

9. Пат. UA62960C2 7A23L1/054. Біологічно активна харчова добавка «КСАМΠΑН» / Воцелко С.К., Гвоздяк Р.І., Ісаакян Л.О., Качалай Д.П., Калакура М.М., Литвинчук О.О. Гаєвська Н.О. –Опубл. 15.01.2004, Бюл. № 1.
10. *Chua M., Baldwin T.C., Hocking., Chan K.* Traditional uses and health benefits of *Amorphophallus konjac* K. Kocch ex N.E.Br // *J. Ethnopharmacology.* – 2010. – **128**, N 2. – P. 268 – 278
11. *Kato K. et al.* Studies of chemical structure of konjac-mannan: 3. Isolation of oligosaccharides corresponding to the branching-point of the konjac-mannan//*Agr. Biol. Chem.* – 1973 – **37**, N 9. – P. 2045 – 2051.
12. *Keithley J., Swanson B.* Glucomannan and obesity: a critical review // *Altern. Ther. Health Med.* – 2005 – **11**, N 6. – P. 30 – 34.
13. *Slavin J.L., Greenberg N.A.* Partially hydrolyzed guar gum: clinical nutrition uses // *Nutrition.* – 2003 – **15**, N 6. – P. 549– 552
14. *Soh H.S., Kim C.S., Lee S.P.* A new in vitro assay of cholesterol adsorption by food microbial polysaccharides // *J. of Medical Food.* – 2004 – **6**, N 3. – P. 225 – 230
15. *Votselko S.K., Pirog T.P., Malashenko Y. R., Grinberg T.A.* A method for determining the mass-molecular composition of microbial exopolysaccharides // *J. Microbiol. Meth.* – 1993. – **18**. – С. 349–356.

Отримано 25.04.2011

УДК 579.83/88 + 593.17 + 581.141

**В.В. Погорелова, З.Т. Бега, И.К. Курдиш**

*Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины  
ул. Академика Заболотного, 154, Киев, ГСП, Д03680, Украина*

## **ВЗАИМООТНОШЕНИЕ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* С ИНФУЗОРИЯМИ *COLPODA STEINII* И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН РАСТЕНИЙ**

*Исследованы особенности симбиотического сосуществования бактерий рода *Bacillus* с инфузори-ями *Colpoda steinii*. При их совместном культивировании в течение 10 суток численность бактерий *B. subtilis* ИМВ В-7023 снижалась в 4,4 раза, *B. pumilus* 3 – 3,4 раза, *B. megaterium* 12 – в 2,5 раза. В сме-шанной культуре с *B. pumilus* 3 количество колпод постепенно увеличивалось, в то время как при наличии двух других штаммов бацилл численность простейших возрастала только в первые двое суток, после чего уменьшалась. Обработка семян некоторых растений суспензией *B. subtilis* ИМВ В-7023 с инфузори-ями увеличивала их всхожесть и стимулировала рост растений на ранних стадиях развития.*

*Ключевые слова:* бактерии, инфузории *Colpoda steinii*, семена, проростки растений.

В последние десятилетия в растениеводстве все большее внимание уделяют бактериальным препаратам, применение которых позволяет уменьшить использование химических удобрений и повышает устойчивость растений к неблагоприятным условиям. Внесение био-препаратов в агроэкосистему способствует повышению количества и качества урожая [3, 4, 15]. К тому же эти препараты, как правило, не загрязняют окружающую среду. Наиболее перспективными для растениеводства являются препараты комплексного действия, созданные на основе двух или большего числа видов микроорганизмов, дополняющих стимулирующее влияние каждого из них [2, 4, 6]. Нами на основе взаимодействия *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 и *Azotobacter vinelandii* ИМВ В-7076 с глинистыми минералами создан гранулированный препарат комплексного действия, улучшающий азотное и фосфорное питание растений, стимулирующий их рост и развитие за счет синтезируемых биологически активных веществ, а также обладающий антагонистической активностью в отношении фитопатогенных микроорганизмов. Применение этого препарата в сельском хозяйстве позволяет повысить урожайность растений [5].

Успех интродукции микроорганизмов в агроэкосистему зависит от многих факторов, в том числе от взаимоотношения с почвенными простейшими, которые являются обязатель-

© В.В. Погорелова, З.Т. Бега, И.К. Курдиш, 2012

ными и массовыми представителями почвенных и водных биоценозов [1, 7, 14]. Простейшие способны избирательно потреблять бактерии, осуществляя таким образом контроль их численности [12, 13, 16].

