

УДК 579.64:631.461:633.11[631.879.1+631.831

UDC 579.64:631.461:633.11[631.879.1+631.831

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТОВ НА МИКРООРГАНИЗМЫ РИЗОПЛАНЫ PELARGONIUM ZONALE В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

THE IMPACT OF DIFFERENT SUBSTRATS ON RIZOPLANE MICROFLORA OF PELARGONIUM ZONALE IN PROTECTED GROUND

Погорелова Лилия Андреевна
студентка агрономического факультета, группа – 0905

Pogorelova Liliya Andreevna
student of agronomical faculty, group-0905

Третьякова Ольга Ивановна
к.б.н., доцент

Tretjakova Olga Ivanovna
Cand.Biol.Sci., assistant professor

Коростелёва Любовь Андреевна
к.б.н., доцент

Korosteleva Lyubov Andreevna
Cand.Biol.Sci., assistant professor

Шнурникова Галина Васильевна

Shnurnikova Galina Vasilievna
Cand.Biol.Sci., assistant professor

Литвинова Анастасия Руслановна
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Litvinova Anastasiya Ruslanovna
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Статья посвящена изучению влияния субстратов на микроорганизмы ризопланы pelargonium zonale в защищенном грунте

The article studies the impact of different substrats on rizoplane microflora of pelargonium zonale in protected ground

Ключевые слова: МИКРОФЛОРА, РИЗОПЛАНА, PELARGONIUM ZONALE, СУБСТРАТЫ, ЗАЩИЩЕННЫЙ ГРУНТ

Keywords: MICROFLORA, RIZOPLANA, PELARGONIUM ZONALE, SUBSTRATS, PROTECTED GROUND

Род Пеларгония (Pelargonium) объединяет около 250 видов травянистых и кустарниковых растений семейства гераниевых. В настоящее время популярность пеларгонии постоянно растет, благодаря работе иностранных селекционеров, и именно она известна как комнатный цветок герань. Однако, большое количество литературы и рекомендаций по культивированию растений, написанных иностранными специалистами, не пригодны в условиях климата, почв и экономики Российской Федерации.

В связи с вышесказанным в тропической теплице ботанического сада КубГАУ был заложен опыт в условиях постоянной влажности не менее 70% и температуре ночью 16-18° С и днем 24-27° С. Для получения черенков использовали молодые недревесневшие части маточного растения. Для того чтобы оценить степень укоренения черенков, использовали тип

черенков, наиболее широко применяемый в производстве [1]. В случае пеларгонии зональной это зеленые верхушечные черенки длиной 7 - 12 см в зависимости от вытянутости междоузлий. По каждому сорту необходимо иметь не менее 50 черенков изучаемого типа (по 25 штук в двух повторностях). Срезанные черенки в течение часа подвяливали в тени, чтобы избежать повреждения по время высадки в горшки на глубину 3-4 см. В горшках расстояние между растениями и от края горшка составляло не менее 10 см. На дно горшка помещался дренаж (керамзит). Часть черенков была предварительно подготовлена и замочена в растворе корневина концентрацией 0,001% (5г препарата на 5л воды) на 12 часов. Горшки с черенками помещали в тропическую теплицу в защищенное от прямых солнечных лучей и сквозняков место. Полив проводился по мере высыхания субстрата: 2 раза в неделю в летние месяцы и 1 раз в неделю в зимние.

В опыте использовано 4 варианта субстратов: песок, смесь песка и торфа в соотношении 2:1, перлит и вода, взятая за контроль.

В опыте использовано 5 вариантов субстратов: песок, смесь песка и торфа в соотношении 2:1, перлит, смесь перлита и торфа и вода, взятая за контроль. Кроме этого, черенки, обработанные корневином, выращивали на песке и перлите, что увеличило общее количество вариантов до 7.

Проводилось два черенкования в год: осеннее (20 октября) и весеннее (5 апреля). В опыте использовалось по 50 зеленых верхушечных черенков пеларгонии зональной сорта метеор (25 в двух повторностях), которые высаживались в горшки размером h 14,5 17 x 80 см. Расстояние между черенками - 10 см. Площадь питания одного черенка составила - 100см². Половина черенков была обработана стимулятором корнеобразования "корневин" в концентрации 0,001% (по прилагаемой инструкции).

