

### Литература

- 1 А.И. Чернова, С.Л. Василенко, Е.О. Корик, М.А. Титок Плазмиды биодеградации группы incp-7 природных бактерий *pseudomonas* Микробиология- том 77, № 1, Январь-Февраль 2008, С. 21-28
- 2 Holzel R., Lamprecht I., Ch. Motzkus and G. Welge. Aromatic compounds as model substances for environmental pollutions: Energetic and kinetic calorimetric investigations of mineralization by microorganisms.// Pure & Appl. Chem.– 1995.– V.67.– P. 947–954.
- 3 Карасевич Ю.Н. Основы селекции микроорганизмов, утилизирующих синтетические органические соединения – М.: Наука, 1982. – 144с.
- 4 Lushnikov S.V., Frank Y.A. Vorobyov D.S. Oil decontamination of bottom sediments experimental work results//Earth Sciences Research Journal – 2006. –Vol. 101. – P. 35-40.

УДК 579.222

Т.Д. Мукашева, Р.Ж. Бержанова, Л.В. Игнатова, Р.К. Сыдыкбекова, М.Х. Шигаева, М.Т. Каргаева,  
В.Л. Цзю, Л.В. Бражникова  
Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан  
e-mail: Ramza05@mail.ru

### Распространенность эндофитных бактерий в растениях Заилийского Алатау

В данной работе показано, что клетки корневой системы всех изученных растений различного семейства являются самым благоприятным органом для симбиотического существования эндофитных бактерий. Полученные результаты показали, что эндофитные бактерии постоянно присутствуют внутри запасующих растительных тканей. Подобраны оптимальные питательные среды для культивирования эндофитных бактерий. Все штаммы получили хорошее развитие на среде МПА и Сабуро. Установлено, что оптимальным источником углерода для культивирования эндофитных бактерий является глюкоза. Из органических источников азота для дальнейшего культивирования эндофитных бактерий благоприятным является пептон.

**Ключевые слова:** эндофитные бактерии, растения, среда, пептон, глюкоза

Т.Д. Мукашева, Р.Ж. Бержанова, Л.В. Игнатова, Р.К. Сыдыкбекова, М.Х. Шигаева, М.Т. Каргаева,  
В.Л. Цзю, Л.В. Бражникова

### Эндофитті бактериялардың Іле - Алатауы өсімдіктерінде таралуы

Жұмыстан көргеніміздей, түрлі туысқа жататын барлық зерттелген өсімдіктердің тамыры эндофитті бактериялардың тіршілік етуі үшін ең қолайлы орган болып саналады. Алынған мәліметтер көрсеткендей, эндофитті бактериялар қор жинаушы өсімдік ұлпаларының ішінде үнемі болатындығын көрсетті. Эндофитті бактерияларды культиверлеу үшін оптимальды орталар таңдалып алынды. Барлық штамдар МПА және Сабуро орталарында жақсы дамыды. Эндофитті бактериялардың культиверлеу үшін көміртегінің оптимальды көзі ретінде глюкозаны пайдаланады. Эндофитті бактериялардың культиверлеу үшін азоттың органикалық көзі ретінде пептон алынды.

**Түйін сөздер:** эндофитті бактериялар, өсімдіктер, қоректік орта, пептон, глюкоза

T.D. Mukasheva, R.Zh. Berzhanova, L.V. Ignatova, R.K. Sydykbekova, M.H. Shigaeva,  
M.T. Kargaeva, V.L. Czju, L.V. Brazhnikova

### The prevalence of endophytic bacteria in plants of Trans-Ili Alatau

This paper shows that the cells of the root system of plants studied various family are the most favorable for the body of the symbiotic existence of endophytic bacteria. The results showed that endophytic bacteria reserving constantly present within the plant tissues. The optimal culture media for the cultivation of endophytic bacteria. All strains have a good development environment for the IPA and Saburo. Determined that the optimal carbon source for the cultivation of endophytic bacteria is glucose. Among the organic nitrogen sources for further culturing endophytic bacteria is favorable peptone.

**Keywords:** endofitny bacteria, plants, nutrient medium, peptone, glucose

В последнее десятилетие особое внимание исследователей привлекает широкий круг симбиозов, в которых участвуют все формы живого, в том числе и симбиозов растений с микроорганизмами. Растение, как целостный организм, является центром формирования специализированных бактериальных сообществ, определяет их таксономический состав и пространственно-функциональную организацию [1, 2].