Одними из представителей почвенных простейших являются инфузории *Colpoda steinii*. Они относятся к классу *Ciliata*, подкласс *Holotrichia*, имеют тело бобовидной формы длиной 25–30 мкм и многочисленные продольные реснички. Во влажной среде они активно двигаются. Кормом для колпод служат бактерии [11].

Взаимоотношения представителей инфузорий с бактериями рода *Bacillus* не изучено. Учитывая это, целью работы было исследование выживаемости бактерий рода *Bacillus* с инфузориями *Colpoda steinii* при их совместном культивировании, а также влияние смешанной культуры *B. subtilis* ИМВ В-7023 с колподами на всхожесть семян и развитие проростков некоторых растений.

**Материалы и методы.** В работе использовали выделенные в отделе микробиологических процессов на твердых поверхностях ИМВ НАН Украины бактерии *Bacillus pumilus* 3, *Bacillus megaterium* 12 и *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023.

Штаммы *B. megaterium* 12 и *B. subtilis* ИМВ В-7023 обладают высокой фосфатмобилизирующей и антагонистической активностью по отношению к фитопатогенным бактериям и микромицетам. Эти штаммы отличаются размерами клеток: *B. megaterium* 12 – 2–5 мкм; *B. subtilis* – 2–3 мкм. *B. pumilus* 3 с размерами клеток 2–3 мкм проявляет более низкую антагонистическую активность к фитопатогенам, чем два других штамма [8, 9].

Бактерии выращивали в жидкой среде следующего состава, г/л: пептон – 10,0; NaCl – 3,0;  $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$  – 0,3; KCl – 0,3;  $K_2HPO_4 \cdot 3 H_2O$  – 0,2;  $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$  – 0,001;  $MnSO_4 \cdot 7 H_2O$  – 0,001 (среда I). Периодическое культивирование проводили в колбах Эрленмейера, содержащих по 100 мл среды, на качалках (240 об/мин) при 28° С в течение 24 часов. Численность бактерий в суспензиях (СБ) определяли путем подсчета количества колоний, выросших при посеве из последовательных десятикратных разведений бактериальных суспензий на картофельный агар (КА). Результаты выражали количеством колониеобразующих единиц в 1 мл суспензии (КОЕ/мл).

Культура инфузорий *C. steinii* была предоставлена Григорашевой И.Н., директором ООО «Возрождение М», г. Одесса. Простейшие культивировали в среде Лозина-Лозинского следующего состава, г/л: NaCl – 0,1; KCl – 0,01;  $CaCl_2$  – 0,01;  $MgCl_2$  – 0,01;  $NaHCO_3$  – 0,02 с добавлением пептона – 0,12; глюкозы – 0,03 (среда II) [10]. Основным источником питания для колпод служили бактерии *B. subtilis*, исходная численность которых составляла  $10^7$  кл/мл. Количество инфузорий в опытах определяли прямым подсчетом в камере Горяева, бактерий – указанным выше методом.

Изучение уровня выживаемости бацилл в среде II без колпод и с колподами проводили в пробирках диаметром 2 см и высотой 10 см. Для этого в 10 мл среды II вносили по 1 мл СБ разных штаммов, начальную численность которых уравнивали. Культуры инкубировали на протяжении 10 суток при температуре 26° С, периодически определяя в них численность жизнеспособных бацилл.

Для исследования селективности выедания колподами представителей рода *Bacillus* суспензии этих бактерий выращивали в среде I, *C. steinii* размножали в среде II с бактериями. После 3–4 суток культивирования численность инфузорий достигала 30–50 тыс. особей в 1 мл. В пробирки, содержащие по 10 мл среды II, вносили по 1 мл СБ и по 1 мл смеси бактерий и колпод. Полученные суспензии инкубировали на протяжении 10 суток при 26° С в стационарных условиях, периодически определяя в них численность инфузорий и бацилл.