Обработанные корневином черенки высаживались в отдельные горшки по той же схеме. Участки корней для посевов были отобраны с основных корней растений, на глубине 6-7 см. Возраст растений составлял 1 месяц.

Микробиологические исследования прикорневой микрофлоры пеларгонии зональной проводились после ее выращивания на различных субстратах, состав которых лег в основу градаций вариантов опыта: песок (1), песок + корневин (2), песок+ торф (3), перлит (4), перлит + корневин (5), песок + торф + корневин (6). Исследование микробных популяций, колонизирующих ризоплану пеларгонии, проводили методом аппликации отмытых в стерильной воде корней (рис.1) на плотные питательные среды [2]. В качестве питательных сред использовали МПА и агар Кинга В модифицированный, в котором концентрация пептона снижена в 4 раза. Состав модифицированной среды Кинга В : пептон – 0,5%, глицерин – 1%, K_2HPO_4 – 0,15%, $MgSO_4 \times 7H_2O$ – 0,15%, рН 7,2. Вода дистиллированная. Агар – 1,5%.



Рис.1. Аппликация корневых фрагментов на МПА.

Чашки Петри с корневыми фрагментами культивировали в термостате (30⁰С). На 2-е сутки вокруг фрагментов наблюдался рост прозрачных колоний грамотрицательных аспорогенных подвижных палочковидных бактерий, идентифицированных в последствии как псевдомонады, а на 3-и сутки в опытных вариантах 3,4,5,6 кроме колоний псевдомонад

наблюдался обильный рост непрозрачных бесцветных колоний грамположительных спорообразующих палочек, отнесенных к роду *Bacillus*. Развитие колоний бактерий вокруг корневых фрагментов представлено на рисунке 2.



Рис.2. Рост колоний бактерий, ассоциированных с корневыми фрагментами.

Выделенные штаммы псевдомонад представлены видом *Pseudomonas putida* [3]. Бактерии этого вида представлены подвижными аспорогенными грамотрицательными палочками, аэробными, оксидазо- и каталазоположительными, образующими флуоресцирующий пигмент. Характерными признаками этого вида являются также широкая субстратная специфичность, способность к гидролизу крахмала, ассимиляции нитратредукции и развитию при низких положительных температурах.

В ризоплане растений 4-го и 6-го вариантов обнаружены крупные (более 1 мкм в диаметре) спорообразующие аэробные каталазоположительные палочки, отнесенные к виду *Bacillus megaterium* на основании отрицательной реакции Фогес-Проскауэра, отсутствию роста при 65⁰С и образования кислоты и газа на среде с глюкозой, способности к гидролизу крахмала. Отмечена гетерогенность подгруппы *Bacillus mega-*

terium по результатам газожидкостной хроматографии [4]. Штамм бацилл, выделенный в варианте 3 в отличие от идентифицированных выше штаммов обладал положительной реакцией Фогес-Проскауэра и меньшими размерами клеток (до 2мкм). Согласно ключу выделенный штамм отнесен к виду *Bacillus subtilis*. В ризоплане пеларгонии, обработанной корневином и выращенной на перлите, значительную часть микробного сообщества представляли штаммы *Bacillus cereus*, способные к нитратредукции и росту в анаэробном агаре [5].

Чистые культуры выделенных штаммов представлены на рисунке 3.



Рис.3. Рост бактерий ризопланы на скошенном МПА в пробирках.

Следует отметить, что колонизацию ризопланы растений, особенно на ранних стадиях вегетации проводят грамотрицательные формы бактерий, как правило, подвижные, с высокой скоростью размножения, часто психрофильные, обладающие антагонистической активностью по отношению к фитопатогенам, как правило, представленные штаммами бактерий рода *Pseudo-monas*, что было отмечено нами для проростков озимой пшеницы ранее [6].

Тем более интересно было узнать влияние метаболитов псевдомонад, а также выделенных из ризопланы пеларгонии бацилл на ростовые характеристики растений. С целью выявления ростостимулирующих

фитогормональных свойств вторичных метаболитов бактерий был заложен опыт, в котором культуральная жидкость использовалась для обработки зерен озимой пшеницы сорта Краснодарская 99. Для получения культуральной жидкости бактерии выращивали на жидкой модифицированной среде Кинга В в колбах (750мл), объем питательной среды 200мл. Для повышения аэрации среды культивирование вели на встряхивателе (100 об. / мин.) при комнатной температуре (рис.4). Эксперимент был заложен в 6-ти опытных вариантах, соответствующих 6-ти культурам бактерий, выделенных из ризопланы пеларгонии. Опытные варианты включали посеы штаммов *Pseudomonas putida* (варианты 1,2), *Bacillus subtilis* (вариант 3), *Bacillus megaterium* (варианты 4, 6) и *Bacillus cereus* (вариант 5).



