило установить, что определяющим фактором в биоцидной активности природных популяций цианобактерий является содержание доминирующего вида *M. aeruginosa*.

Ингибирование трофической функции подтверждается визуальными наблюдениями и измерением поглощенной листовой поверхности. Так, в опытах с гусеницами кольчатого коконопряда в первые трое суток подопытные насекомые концентрировались на поверхности сосуда и марли, в то время как в контроле происходил активный процесс питания. Фактические данные свидетельствуют о том, что в варианте с образцом № 10 насекомые игнорировали корм, а в варианте с образцом № 13 уступали контрольным особям на 33,0%. Аналогичная картина наблюдалась в опытах с гусеницами американской белой бабочки. В этом случае на протяжении первых трех дней эксперимента под действием образцов №№ 2, 6, 11, 12 и 13 активность питания была снижена в два раза, а под действием образца № 9 – втрое. Трофическая функция личинок колорадского жука в течение этого же периода была угнетена препаративными образцами №№ 3 и 9–13 на 30,0–40,0% по сравнению с контролем.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ БИОЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ
ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЦИАНОБАКТЕРИЙ

Нарушение привычного ритма и сокращение необходимого объема питания отразились на процессах роста и метаморфоза. Так, на 10 сутки наблюдалось угнетение роста гусениц кольчатого коконопряда второго возраста: в варианте с образцом № 2 средний вес одной подопытной гусеницы составляет всего 25,86 мг (18,5%); в варианте с образцом № 6 – 36,41 мг (26,0%); в варианте с образцом № 10 – 49,14 мг (35,1%). При этом средняя масса контрольной особи, развивавшейся нормально, достигала 251,6 мг (100,0%). Подопытные гусеницы американской белой бабочки также заметно отставали в росте. На 10 сутки для них определены следующие показатели массы: № 2 – 138,56 мг (63,4%); № 3 – 128,44 мг (58,8%); № 9 – 128,69 мг (58,9%); № 10 – 126,04 мг (57,7%); № 11 – 131,24 мг (60,1%); № 12 – 172,0 мг (80,0%); № 13 – 151,39 мг (69,3%), а в контрольном варианте – 218,54 мг (100,0%).

Угнетение процессов жирового синтеза и замедление роста личиночных фаз привело к ряду нарушений в метаморфозе. Например, выход имаго колорадского жука в различных вариантах с обработкой первичными препаративными формами был в 2,0–4,4 раза ниже, чем в контроле. При учете и анализе данных по окукливанию и вылете имаго у кольчатого шелкопряда и американской белой бабочки также наблюдались значительные отклонения от нормы. При этом тератогенез, проявившийся в формировании нежизнеспособных особей со сморщенной кутикулой, был отмечен у куколок американской белой бабочки в вариантах с образцами №№ 10 и 12 и особи с редуцированными надкрыльями у имаго колорадского жука (образец № 13).

Учет смертности насекомых показывает, что наиболее высокий процент летальных исходов приходится на период с 10 по 20 сутки эксперимента (табл. 2–3).

Таблица 2

Энтомоцидное действие первичных препаратов из природных популяций
цианобактерий на гусениц кольчатого коконопряда второго возраста

Образцы препаратов	Гибель гусениц по дням учета, %		
	10 сутки	15 сутки	21 сутки
№ 2	24,0	82,0	94,0
№ 10	26,0	54,0	82,0
№ 13	16,0	52,0	82,0
Контроль (без обработки)	0	0	0
НСР ₀₅	11,3	24,9	14,9

Примечание к таблице: в каждом варианте 50 насекомых; препараты испытаны в 0,5%-ной концентрации.