Способность ряда бактерий стимулировать рост растений привлекают к себе внимание исследователей. Интерес к бактериям связан, в первую очередь, с возможностью повышения урожайности растений, что позволяет использовать их в

качестве биоудобрений [3, 4]. Микробные эндофиты определены как бактерии, живущие в растительных тканях без нанесения существенного вреда или получения выгоды, большей, чем от места жительства.

Применение эндофитных бактерий представляется привлекательной альтернативой химическим удобрениям, позволяющей уменьшить загрязнение окружающей среды, поскольку их выделяют из естественной среды их обитания, а именно из растений. Вместе с тем, эффективность действия эндофитных бактерий зависит от вида растений, условий их выращивания и многих других факторов. Способность бактерий стимулировать рост растений связана с основными свойствами: продукцией ими фитогормонов, регулирующих рост растений; повышением под их влиянием доступности для растений элементов питания, а также доступность воды; защитой растений от болезней [5, 6, 7]. Эти свойства могут проявляться у разных видов эндофитных микроорганизмов или сочетаться у одного и того же вида. Вместе с тем изучение взаимодействия данных свойств может способствовать более полному пониманию механизма их действия на растения. Последнее время особое внимание привлекают так называемая группа эндофитов. Изучение эндофитов интересно тем, что такие микроорганизмы, являющиеся стимуляторами роста или защитными агентами открывают новые возможности для создания безопасных биопрепаратов. Недостаточно сведений и вниманий о выделении и изучении свойствах эндофитных бактерий в Казахстане. В связи с этим нами были выделены эндофитные бактерии из растений различных семейств, произрастающих в предгорьях и подгорных равнинах Заилийского Алатау.

Цель данной работы: изучение и выделение распространенности эндофитных бактерий в растениях Заилийского Алатау.

#### Материалы и методы

Объектами для выделения эндофитных бактерий являлись растения, произрастающие в предгорных и подгорных равнинах Заилийского Алатау и представленными следующими семействами: *Asteraceae* (Астровые), *Poaceae* (Злаковые), Семейство *Fabaceae* (Бобовые), Коноплёвые (*Cannabaceae*). Выделение эндофитной микрофлоры бактерий осуществляли из корней и стеблей, а также из поверхностно-стерилизованных внутренних тканей растений. Очищенные и разрезанные на сегменты различные органы высших растений стерилизуют, затем отмывают в стерильной дистиллированной воде, гомогенизируют, готовят разведения и высевают на агаризованные питательные среды [8]. Для выделения эндофитных бактерий использовали следующие стандартные питательные среды:

Среда мясопептонный агар (МПА) – стандартная питательная среда в виде порошка (HIMEDIA, Казахстан). Стерилизация 1 атм. 30 мин.

Среда Сабуро - стандартная питательная среда в виде порошка (HIMEDIA, Казахстан).

Среда мясопептонный агар + Сабуро (МПА+Сабуро) – отдельно готовят мясопептонный агар и сабуро. Затем смешивают приготовленные питательные среды в равных количествах (1:1).

Крахмало-аммиачная среда (КАА)–  $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$  – 2,0 г/л;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ – 1,0 г/л;  $\text{MgSO}_4$  – 1,0 г/л;  $\text{NaCl}$  – 1,0 г/л;  $\text{CaCO}_3$  – 3,0 г/л.; крахмал растворимый – 10 г/л; агар – 20 г/л. Крахмал предварительно размешивают в небольшом количестве воды и затем приливают к основной среде, pH – 7,2.

Выделенные изоляты хранили на соответствующих их выделению средах. Чистые культуры бактерий получали общепринятым методом [9].

#### Результаты и их обсуждение

*Выделение и определение численности эндофитной микрофлоры в растениях различных семейств, произрастающих в предгорьях и подгорных равнинах Заилийского Алатау.* Многочисленные доказательства способности других видов бактерий заселять внутренние растительные ткани, не вызывая какие-либо симптомы у растений, изменили традиционное мнение о стерильности последних, что позволило сформировать представление о растениях, как сложных микроэкосистемах, являющихся местом обитания различных эндофитных микроорганизмов, как паразитов, так и мутуалистов.