Рис.4. Культивирование бактерий ризопланы на жидкой модифицированной

среде Кинга В в условиях аэрации.

Для получения культуральной жидкости через 7 суток содержимое колб центрифугировали (3000 об. / мин.), надосадочную жидкость использовали для оценки ее ростостимулирующих свойств на проростки озимой пшеницы. В качестве контрольных вариантов была использована стерильная модифицированная среда Кинга В и вода.

В ходе лабораторного эксперимента исследовали влияние метаболитов микроорганизмов на энергию прорастания, всхожесть семян и морфофизиологические показатели растений озимой пшеницы сорта Краснодарская 99. Использовали 10-кратное разведение метаболитов; 10 мл раствора метаболитов добавляли к 100 семенам. Время экспозиции составило 30 минут. Контролем служил вариант, в котором семена замачивали в дистиллированной воде. Опыт заложен в трёхкратной повторности. В каждую чашку Петри добавляли по 5 мл дистиллированной воды. Энергию прорастания, всхожесть семян и морфофизиологические показатели озимой пшеницы определяли в согласии с ГОСТ [7].

Энергия прорастания и всхожесть являются важнейшими характеристиками, связанными со скоростью процессов дыхания в прорастающих семенах и отражающими влияние исследуемых веществ на онтогенез растений [8,9].

Результаты проведённых подсчётов, представленные в таблице 1, показывают, что в условиях эксперимента метаболиты из 4-го и 6-го вариантов достоверно увеличивают энергию прорастания семян; в вариантах №№ 2,3,4 и 6 достоверно возрастает всхожесть семян озимой пшеницы сорта Краснодарская99. В варианте с перлитом энергия прорастания возрастает на 1,8 % по сравнению с контролем, а в варианте со смесью (песок+торф+ корневин) – на 3,5 %. Всхожесть возрастает в вариантах с песком и корневином, а также песком и торфом на 1,8%. В вариантах с перлитом и смесью (песок+ торф+ корневин) всхожесть возрастает на 3,5% по сравнению с контролем.

Другие показатели, такие как длина и масса проростков, являясь отражением скорости процессов биосинтеза, также часто применяются исследователями при изучении влияния различных веществ на рост растений [10,11]. Изменения длины и массы проростков и корней под действием метаболитов микроорганизмов представлены в таблице 2.

Необходимо отметить, что во всех вариантах опыта мы наблюдали достоверное увеличение длины проростков и корней, массы проростков по сравнению с контролем. Длина семидневных проростков принимала максимальные значения в вариантах с перлитом и смесью песка, торфа и корневины, причём различия между этими двумя вариантами были несущественными. Значительное увеличение длины корней, не сопровождающееся увеличением длины проростков, по мнению некоторых авторов [8], может служить доказательством недостатка питательных веществ при выращивании растений. Такого рода изменения длины корней и проростков имели место в нашем эксперименте в вариантах с песком и смесью песка и корневины (№№ 1,2). Максимальных значений масса семидневных проростков достигала в вариантах, где применяли смеси перлита с корневином и песка с торфом и корневином (№№ 5,6). Максимальных значений сумма длины проростка и корня достигала в вариантах с перлитом (№ 4) и смесью песка, торфа и корневины (№ 6). Таким образом, по совокупности показателей оптимальными можно считать варианты с перлитом (№ 4) и смесью песка, торфа и корневины (№ 6).

Можно предположить, что сложившееся в этих вариантах оптимальное сочетание окислительно-восстановительного режима, благоприятного значения рН среды и содержания элементов питания способствовало росту и развитию популяций тех микроорганизмов, метаболиты которых оказывали наиболее существенное ростстимулирующее действие на растения озимой пшеницы, проявляющееся в интенсификации процессов дыхания в прорастающих семенах и ускорении темпов биосинтеза.