Эти материалы служат подтверждением того, что гибель гусениц и личинок наступает не только от токсического воздействия цианобактерий, но и от угнетения трофической функции и ростовых процессов. Кроме того, прослеживается прямая зависимость между концентрациями водных суспензий первичных препаративных форм и их ингибирующим эффектом. Приведенные результаты также позволяют судить об определенной специфичности влияния цианобактерий на различные виды насекомых, что связано, по всей вероятности с их спектром питания, биолого-

экологическими особенностями, метаморфозом и метаболизмом. Обращает на себя внимание роль технологии обработки альгологического материала. Природные популяции цианобактерий в образце № 1 не подвергались воздействию консерванта и последующим процессам переработки по его извлечению (в частности, водной экстракции). Это позволило им сохранить первоначальную биологическую активность, большее разнообразие состава метаболитов и соответственно более выраженные высокие энтомоцидные свойства по отношению к колорадскому жуку (табл. 4) (LD_{50} 0,64 на 4 сутки и 0,306 на 6 сутки) и американской белой бабочке (LD_{50} 0,75 на 15 сутки).

Таблица 3

Энтомоцидное действие первичных препаратов из природных популяций цианобактерий на гусениц американской белой бабочки второго возраста

Образцы препаратов	Концентрация препарата, %	Количество насекомых	Гибель гусениц по дням учета, %			
			10 сутки	15 сутки	21 сутки	26 сутки
№ 1	0,5	100	22,0	44,0	60,0	70,0
	1,0	50	34,0	56,0	68,0	88,0
№ 2	0,5	100	26,0	55,0	66,0	69,0
	1,0	50	22,0	82,0	86,0	86,0
№ 3	0,5	100	17,0	48,0	63,0	68,0
	1,0	50	56,0	80,0	80,0	88,0
№ 4	0,5	100	17,0	39,0	55,0	61,0
	1,0	50	36,0	66,0	76,0	82,0
№ 5	0,5	75	45,3	65,3	82,7	82,7
	1,0	50	52,0	58,0	76,0	86,0
№ 6	0,5	100	24,0	46,0	55,0	59,0
	1,0	50	28,0	62,0	80,0	84,0
№ 7	0,5	150	81,1	100,0		
№ 8	0,5	75	57,3	70,7	85,3	85,3
№ 9	0,5	100	11,0	40,0	63,0	70,0
	1,0	50	38,0	72,0	86,0	90,0
№ 10	0,5	100	17,0	39,0	55,0	61,0
	1,0	50	36,0	66,0	76,0	82,0
№ 11	0,5	100	16,0	43,0	59,0	66,0
	1,0	50	52,0	58,0	76,0	86,0
№ 12	0,5	100	15,0	37,0	43,0	52,0
	1,0	50	72,0	86,0	94,0	100,0
№ 13	0,5	100	17,0	48,0	63,0	68,0
	1,0	50	56,0	80,0	80,0	88,0
№ 14	0,5	75	77,3	89,3	100,0	
Контроль (без обработки)	-	150	0	8,0	16,7	16,7
НСР ₀₅	-	-	112,4	13,5	13,5	11,7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ БИОЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ
ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЦИАНОБАКТЕРИЙ

Таблица 4

Энтомоцидное действие первичного препарата из природных популяций
цианобактерий (образец № 1) на личинок колорадского жука второго возраста

Концентрация водной суспензии, %	Гибель личинок по дням учета, %				
	4 сутки	6 сутки	8 сутки	11 сутки	14 сутки
0,25	26,0	46,0	54,0	58,0	72,0
0,5	28,0	80,0	88,0	94,0	98,0
1,0	72,0	100,0			
Контроль (без обработки)	0	0	0	6,0	10,0
НСП ₀₅	14,0	21,4	19,8	15,3	13,4
LD ₅₀	0,64	0,306			

Примечание к таблице: в каждом варианте 75 личинок.

Полученные результаты позволяют определить и конкретизировать технологические возможности использования природного материала для разработки новых препаративных форм селективно-профилактического действия для регулирования численности и снижения вредоносности растительноядных насекомых. Биологическое тестирование различных ассоциаций цианобактерий из разных местообитаний с определенной экологической спецификой указывает на преимущественно антифидантно-энтомоцидный характер их активности и широкий спектр ингибирующего воздействия на организм насекомого.