Влияние смешанной суспензии бактерий *B. subtilis* ИМВ В-7023 и *C. steinii* на прорастание нестерильных семян растений исследовали в чашках Петри на фильтровальной бумаге. В чашки вносили по 4 мл водопроводной воды (контроль), суспензию *B. subtilis* или смесь *B. subtilis* с колподами. Использовали семена озимой пшеницы (*Triticum aestivum*) сорта Херсонская, редиса (*Raphanus sativus*) сорта Рубин, огурцов (*Cucumis sativus*) сорта Джерело. В каждом варианте опыта семена раскладывали по 30 штук в трёх повторностях. Проращивание семян проводили в течение 6–8 суток в темноте при 20–25°С согласно ДСТУ 4138 – 2002, после чего определяли биометрические показатели проростков и их массу.

Влияние смеси инфузорий с *B. subtilis* на прорастание стерильных семян огурцов сорта Джерело исследовали в полужидком агаре (0,6 %). Для этого семена стерилизовали 40 мин 25 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, после чего трижды промывали стерильной водопроводной водой. Стерильные семена предварительно проращивали 2 суток на КА в чашках Петри при 25° С. Исследуемую суспензию бацилл или её смесь с инфузориями вносили в теплый полужидкий агар в соотношении 1:10, который разливали по 15 мл в пробирки диаметром 2 см и длиной 20 см. Контролем служил полужидкий агар. На застывший агар раскладывали по одному проклюнувшемуся семени. Культуры инкубировали при 25° С на площадке с 16 часовым световым днём при искусственном освещении 12000 люкс на протяжении 14 суток. Способность бактерий и колпод колонизировать прикорневое пространство оценивали визуально по образованию помутнения вокруг корня. После инкубации растения извлекали из пробирки, измеряли длину ростка и корня. Корень просматривали под микроскопом МБИ – 15 (ЛОМО) при увеличении 100 и 400 раз в проходящем свете для выявления на нём бактерий и колпод. Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программ «Statistica 6.0».

**Результаты и их обсуждение.** При изучении выживаемости бацилл в среде для культивирования колпод установлено, что численность жизнеспособных клеток *B. subtilis* ИМВ В-7023 и *B. pumilus* 3 за 10 суток их инкубирования в среде II в стационарных условиях постепенно снижалась и в конце опыта была в 20 раз меньше исходного количества. *B. megaterium* 12 были более устойчивы к выживанию в подобных условиях, их численность уменьшилась в 2 раза (табл. 1). Очевидно, это обусловлено недостатком источников питания в данной среде, необходимых для полноценного функционирования бацилл.

Таблица 1

**Численность бактерий рода *Bacillus* в среде для колпод в зависимости от времени культивирования**

Вид бактерий	Численность жизнеспособных бактерий, КОЕ/мл
<b>0 суток</b>	
<i>B. subtilis</i> ИМВ В-7023	$(8,64 \pm 0,79) \cdot 10^7$
<i>B. pumilus</i> 3	$(8,63 \pm 0,55) \cdot 10^7$
<i>B. megaterium</i> 12	$(8,60 \pm 0,37) \cdot 10^7$
<b>2 суток</b>	
<i>B. subtilis</i> ИМВ В-7023	$(1,43 \pm 0,10) \cdot 10^7$
<i>B. pumilus</i> 3	$(1,40 \pm 0,16) \cdot 10^7$
<i>B. megaterium</i> 12	$(5,85 \pm 0,29) \cdot 10^7$
<b>5 суток</b>	
<i>B. subtilis</i> ИМВ В-7023	$(5,78 \pm 0,74) \cdot 10^6$
<i>B. pumilus</i> 3	$(5,19 \pm 0,75) \cdot 10^6$
<i>B. megaterium</i> 12	$(4,48 \pm 0,34) \cdot 10^7$
<b>10 суток</b>	
<i>B. subtilis</i> ИМВ В-7023	$(4,06 \pm 0,26) \cdot 10^6$
<i>B. pumilus</i> 3	$(4,33 \pm 0,61) \cdot 10^6$
<i>B. megaterium</i> 12	$(4,05 \pm 0,19) \cdot 10^7$

При совместном культивировании с колподами численность бактерий изменялась иначе. Так, количество *B. subtilis* за 10 суток снизилось в 4,4 раза, *B. pumilus* – в 3,4 раза, а *B. megaterium* – в 2,5 раза по сравнению с исходной (рис. 1). То есть, при поедании колподами бактерий численность последних снизилась намного меньше, чем в предыдущем опыте. Возможно, что инфузории в процессе своей жизнедеятельности могут выделять биологические активные вещества, обогащая тем самым среду необходимыми для размножения этих микроорганизмов источниками питания. Отмечено, что более крупные клетки *B. megaterium* потреблялись колподами в меньшем количестве, чем бактерии других исследованных штаммов, имеющих меньшие размеры. Наибольшую численность *C. steinii* регистрировали после 48 часов культивирования с *B. subtilis* или *B. megaterium*. В дальнейшем количество инфузорий в этих вариантах эксперимента уменьшилось. Учитывая тот факт, что содержание бактерий в суспензии, как корма для инфузорий, оставалось достаточно высоким, можно предпо-

ложить, что наблюдаемое снижение численности колпод обусловлено накоплением в среде метаболитов бацилл, токсичных для данных инфузорий.