Таблица 1

Характеристики прорастания семян озимой пшеницы сорта Краснодарская 99, обработанных метаболитами бактерий (лабораторный опыт, 2013 г.)

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Добавка к контролю в процентах	Всхожесть, %	Добавка к контролю в процентах
1. Песок	90,0	-	90	-
2. Песок + корневин	95,0	-	96,7	1,8
3. Песок + торф	95,0	-	96,7	1,8
4. Перлит	96,7	1,8	98,3	3,5
5. Перлит + корневин	91,2	-	93,3	-
6. Песок + торф + корневин	98,3	3,5	98,3	3,5
7. Питательная среда	91,7	-	93,3	-
8. Вода	95,0		95,0	

$$HCP_{05} = 1,43$$

$$F\phi = 3,94$$

$$HCP_{05} = 1,67$$

$$F\phi = 4,12$$

$$F_{05} = 2,66$$

$$F_{05} = 2,66$$

Таблица 2

Морфофизиологические показатели озимой пшеницы сорта Краснодарская 99, выращенной с применением метаболитов микроорганизмов (лабораторный опыт, 2013 г.)

Вариант опыта	Длина проростков		Длина корней		Длина корней и проростков		Масса проростков	
	мм	*	мм	*	мм	*	мг	*
1. Песок	124,2	41,1	135,4	55,6	259,6	48,3	33,3	24,2
2. Песок + корневин	136,7	55,3	134,1	54,1	270,8	54,7	32,4	20,9
3. Песок + торф	145,6	65,4	113,0	29,9	258,6	47,8	41,3	54,1
4. Перлит	184,2	109,3	112,9	29,8	297,1	69,8	42,7	59,3
5. Перлит + корневин	149,9	70,3	106,5	22,4	256,4	46,5	45,8	70,9
6. Песок + торф + корневин	185,4	110,7	103,2	18,6	288,6	64,9	49,7	85,4
7. Питательная среда	123,9	40,8	92,6	6,4	216,5	23,7	27,1	1,1
8. Вода	88,0	-	87,0	-	175,0	-	26,8	-

*- добавка к контролю в процентах

$$HCP_{05} = 18,7 \quad HCP_{05} = 2,12$$

$$HCP_{05} = 2,88$$

Fф	=22,77	Fф	= 3,47	Fф	= 77,77
Ft ₀₅	=2,66	Ft ₀₅	= 2,66	Ft ₀₅	= 2,66

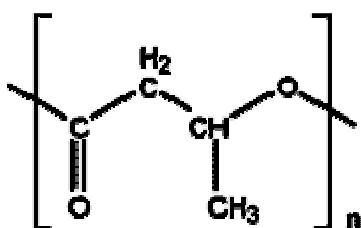
Таким образом, масса проростков озимой пшеницы существенно увеличилась при обработке зерен метаболитами *Bacillus subtilis* (вариант 3) и *Bacillus megaterium* (варианты 4,6). Известно, что штаммы *Bacillus subtilis* широко используют как в системе защиты растений, так и в кормопроизводстве благодаря высокой антибиотической активности вторичных метаболитов этих бацилл [12,13]. Обработка зерен пшеницы культуральной жидкостью штаммов *Bacillus megaterium* (варианты 4 и 6, в которых использованы для культивирования пеларгонии перлит и смесь песка с торфом и корневином соответственно) способствует наибольшей интенсификации процессов дыхания в семенах озимой пшеницы, что проявляется в увеличении энергии прорастания и всхожести, а также в ускорении процессов биосинтеза, что приводит к увеличению массы и длины проростков.

Согласно литературным данным известны многокомпонентные биопрепараты, содержащие разные виды микроорганизмов, обладающие ростостимулирующими и фитопротекторными свойствами. Так, препарат Альбит, содержащий гидролизаты *Pseudomonas aureofaciens* ВКМ В-1973Д и *Bacillus megaterium*, нашел широкое применение в агротехнике колосовых культур [14].

Установлено, что обработка растений Альбитом вызывает изменения в микробном сообществе ризосферы растений, что выражается в снижении численности микроскопических патогенных грибов (например, рода *Fusarium*) и повышении количества бактерий. Также отмечен рост обилия микромицетов *Gliocladium*, *Cladosporium* и *Trichoderma* – антагонистов патогенов растений. Альбит проявлял фунгицидную активность

против болезней озимой пшеницы в широком диапазоне инфекционных фонов [15].