Известно, что для благоприятного симбиотического существования являются корни растений [10]. В результате проведенной работы нами были выделены эндофитные бактерии из растений различного семейства. Установлено, что в корнях растений, произрастающих в предгорьях и подгорных равнинах Заилийского Алатау, эндофитные бактерии распространены широко и обнаружены почти у всех растений в пределах до 85%.

Независимо от того, что растения находятся в экстремальных для них условиях, они содержат разное число эндофитных бактерий. Так, по результатам полученных экспериментов можно сказать, что наибольшая локализация симбионтов – эндофитов зафиксирована на среде МПА. Так, в корнях растений семейства астровые (полынь) и бобовые (соя) численность бактерий была высокой и составила от  $35,7 \pm 5,2$  до  $39,3 \pm 5,1$  тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани.

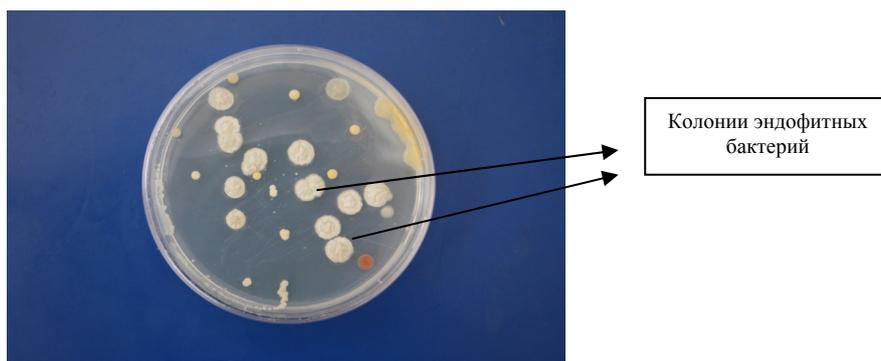


Рисунок 1 – Эндофитные бактерии, выделенные из корней растений

Таблица 1 - Численность эндофитных бактерий в корнях растений

Виды растений	Количество проанализированных растений	Численность эндофитных микроорганизмов, КОЕ, тыс. на 1 г растительной ткани	
		МПА	КАА
Семейство растений <i>Asteraceae</i> (Астровые)			
<i>Acbilllea millefolium</i> (Тысячелистник обыкновенный)	10	$2,3 \pm 0,11$	$0,3 \pm 0,09$
<i>Artemisia</i> (Полынь)	10	$35,7 \pm 5,2$	$3,0 \pm 0,3$
Семейство <i>Poaceae</i> (Злаковые)			
<i>Festuca pratensis</i> (Овсяница луговая)	10	$10,3 \pm 0,9$	-
<i>Poa annua</i> (Мятлик однолетний)	10	$2,1 \pm 0,04$	$0,3 \pm 0,05$
<i>Hordeum vulgare</i> (Ячмень) сорт Арна	10	$12,3 \pm 1,1$	-
<i>Avena sativa</i> (Овес) Казахская 70	10	$9,8 \pm 0,09$	-
Семейство <i>Fabaceae</i> (Бобовые)			
<i>Medicago sativa</i> (Люцерна) сорт Семиреченская местная	10	$1,3 \pm 0,01$	$1,1 \pm 0,01$
<i>Glycine max</i> (Соя) сорт Алматы	10	$39,3 \pm 5,1$	$0,3 \pm 0,01$
<i>Glycyrrhiza</i> (Солодка)	10	$4,7 \pm 0,4$	$4,0 \pm 0,4$
Семейство <i>Cannabaceae</i> (Коноплевые)			
<i>Cannabis</i> (Конопля)	10	$1,0 \pm 0,01$	$5,0 \pm 0,8$

По данным литературы было установлено, что бактериальные эндофиты, выделенные из корней бобовых растений являются широко распространенными компонентами растительно-микробного

сообщества, способными активно влиять на формирование бобово-ризобиального симбиоза, устойчивость макросимбионта к корневым гнилям, а также его продуктивность [11]. Можно предположить, что такими свойствами будут обладать отдельные эндофитные бактериальные штаммы, населяющие корневую систему бобовых растений. Средние значения показатели численности бактериального сообщества  $12,3 \pm 1,1$  и  $9,8 \pm 0,09$  тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани показали растения семейства злаковые, такие как ячмень, овес и овсяница луговая (таблица 1). Но надо отметить, что только у одного вида растений из этого семейства как мятлик однолетний численность эндофитных бактерий в корнях обнаружено в незначительном количестве  $2,1 \pm 0,04$  тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани. Однако, остальные исследованные растения различного семейства также содержали в корнях симбиотические эндофитные бактерии в пределах очень малых количеств от  $1,0 \pm 0,01$  до  $4,7 \pm 0,4$  тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани.