ВЫВОДЫ

1. Природные популяции цианобактерий из различных точек отбора обладают общим ингибирующим действием на комплекс жизненных функций личиночных фаз растительноядных насекомых на стадии младших возрастов, в первую очередь, на питании, ростовых процессах, переходе в следующую возрастную стадию и выживаемости.

2. Угнетение процессов жирового синтеза и замедление роста личиночных фаз приводит к ряду нарушений в метаморфозе (подавление окукливания и выхода имаго, формирование нежизнеспособных особей, тератогенез и т. д.), дерепродукционных явлениях и гибели на всех фазах развития.

3. По спектру и механизму действия биоцидная активность цианобактерий близка к действию защитных секретов низших и высших растений на растительноядные организмы, т.к. включает больше детеррентных и ингибирующих признаков, чем токсичных.

4. Природные популяции цианобактерий, не подвергшиеся воздействию консервантов и последующей переработке, сохраняют более высокую биологическую активность.

5. Определяющим фактором в биоцидной активности природных популяций цианобактерий является содержание доминирующего вида *M. aeruginosa*.

6. Полученный фактический материал может быть основой для разработки новых препаративных форм селективно-профилактического действия для

регулирования численности и снижения вредоносности растительноядных насекомых.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность и признательность сотрудникам Института гидробиологии НАН Украины за содействие в сборе альгологического материала полевых условиях и предоставленные образцы.

Список литературы

1. Горюнова С.В. Водоросли – продуценты токсических веществ / С.В. Горюнова, Н.С. Демина. – М.: Наука, 1974. – 255 с.
2. Сакевич А.И. Экзометаболиты пресноводных водорослей / А.И. Сакевич. – Киев: Наукова думка, 1985. – 197 с.
3. Сиренко Л.А. «Цветение» воды и евтрофирование / Л.А. Сиренко, М.Я. Гавриленко. – Киев: Наукова думка, 1978. – 232 с.
4. Falconer I.R. Cyanobacterial (blue-green algal) toxins in water supplies: cylindrospermopsins / I.R. Falconer, A.R. Humpage // *Environ. Toxicol.* – 2006. – 21. – P. 299–304.
5. Гольдин Е.Б. Различные аспекты проявления биоцидной активности лабораторной культуры *Microcystis aeruginosa* / Е.Б. Гольдин // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія. Спеціальний випуск «Гідроекологія». – 2005. – № 3. – С. 92–94.
6. Cruz-Rivera E. Chemical deterrence of a cyanobacterial metabolite against generalized and specialized grazers / E. Cruz-Rivera, V.J. Paul // *J. Chem. Ecol.* – 2007. – 33. – P. 213–217.
7. Korpinen S. Effects of cyanobacteria on survival and reproduction of the littoral crustacean *Gammarus zaddachi* (Amphipoda) / S Korpinen, M. Karjalainen, M. Viitasalo // *Hydrobiologia.* – 2006. – 559. – P. 285–295.
8. Cyanobacterial toxins as allelochemicals with potential applications as algacides, herbicides and insecticides / [J.P. Berry, M. Gantar, M.H. Perez et al.] // *Mar. Drugs.* – 2008. – 6. – P. 117–146.
9. Гольдин Е.Б. Цианобактерии и растительноядные организмы: особенности межвидовых взаимоотношений / Е.Б. Гольдин // *Мікробіологія і біотехнологія.* – 2009. – № 4. – С. 64–69.
10. Gol'din E.B. Algological factor in pest control and its horizons / E.B. Gol'din // *Proceedings of the Second International Conference on the Mediterranean Coastal Environment MEDCOAST 95: October 24–27, Tarragona, Spain, E.Ozhan (Editor).* – MEDCOAST, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, 2005. – Vol. 1. – P. 241–252.
11. Gol'din E.B. Cyanobacteria: Biocidal Activity and Human Affairs / E.B. Gol'din // *Proceedings of the Eighth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 07, 13–17 November 2007, Alexandria, Egypt.* – MEDCOAST, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, 2007. – Vol. 2. – P. 937–946.
12. Гольдин Е.Б. Одноклеточные водоросли – новое микробиологическое средство борьбы с вредными насекомыми / Е.Б. Гольдин // *Актуальные вопросы теории и практики защиты с.-х. растений от вредителей и болезней.* – М., 1982. – С. 70–71.
13. Kusumi T. Biologically active substances from tropical and subtropical marine cyanobacteria / T. Kusumi, A. Mitsui // *Abstracts of Annual Meeting of American Society of Microbiology, 1986: 86th Annual Meeting.* – Washington, D.C., 1986. – P. 301.
14. Welwitindolones, unusual alkaloids from the blue-green algae *Hapalosiphon welwitschii* and *Westiella intricata*. Relationship to fischerindoles and hapalindoles / [K. Stratmann, R.E. Moore, R. Bonjouklian et al.] // *Journal of American Chemical Society.* – 1994. – Vol. 116, N 22. – P. 9935–9942.
15. Gol'din E.B. The blue-green algae as the producers of the natural pesticides / E.B. Gol'din, L.A. Sirenko // *Альгологія.* – 1998. – № 1. – С. 93–104.
16. Insect (*Locusta migratoria migratorioides*) test monitoring the toxicity of cyanobacteria / L. Hiripi, L. Nagy, T. Kalmar et al.] // *Neurotoxicology* – 1998. – Vol. 19, N 4–5: – P. 605–608