Действующее вещество Альбита – естественный биополимер поли-бета-гидроксимасляная кислота *Bacillus megaterium*. В клетках бактерии-продуцента содержание ПГБ достигает 77% от сухой биомассы. *Pseudomonas aureofaciens*, усиливает синтез ПГБ основным продуцентом. Дегполимеразы и другие ферменты, выделяемые *P. aureofaciens*, переводят ПГБ в физиологически активную для растений форму (олигомеры, бета-аминобутират), стимулирующую экспрессию целого комплекса растительных антиоксидантных ферментов, способных к детоксикации активных форм кислорода, повышающих стрессоустойчивость растений.



Подобная химическая структура входит в состав ряда стимулятора роста растений, например, корневина (индолил масляная кислота), который использовали для обработки растений пеларгонии (варианты опыта 2, 5,6).

Таким образом, исследование влияния различных субстратов при выращивании пеларгонии зональной на основе черенкования в теплицах свидетельствует о формировании определенных ассоциаций бактерий в ризоплане растений. При этом если состав грамотрицательных аспорогенных бактерий практически не менялся и был представлен одним видом псевдомонад *Pseudomonas putida*, то состав бациллярного комплекса варьировал существенно. Представители вида *Bacillus megaterium*, метаболиты которых оказали максимально высокое стимулирующее влияние на развитие озимой пшеницы, обнаружены в ризоплане пеларгонии, культиви-

рованной на перлите и смеси песка с торфом и корневином, что может свидетельствовать о создании благоприятных физико-химических условий в этих субстратах для сохранения и функционирования популяций указанного вида. Развитие сукцессионных процессов в прикорневой зоне растений зависит от комплекса биотических и абиотических факторов. К последним относится характер субстрата, в котором идет развитие корневой системы. Согласно полученным результатам выращивание *Pelargonium zonale* в перлите имеет ряд преимуществ:

1. Данный субстрат способствует формированию бактериальных ассоциаций, продуцирующих вещества, обладающие росторегулирующим действием.
2. Перлит, производится в готовом виде и не требует дополнительных приемов при использовании.
3. При выращивании пеларгонии на перлите не требуются дополнительные операции при возделывании (борьба с сорной растительностью, сокращение числа поливов).
4. Улучшение показателей роста и развития, полученные на перлите в модельном опыте, позволяют рекомендовать его в качестве субстрата, обеспечивающего синхронизацию фаз роста и развития культурных растений, что значительно повышает эффективность применения агротехнических мероприятий.
5. Перлит является сравнительно недорогим субстратом, что в совокупности с вышеперечисленными преимуществами позволяет рекомендовать его применение в производстве пеларгонии.

Список литературы

1. Методика государственного сортоиспытания / под ред. Федина М. А. выпуск 6. М.: Колос, 1968. 224 с.
2. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии/ Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева .5 изд., М.: Дрофа, 2004 –256с.

3. Определитель бактерий Берджи. в 2 томах / под ред.Г.А. Заварзина. – М.: Мир, 1997. – 800с.
4. The Prokaryotes. A Handbook on the Biology of Bacteria. Third Edition Ed. by Martin Dworkin , 2006, Springer, USA, Volume 4 : pp.530–562.
5. Практикум по микробиологии/ А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук и др.; под ред. А.И. Нетрусова.- М.:Изд.центр «Академия», 2005. – 608с.
6. Коростелева Л.А.Влияние отходов элеваторов и золы от их сжигания на микрофлору ризосферы, ризопланы и филлопланы озимой пшеницы//Л.А. Коростелева, О.И.Третьякова, С.П. Доценко С.П., Т.А. Исаева Научный журнал КубГАУ Электронный ресурс. – Краснодар: Куб ГАУ, 2013. – №09(83). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/09.pdf>, 0,750 у.п.л.
7. ГОСТ 12038-84. Определение энергии прорастания и всхожести семян.
8. Регуляторы роста растений/Под ред. акад. ВАСХНИЛ В.С. Шевелухи/ Всесоюз.акад.с.-х. наук им. В.И.Ленина.-М.:Агропромиздат,1990,185 с.
9. Шевелуха В.С., Егоров И.В., Сутулова В.И.Морфофизиологические и биохимические изменения у растений ячменя при обработке регуляторами роста//Регуляторы роста растений.-М.,1990, с.143.
10. Третьякова О.И., Грифонова М.Ф., Заплишный В.Н. Влияние ионовкальция на продуктивность риса в условиях засоления//Агрохимия, №4,1996, С.32-38.
11. Третьякова О.И., Котляров Н.С., Чеуж Н.А., Заплишный В.Н. Морфофизиологические изменения у растений сахарной свёклы при обработке плёнкообразователями и регуляторами роста//Агрохимия, 1996, № 10, с. 95-99.
12. <http://www.ati-agro.ru/microbiology/extrasol/podrobno>
13. Кощаев А.Г. Кормовая добавка на основе ассоциативной микрофлоры: технология получения и использование // А. Г. Кощаев, А. И. Петенко. Биотехнология. – 2007. – № 2. – С. 57-62.
14. Патент 2147181 Препарат для повышения урожая растений и защиты их от болезней. Злотников А.К., Злотникова И.К.,Санцевич Н.И., Мельников В.А.
15. http://www.albit.ru/2/2_07.php