Количество эндофитных бактерий, использующие минеральные формы азота выделялись на среде КАА, и было в пределах от  $0,3 \pm 0,05$  до  $1,0 \pm 0,01$  тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани. Также нужно отметить, что наибольшее количество эндофитных бактерий содержались в корнях солодки (семейство бобовых) и конопли (семейство коноплевые), и их численность достигла от  $4,0 \pm 0,4$  до  $5,0 \pm 0,8$  тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани (таблица 1). Возможно, это связано с тем, что эти растения выделяют в большом количестве корневые экзометаболиты, тем самым стимулируя рост эндофитных бактерий.

Таким образом, из результатов поученных экспериментов можно сказать, что независимо от вида растений эндофитные бактерии обнаружены в корневой зоне, но их численность была различной. По встречаемости максимальное количество эндофитных бактерий обнаружено в корнях растений семейства астровые (полынь) и бобовые (соя). Все растения, подверженные к исследованию, содержали в корневой зоне симбиотические эндофитные бактерии.

*Изучение их распространенности в органах растений.* Вторую коллекцию эндофитных бактерий выделяли из внутренних органов растений. Все исследованные растения содержали в своих органах эндофитные бактерии, но количество было разное. Так, при исследовании органов растений - листья, стебли эндофитные бактерии заселяются неодинаково (рисунок 2). Клетки корневой системы растений являются наиболее благоприятным органом для симбиотического существования бактерий эндофитов. А также наиболее предпочитаемыми органами были стебли и листья (таблица 3 и 4).

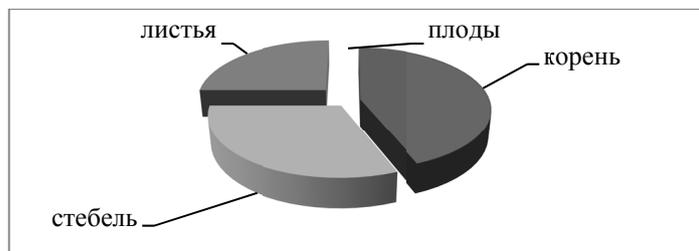


Рисунок 2 - Частота локализации эндофитных бактерий по органам растений

Эндофитные бактерии были выделены с поверхности и из внутренних запасующих тканей большинства проанализированных растений. В стеблях и листьях растений присутствовали практически всегда эндофитные бактерии (встречаемость по видам растений - 100%). Средняя их численность в стебле составляла от  $1,1 \pm 0,01$  до  $5,2 \pm 0,03$  тыс. КОЕ на 1 г растительной массы (таблица 2). Так, на этих средах обнаружена максимальная численность бактерий, выделенных из растений семейства *Fabaceae* (Бобовые) и составила от  $5,3 \pm 0,05$  до  $18,7 \pm 1,5$  тыс. КОЕ на 1 г растительной массы. Тем не менее, имеются определенные различия по распределению эндофитных бактерий на средах КАА и МПА+Сабура. Так, на среде КАА среднее количество этих бактерий было в пределах от  $0,3 \pm 0,01$  до  $1,0 \pm 0,01$  тыс. КОЕ на 1 г растительной массы. Наибольшее же содержание эндофитных бактерий  $5,0 \pm 0,7$  тыс. КОЕ на 1 г растительной массы обнаружены у растения *Glycyrrhiza* (солодка) на среде КАА (таблица 3). Возможно, что возникновение истинного эндофитного образа жизни у некоторых бактерии связано именно с

избеганием негативного влияния факторов, лимитирующих рост эпифитных микроорганизмов, прежде всего иссушения и инсоляции [12].