Иная закономерность наблюдалась при культивировании инфузорий с *B. pumilus* 3. В этом случае численность *C. steinii* в суспензии постепенно повышалась и после 10 суток инкубации была в 4,5 раза выше исходного уровня (рис. 1). Очевидно, эти бактерии не выделяли вещества, токсичные для колпод.

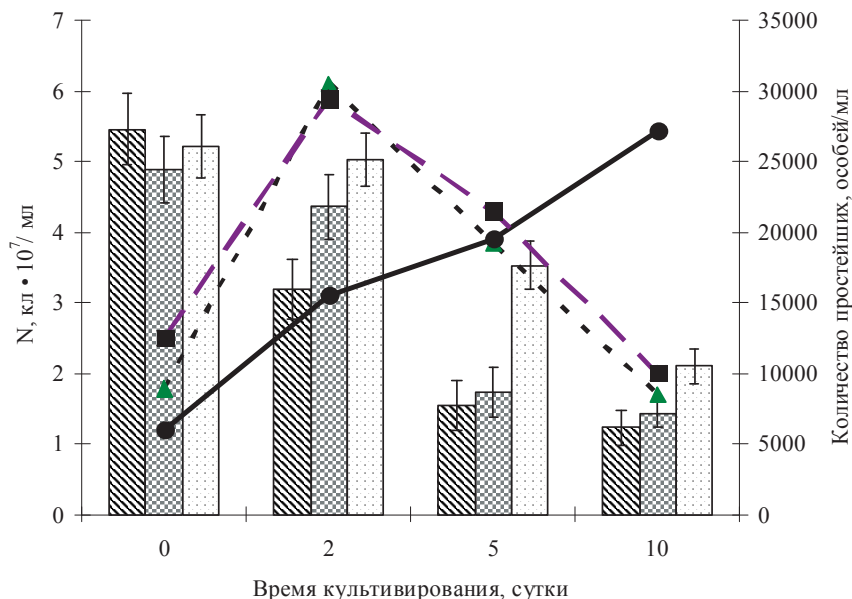


Рис. 1. Численность бактерий (N) рода *Bacillus* в смешанной культуре:

- ▨ – *B. subtilis* ИМВ В-7023;
- ▣ – *B. pumilus* 3;
- ▤ – *B. megaterium* 12.

Численность *Colpoda steinii* в смешанной культуре с:

- ▲- – *B. subtilis* ИМВ В-7023
- – *B. pumilus* 3
- – *B. megaterium* 12

Установлено, что *B. subtilis* положительно влияют на всхожесть семян пшеницы сорта Херсонская, рост и развитие растений (табл. 2). Так, обработка семян суспензией, содержащей  $3,85 \cdot 10^7$  КОЕ/мл, повышала их всхожесть по сравнению с контролем на 6,1 %, длину корней – на 16,8 %, массу растений – на 4,0 %. В то же время при более низком содержании этих бактерий ( $4,0 \cdot 10^6$  КОЕ/мл) всхожесть семян и длина корней увеличивалась на 21,1 % и 21,5 % соответственно. Длина ростков и масса растений были незначительно ниже контрольных. Наличие в бактериальной суспензии колпод приводило к увеличению всех исследуемых показателей.

В меньшей степени проявлялось стимулирующее влияние колпод на всхожесть семян огурцов сорта Джерело и практически не влияло на этот показатель у редиса сорта Рубин. Однако после обработки семян редиса смесью *B. subtilis* ( $3,9 \cdot 10^6$  КОЕ/мл) и колпод (5000 особей/мл) наблюдалась наибольшая стимуляция роста корней – на 83,8 %, ростков – на 12,9 % и массы растений – на 20,4 % по сравнению с контролем. При наличии в смеси  $3,9 \cdot 10^7$  КОЕ/мл *B. subtilis* и колпод длина корней огурцов увеличивалась на 22,5 %, а редиса – на 69,8 %. При этом масса растений увеличивалась по сравнению с контролем на 10,1 и 17,6 % соответственно (табл. 2). Полученные результаты подтверждают наше предположение о том, что в смешанной культуре *B. subtilis* с *C. steinii* выделяются биологически активные вещества, которые способны дифференцированно влиять на развитие разных видов растений.