17. Development of a bioassay employing the desert locust (*Schistocera gregaria*) for the detection of saxitoxin and related compounds in cyanobacteria and shellfish / [J. McElhiney, L.A. Lawton, C. Edwards, S. Gallacher] // *Toxicon* – 1998. – 36. – P. 417–420.
18. Гольдин Е.Б. Биологическая оценка антифидантно-энтомоцидной активности природных популяций цианобактерий / Е.Б. Гольдин // *Сельскохозяйственные науки: Научные труды Крымского государственного аграрного университета*. – Симферополь, 2000. – Вып. 66. – С. 308–313.
19. Гольдин Е.Б. Антибактериальная активность альгологически чистых культур цианобактерий и микроводорослей / Е.Б. Гольдин // *Микробиол. журн.* – 2003. – 65, № 4. – С. 68–76.

Гольдин Є. Б. Визначення рівня біоцидної активності природних популяцій ціанобактерій // *Екосистеми, їх оптимізація та охорона*. Симферополь: ТНУ, 2011. Вип. 5. С. 155–163.

Запроваджено біологічного тестування більш за 40 зразків природних популяцій ціанобактерій з водосховищ Дніпра (з різкою перевагою виду *Microcystis aeruginosa*) на листоїдних комах – кільчатому коконопряді, американському білому метелику и колорадському жуку. Проаналізовані показники харчування, росту, розвитку і смертності комах. Установлено, що головна роль в прояву біоцидних властивостей належить керівному виду в альгоценозі.

Ключові слова: біоцидна активність, ціанобактерії, рослиноїдні організми, детерренти.

Gol'din E. B. Determination of the level of biocidal activity of cyanobacterial natural populations // *Optimization and Protection of Ecosystems*. Simferopol: TNU, 2011. Iss. 5. P. 155–163.

Biocidal activity of more than 40 samples of cyanobacterial natural populations (*Microcystis aeruginosa* was dominated species) from Dnieper water bodies was investigated. Herbivorous insects (gypsy moth, fall webworm and Colorado potato beetle) were used as test objects. The rates of nutrition, growth, metamorphosis and mortality were analysed. The dominated species was the most important in biocidal action.

Key words: biocidal activity, cyanobacteria, herbivorous organisms, deterrents.

Поступила в редакцію 23.09.2011 г.