Результаты исследований показали, что в листьях растений различного семейства обнаруживаются эндофитные бактерии, численность которых достигает до  $17,1 \pm 3,1$  тыс. КОЕ на 1 растительной массы (таблица 3). Количество эндофитных бактерий, растущих на среде МПА, составило от  $1,3 \pm 0,01$  до  $9,8 \pm 0,5$  тыс. КОЕ на 1 г растительной массы. На среде КАА развиваются амилолитики, гидролизующие крахмал, и среда оказалась благоприятной для выделения эндофитов бактерий из растений *Glycinetax* (Соя) сорт Алматы. Их численность равнялась  $17,1 \pm 3,1$  тыс. КОЕ на 1 г растительной массы. Известно, что крахмал поступает в окончания стеблекорневых тубероидов, а затем образуется в виде единичных зерен в придаточных корнях растений [13].

*Подбор оптимальных питательных сред для их культивирования.* Микроорганизмы способны стимулировать интенсивность выделения растением корневых экзометаболитов.

**Таблица 2** - Численность эндофитных бактерий в стебле растений

Виды растений	Количество проанализированных растений	Численность эндофитных микроорганизмов, тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани	
		МПА	КАА
Семейство растений <i>Asteraceae</i> (Астровые)			
<i>Acilleamillefolium</i> (Тысячелистник обыкновенный)	10	$3,3 \pm 0,09$	$0,3 \pm 0,01$
<i>Artemisia</i> (полынь)	10	$5,3 \pm 0,07$	$4,7 \pm 0,5$
Семейство <i>Poaceae</i> (Злаковые)			
<i>Festuca pratensis</i> (Овсяница луговая)	10	$2,6 \pm 0,07$	$1,3 \pm 0,07$
<i>Poa annua</i> (Мятлик однолетний)	10	$1,6 \pm 0,008$	$0,3 \pm 0,02$
<i>Hordeumvulgare</i> (Ячмень) сорт Арна	10	$2,8 \pm 0,09$	$1,1 \pm 0,05$
<i>Avenasativa</i> (Овес) Казахская 70	10	$1,1 \pm 0,01$	$0,9 \pm 0,01$
Семейство <i>Fabaceae</i> (Бобовые)			
<i>Medicagosativa</i> (Люцерна) сорт Семиреченская местная	10	$5,3 \pm 0,05$	$1,0 \pm 0,01$
<i>Glycinetax</i> (Соя) сорт Алматы	10	$5,7 \pm 0,02$	$0,3 \pm 0,01$
<i>Glycyrrhiza</i> (Солодка)	10	$18,0 \pm 1,6$	$5,0 \pm 0,7$
Семейство <i>Cannabaceae</i> (Коноплевые)			
<i>Cannabis</i> (Конопля)	10	$0,3 \pm 0,02$	$4,5 \pm 0,08$

**Таблица 3** - Численность эндофитных бактерий в листьях растений

Виды растений	Количество проанализированных растений	Численность эндофитных микроорганизмов, тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани	
		МПА	КАА
1	2	3	4
Семейство растений <i>Asteraceae</i> (Астровые)			
<i>Acilleamillefolium</i> (Тысячелистник обыкновенный)	10	$2,8 \pm 0,09$	$1,1 \pm 0,05$
<i>Artemisia</i> (полынь)	10	$8,3 \pm 0,01$	$4,4 \pm 0,4$
Семейство <i>Poaceae</i> (Злаковые)			
<i>Festuca pratensis</i> (Овсяница луговая)	10	$1,9 \pm 0,09$	$0,8 \pm 0,008$

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
<i>Poa annua</i> (Мятлик однолетний)	10	7,2 ± 0,04	2,1 ± 0,09
<i>Hordeumvulgare</i> (Ячмень) сорт Арна	10	2,8 ± 0,07	1,3 ± 0,01
<i>Avenasativa</i> (Овес) Казахская 70	10	3,9 ± 0,01	2,3 ± 0,07
Семейство <i>Fabaceae</i> (Бобовые)			
<i>Medicagosativa</i> (Люцерна) сорт Семиреченская местная	10	1,5 ± 0,01	2,1 ± 0,02
<i>Glycinemax</i> (Соя) сорт Алматы	10	4,7 ± 0,03	17,1 ± 3,1
<i>Glycyrrhiza</i> (Солодка)	10	9,8 ± 0,5	1,7 ± 0,02
Семейство <i>Cannabaceae</i> (Коноплевые)			
<i>Cannabis</i> (Конопля)	10	5,1 ± 0,6	4,3 ± 0,4