Влияние бактерий *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 и их смеси с *Colpoda steinii* на всхожесть семян и биометрические показатели растений

Варианты обработки семян бактериями (КОЕ/мл) и колподами (особ/мл)	Семена	Всхожесть, % к контр.	Длина корней, % к контр.	Длина ростков, % к контр.	Масса 20 растений, % к контр.
1. <i>B. subtilis</i> , (4,01±0,40)·10 <sup>6</sup>	Пшеница Редис Огурцы	121,1 100,4 100,0	121,5 120,0 99,4	98,3 104,7 96,2	92,0 103,4 100,6
2. <i>B. subtilis</i> (3,88±0,79)·10 <sup>6</sup> + <i>C. steinii</i> , 5000	Пшеница Редис Огурцы	122,3 98,5 102,8	149,5 183,8 115,4	101,2 112,9 102,3	105,0 120,4 100,0
3. <i>B. subtilis</i> , (3,85±0,27)·10 <sup>7</sup>	Пшеница Редис Огурцы	106,1 100,0 102,1	116,8 100,5 105,2	102,9 105,0 101,4	104,0 106,9 98,4
4. <i>B. subtilis</i> , (3,92±0,79)·10 <sup>7</sup> + <i>C. steinii</i> , 5000	Пшеница Редис Огурцы	129,3 100,4 102,3	159,1 169,8 122,5	108,8 111,7 102,8	108,5 117,6 110,1

**Примечание:** Контролем служили семена, обработанные водой, показатели которых приняты за 100 %. Допустимые отклонения не превышали 10 %.

Показано, что при проращивании стерильных семян огурцов сорта Джерело в полужидком агаре как при наличии в суспензии *B. subtilis* (рис. 2, вариант 2), так и их смеси с колподами, где численность бактерий была  $2,74 \cdot 10^7$  КОЕ/мл (вариант 4), вокруг корней образуются микроколонии бактерий, которые определяли визуально по помутнению. В контроле (вариант 1), а также при внесении в среду смеси *B. subtilis* и колпод, где бацилл было на порядок меньше (вариант 3), чем в вышеописанном случае, такого помутнения около корней визуальное не выявлено. Микроскопия поверхности корней, вынутых из агара, показала наличие в ризосфере огурцов как *C. steinii*, так и *B. subtilis*. Значительное количество колпод обнаружено в подвижном состоянии, а также в виде цист по всей длине корней. Бактерии колонизировали незначительную часть поверхности и располагались на корнях неравномерно.

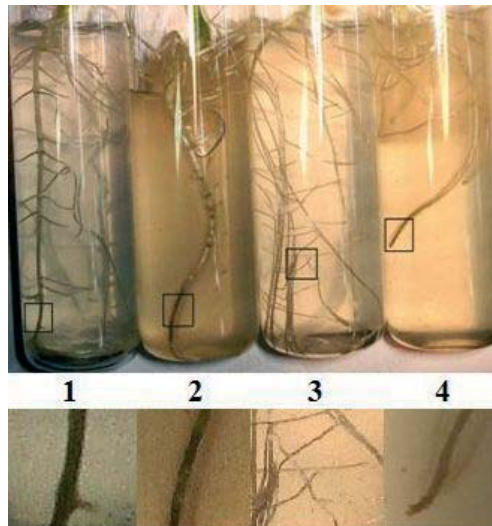


Рис. 2. Рост огурцов сорта Джерело в полужидком агаре в присутствии *B. subtilis* ИМВ В-7023 и *Colpoda steinii*: 1. Контроль. 2. *B. subtilis* ИМВ В-7023. 3. Смесь *B. subtilis* ( $1,66 \cdot 10^6$  КОЕ/мл) и *C. steinii* (5100 особей/мл). 4. Смесь *B. subtilis* ( $2,74 \cdot 10^7$  КОЕ/мл) и *C. steinii* (5100 особей/мл)