References

1. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya / pod red. Fedina M. A. vypusk 6. М.: Kolos, 1968. 224 s.
2. Tepper E.Z. Praktikum po mikrobiologii/ E.Z. Tepper, V.K. Shil'nikova , G.I. Pereverzeva .5 izd., М.: Drofa, 2004 –256s.
3. Opredelitel' bakterij Berdzhii. v 2 tomah / pod red.G.A. Zavarzina. – М.: Mir, 1997. – 800s.
4. The Prokaryotes. A Handbook on the Biology of Bacteria. Third Edition Ed. by Martin Dworkin , 2006, Springer, USA, Volume 4 : rr.530–562.
5. Praktikum po mikrobiologii/ A.I. Netrusov, M.A. Egorova, L.M. Zaharchuk i dr.; pod red. A.I. Netrusova.- М.:Izd.centr «Akademija», 2005. – 608s.
6. Korosteleva L.A.Vlijanie othodov jelevatorov i zoly ot ih szhiganiya na mikrofloru rizosfkry, rizoplany i filloplany ozimoy pshenicy/L.A. Korosteleva, O.I.Tret'jakova, S.P. Docenko S.P., T.A. Isaeva Nauchnyj zhurnal KubGAU Jelektronnyj resurs. – Krasnodar: Kub GAU, 2013. – №09(83). – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/09.pdf>, 0,750 u.p.l.
7. GOST 12038-84. Opredelenie jenerгии prorastaniya i vshozhesti semjan.
8. Reguljatory rosta rastenij/Pod red. akad. VASHNIL V.S. Sheveluhi/ Vsesojuz.akad.s.-h. nauk im. V.I.Lenina.-М.:Agropromizdat,1990,185 s.

9. Sheveluha V.S., Egorov I.V., Sutulova V.I. Morfofiziologicheskie i biohimicheskie izmeneniya u rastenij jachmenja pri obrabotke reguljatorami rosta//Reguljatory rosta rastenij.- M.,1990, s.143.

10. Tret'jakova O.I., Trifonova M.F., Zaplishnyj V.N. Vlijanie ionovkal'cija na produktivnost' risa v uslovijah zasolenija//Agrohimija, №4,1996, S.32-38.

11. Tret'jakova O.I., Kotljarov N.S., Cheuzh N.A., Zaplishnyj V.N. Morfofiziologicheskie izmeneniya u rastenij saharnoj svjokly pri obrabotke pljonkoobrazovateljami i reguljatorami rosta//Agrohimija, 1996, № 10, s. 95-99.

12. <http://www.ati-agro.ru/microbiology/extrasol/podrobno>

13. Koshhaev A.G. Kormovaja dobavka na osnove asociativnoj mikroflory: tehnologija poluchenija i ispol'zovanie // A. G. Koshhaev, A. I. Petenko. Biotehnologija. – 2007. – № 2. – S. 57-62.

14. Patent 2147181 Preparat dlja povysheniya urozhaja rastenij i zashhity ih ot boleznej. Zlotnikov A.K., Zlotnikova I.K., Sancevich N.I., Mel'nikov V.A.

15. http://www.albit.ru/2/2_07.php