Таблица 4 - Численность эндофитных бактерий на различных средах

Виды растений	Количество проанализированных растений	Численность эндофитных микроорганизмов, тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани			
		Чапека с глюкозой	КАА	МПА + Сабуро	Сабуро
Семейство растений <i>Asteraceae</i> (Астровые)					
<i>Achilleamillefolium</i> (Тысячелистник обыкновенный)	10	0,8 ± 0,001	1,1 ± 0,05	1,9 ± 0,07	5,2 ± 0,03
<i>Artemisia</i> (полынь)	10	0,3 ± 0,001	4,4 ± 0,4	2,3 ± 0,02	4,1 ± 0,09
Семейство <i>Poaceae</i> (Злаковые)					
<i>Festuca pratensis</i> (Овсяница луговая)	10	1,1 ± 0,03	0,8 ± 0,008	0,9 ± 0,01	5,8 ± 0,1
<i>Poa annua</i> (Мятлик однолетний)	10	3,2 ± 0,04	2,1 ± 0,09	1,5 ± 0,02	4,6 ± 0,07
<i>Hordeumvulgare</i> (Ячмень) сорт Арна	10	2,1 ± 0,07	1,3 ± 0,01	0,7 ± 0,005	8,5 ± 1,0
<i>Avenasativa</i> (Овес) Казахская 70	10	0,9 ± 0,001	2,3 ± 0,07	2,1 ± 0,07	9,0 ± 0,03
Семейство <i>Fabaceae</i> (Бобовые)					
<i>Medicagosativa</i> (Люцерна) сорт Семиреченская местная	10	1,3 ± 0,01	2,1 ± 0,02	0,3 ± 0,02	8,3 ± 1,1
<i>Glycinemax</i> (Соя) сорт Алматы	10	2,7 ± 0,03	17,1 ± 3,1	1,3 ± 0,01	15,1 ± 1,3
<i>Glycyrrhiza</i> (Солодка)	10	4,8 ± 0,05	1,7 ± 0,02	2,3 ± 0,02	7,3 ± 0,7
Семейство <i>Cannabaceae</i> (Коноплевые)					
<i>Cannabis</i> (Конопля)	10	3,8 ± 0,6	4,3 ± 0,4	3,0 ± 0,02	3,7 ± 0,6

Состав экзометаболитов растений зависит от типа метаболизма (С3 или С4) и осуществляет регуляторные функции по отношению к окружающей их среде [14]. В связи этим была проанализирована динамика роста микроорганизмов на различных питательных средах с различными источниками углерода и азота, для сравнения роста эндофитных бактерий и выявления оптимальных параметров их роста. От условий культивирования зависит биосинтетическая активность эндофитных бактерий. Изучена численность эндофитных бактерий на различных питательных средах, и установлено, что максимальное их содержание выявлено на среде Сабуро и МПА. Среда МПА благоприятна тем, что содержит полипептиды и аминокислоты, которые обеспечивают быстрый доступ источника азота и минералов для роста эндофитных бактерий. Низкие показатели численности характерны для эндофитных микроорганизмов семейства злаковые и бобовые и составила от 0,7 ± 0,005 до 2,3 ± 0,02 тыс. КОЕ на 1 г растительной массы на средах с минеральным

источником азота КАА и МПА+Сабуро. Возможно, это связано с тем, что существование на поверхности листа сопряжено со множественными стрессами, такими как недостаток питательных веществ, ультрафиолетовая радиация и недостаток влаги (таблица 4).

Большинство бактериальных эндофитов изолировались на среде МПА с органическим источником азота и на среде Сабуро, где глюкоза использована в качестве единственного источника углерода и энергии. Максимальное количество эндофитных бактерий  $39,3 \pm 5,1$  и  $35,7 \pm 5,4$  тыс. КОЕ на 1 г растительной массы характерно для семейства *Fabaceae* (бобовые) и семейства *Asteraceae* (полынь). Примерно одинаковая численность эндофитов выявлена в корнях таких растений как *Acilleamillefolium* (тысячелистник обыкновенный), *Festuca pratensis* (овсяница луговая), *Poa annua* (мятлик однолетний), *Hordeumvulgare* (ячмень) сорт Арна, *Avenasativa* (овес) Казахская 70 и *Cannabis* (конопля) и составила от  $8,9 \pm 0,09$  до  $12,9 \pm 0,08$  тыс КОЕ на 1 г растительной массы. На среде Чапека с глюкозой численность эндофитных бактерий колебалась в пределах от  $0,3 \pm 0,001$  до  $4,8 \pm 0,05$  тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани.