Морфометрические исследования показали, что при наличии в полужидком агаре бактерий в количестве  $1,66 \cdot 10^6$  КОЕ/мл с колподами (5100 особей/мл) длина корней огурцов сорта Джерело возрастала по сравнению с контролем на 40,3 %, ростков – на 16,4 %. При увеличении численности бактерий в смеси на порядок и той же численности колпод (вариант 4) длина корней уменьшалась, но ростки были на 44,2 % длиннее, чем в контроле (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние бактерий *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 и их смешанной культуры с *Colpoda steinii* на длину корней и ростков огурцов сорта Джерело в полужидком агаре**

Варианты	Численность <i>B. subtilis</i> , КОЕ/мл, колпод, особей/мл	Длина корней, мм / %	Длина ростков, мм / %
1. Контроль	0	$\frac{111,8 \pm 14,5}{100,0}$	$\frac{46,8 \pm 5,8}{100,0}$
2. <i>B. subtilis</i>	$\frac{(3,34 \pm 0,37) \cdot 10^7}{0}$	$\frac{55,4 \pm 8,8}{49,6}$	$\frac{47,1 \pm 1,8}{100,6}$
3. <i>B. subtilis</i> + <i>C. steinii</i>	$\frac{(1,66 \pm 0,34) \cdot 10^6}{5100}$	$\frac{156,9 \pm 14,0}{140,3}$	$\frac{54,5 \pm 3,4}{116,4}$
4. <i>B. subtilis</i> + <i>C. steinii</i>	$\frac{(2,74 \pm 0,32) \cdot 10^7}{5100}$	$\frac{101,0 \pm 5,3}{85,7}$	$\frac{67,5 \pm 6,1}{144,2}$

Таким образом, исследованы некоторые особенности симбиотического сосуществования бактерий рода *Bacillus* с инфузориями *Colpoda steinii*. После 10 суток совместного культивирования в присутствии последних численность *B. subtilis* ИМВ В-7023 по сравнению с исходной снижалась в 4,4 раза, *B. pumilus* 3 – в 3,4 раза, а *B. megaterium* 12 – в 2,5 раза. По-видимому, крупные клетки бактерий *B. megaterium* 12 потреблялись инфузориями в меньшей степени, чем более мелкие, характерные для других исследованных штаммов. В смешанной культуре с *B. pumilus* 3 количество колпод постепенно увеличивалось, в то время как при наличии двух других штаммов бактерий численность простейших возрастала только в первые двое суток, после чего уменьшалась. Очевидно, в этом случае накапливались метаболиты бактерий, которые ингибировали рост простейших. Обработка семян суспензией бактерий *B. subtilis* ИМВ В-7023 с инфузориями увеличивала всхожесть от 2,3 % до 32,6 %, и стимулировала рост растений пшеницы, огурца и редиса на ранних стадиях развития, особенно их подземной части.

**В.В. Погорелова, З.Т. Бега, І.К. Курдиш**

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ*

**ВЗАЄМОВІДНОСИНИ БАКТЕРІЙ РОДУ *BACILLUS* З ІНФУЗОРІЯМИ *COLPODA STEINII* ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ РОСЛИН**

**Резюме**

Досліджено особливості симбіотичного співіснування бактерій роду *Bacillus* з інфузоріями *Colpoda steinii*. При їх спільному культивуванні протягом 10 діб чисельність бактерій *B. subtilis* ИМВ В-7023 знижувалася в 4,4 рази, *B. pumilus* 3 - 3,4 рази, *B. megaterium* 12 - в 2,5 рази. У змішаній культурі з *B. pumilus* 3 кількість колпод поступово збільшувалася, в той час як за наявності двох інших штамів бактерій чисельність найпростіших зростала тільки у перші дві доби, після чого зменшувалася. Обробка насіння деяких рослин суспензією *B. subtilis* ИМВ В-7023 з інфузоріями збільшувала їх схожість і стимулювала ріст рослин на ранніх стадіях розвитку.

Ключові слова: бактерії, інфузорії *Colpoda steinii*, насіння, проростки рослин.

## RELATIONSHIP OF BACTERIA OF *BACILLUS* GENUS WITH CILIATE *COLPODA STEINII* AND THEIR IMPACT ON GERMINATION OF PLANT SEEDS

### Summary

Features of symbiotic coexistence of bacteria of the genus *Bacillus* with ciliates *Colpoda steinii* have been studied. In their mutual cultivation during 10 days the number of bacteria *B. subtilis* IMV V-7023 was reduced 4.4 times, *B. pumilus* 3 – 3.4 times, *B. megaterium* 12 – 2.5 times. In the mixed culture with *B. pumilus* 3 the number of the ciliates increased gradually while under availability of the other two bacilli strains the number of protozoan increased in the first two days, after that their amount decreased. Treatment of some plants seeds by suspension of *B. subtilis* IMV V-7023 with the protozoan increased their germination and stimulated the growth of plants at the early stages of development.

The paper is presented in Russian.

**Key words:** bacteria, ciliates *Colpoda steinii*, seeds, plant seedlings.

**The author's address:** Pogorelova V.V., Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine; 154 Acad. Zabolotny St., Kyiv, MSP, D 03680, Ukraine.

1. Гаузе Г.Ф. Борьба за существование. М.: Мир, 1998. – 350 с.
2. Ковальская Н.Ю., Лобакова Е.С., Умаров М.М. Формирование искусственного азотфиксирующего симбиоза у растений рапса (*Brassica napus* var. *napus*) в нестерильной почве // Микробиология. – 2001. – 70, №5. – С. 701 – 708.
3. Куликов С.Н., Алимова Ф.К., Захарова Н.Г., Немцев С.В., Варламов В.П. Биопрепараты с разным механизмом действия для борьбы с грибными болезнями картофеля // Прикладная биохимия и микробиология. – 2006. – 42, № 1. – С. 86 – 92.
4. Курдиси И. К. Гранулированные микробные препараты для растениеводства: наука и практика. КВІЦ. – Київ, 2001. – 142 с.
5. Курдиси І.К. Вплив біогенних і абіогенних факторів на ефективність інтродукції мікроорганізмів у агроекосистемі // Мікробіол. і біотехнол. – 2009. – 5, №1. – С. 22 – 37.
6. Курдиси І.К., Рой А.О., Церковняк Л.С. Наукові основи створення микробних препаратів комплексної дії для рослинництва // Укр. біохім. журн. – 2010. – 82, № 4. – С. 209– 210.
7. Пушкарева В.И. Паразитизм в простейших как стратегия существования патогенных бактерий в почвах и водоемах // Успехи современной биологии. – 2006. – 126, № 4. – С. 323 – 333.
8. Рой А.А., Булаченко Л.В., Курдиси И.К. Новые штаммы почвенных бацилл, минерализующие органические соединения фосфора // Микробиол. журн. – 2001. – 63, № 4. – С. 9 – 14.
9. Рой А.А., Залоило О.В., Чернова Л.В., Курдиси И.К. Антагонистическая активность фосфатмобилизирующих бацилл к фитопатогенным грибам и бактериям // Агроекологічний журн. – 2005, № 1. – С. 50–55.
10. Сухарева Н.Н. Простейшие – новые объекты биотехнологии. Л.: Наука, 1989. – 148с.
11. Curds C. R. An illustrated key to the British freshwater ciliated protozoa commonly found in activated sludge // Wat. pol. techn. res. – 1969, N12. – P. 90–95.
12. Josue de Moraes, Silvia C. Afferi. Growth, encystment and survival of *Acanthamoeba castellanii* grazing on different bacteria // FEMS Microbiology Ecology. – 2008. – 66, N 2. – P. 221 – 229.
13. Jousset A., Scheu S., Bonkowski M. Secondary metabolite production facilitates establishment of rhizobacteria by reducing both protozoan predation and the competitive effects of indigenous bacteria // Functional Ecology. – 2008. – 22, N 4. – P. 714– 719.
14. Matz Carsteir, Juirgens Klaus. Effect of hydrophobic and electrostatic cell surface properties of bacteria on feeding rates of heterotrophic nanoflagellates // Appl and Environ. Microbiol. – 2001. – 67, N 2. – P. 814– 820.
15. Mikhailouskaya N. The effect of flax seed inoculation by *Azospirillum brasilense* on flax yield and its quality // Plant. Soil and Environ. – 2006. – 52, N 9. – P. 402 – 406.
16. Murase J., Frenzel P. Selective grazing of methanotrophs by protozoa in a rice field soil // FEMS Microbiology Ecology. – 2008. – 65, N 3. – P. 408 – 414.

Отримано 20.04.2011