При использовании (сабуро) в среде в качестве источника углерода глюкозы наибольшее количество эндофитов, обитающих в зоне корня, выявлены у растений *Acilleamillefolium* семейства *Asteraceae* и была в пределах  $15,1 \pm 0,9$  тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани, затем следуют растения из семейства *Poaceae* (злаковые) и *Fabaceae* (Бобовые), где содержание эндофитных бактерий равнялась следующим значениям от  $7,4 \pm 0,5$  до  $11,3 \pm 0,11$  тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани. Численность эндофитных бактерий, растущих на среде с аммиачным азотом, была невысокой для всех исследований растений различного семейства и составила от  $0,3 \pm 0,09$  до  $5,0 \pm 0,8$  тыс. КОЕ на 1 г растительной ткани. Возможно, аммонийные источники азота влияют на ферментные системы, тем самым ингибируя рост. Стоит отметить, что на сложных средах численность эндофитных бактерий колебалась в средних значениях от  $0,3 \pm 0,02$  до  $3,0 \pm 0,02$  тыс. КОЕ на 1 г растительной массы почти у всех исследованных растений.

При подборе среды для культивирования оптимальными для роста и выделения эндофитных бактерий являлись среды МПА и Сабуро. Наиболее благоприятным источником азота для всех эндофитных культур в условиях опыта оказался пептон.

Таким образом, органы растений можно рассматривать как совокупность специализированных экологических ниш микроорганизмов. Эндофитные бактерии используют органы и ткани растений различного семейства в качестве экологических ниш, которые макросимбионт дает населять беспрепятственно. Оптимальной средой для выделения эндофитных бактерий являлись среды МПА и Сабуро. Наиболее благоприятным источником азота для всех культур в условиях опыта оказался органический источник азота – пептон, который увеличивает численность эндофитных бактерий.

#### Литература

- 1 Vessey J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers//Plant and Soil 2003. V. 255. P. 571 – 586.
- 2 Веселов С. Ю., Иванова Т. Н., Симонян М. В., Мелентьев А. И., Исследование цитокининов, продуцируемых ризосферными микроорганизмами // Прикладная биохимия и микробиология. 1998. Т. 34, № 2. С. 175 – 179.
- 3 Архипов Т. Н., Веселов С. Ю., Мелентьев А. И., Мартыненко Е. В., Кудоярова Г.Р. Влияние микроорганизмов, продуцирующих цитокинины, на рост растений // Биотехнология. 2006. № 4. С. 50 – 55.
- 4 Forehetti G., Masciarelli O., Alemane S., Alvarez D., Abdala G. Endophytic bacteria sunflower (*Helianthus annuus L.*) isolation, characterization, and production of jasmonates and abscisic acid in culture medium // Applied Microbiology and Biotechnology. 2007. V. 76. P. 1145 – 1152.
- 5 Добровольская Т.Г. Структура бактериальных сообществ почв ИКЦ «Академкнига», 2002. 285 с.
- 6 Г.Р. Кудоярова, И.К. Кудриш, А.И. Мелентьев. Образование фитогормонов почвенными и ризосферными бактериями как фактор стимуляции роста растений // Биология, биохимия и генетика, 2011, №3-4. С. 15-16.
- 7 Широких А.А., Широких И.Г., Родина Н.А. Плотность микробного заселения корней различных сортов ячменя в кислой и известкованной дерново-подзолистой почве // Почвоведение, 2001, №9 С 1097-1102.
- 8 Т.С. Минина Новые эндофитные штаммы *Bacillus subtilis* как основа биофунгицидов // Вестник Казанского государственного аграрного университета 2009. - № 2(12). - С. 55-59.
- 9 Хайруллин Р.М., Минина Т.С., Иргалина Р.Ш., Загребин И.А., Уразбахтина Н.А. Эффективность новых эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* в повышении устойчивости пшеницы к болезням // Вестник ОГУ. – 2009. - №2. – С.133-137.
- 10 Нетрусов А.И. Практикум по микробиологии. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 608 с.
- 11 Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. - М.: МГУ, 1991. - С. 59 – 75.
- 12 Кириллова Н.П., Стасевич Г.А., Кожевин П.А., Звягинцев Д.Г. Динамика популяций бактерий в системе почва-растение // Микробиология. 1981. Т. 50. № 1. С. 128-133.