

УДК 581.14:631.87/.8.022.3

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА
КАПУСТНЫХ (BRASSICACEAE BURNETT) ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН
БАКТЕРИАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ НА ОСНОВЕ
АССОЦИАТИВНЫХ ШТАММОВ**

¹Лебедев В.Н., ¹Воробейков Г.А., ²Ураев Г.А.

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена»,
Санкт-Петербург, e-mail: antares-80@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора
Александра I», Санкт-Петербург, e-mail: uraev.ga@yandex.ru

Проведен анализ данных многолетних исследований, выполненных на агробиостанции Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена (пос. Вырица Гатчинского района Ленинградской области) по выявлению эффективных штаммов ассоциативных ризобактерий для хозяйственно ценных растений, относящихся к различным растениям семейства Brassicaceae: горчица белая (*Sinapis alba* L.) – сорт Чергинская (к-4219), горчицы сарептская (*Brassica juncea* (L.) Czern.) – сорт Донская-5 (к-4345), горчица черная (*Brassica nigra* (L.) Koch) – сорт Tubra (к-2643), горчица абиссинская (*Brassica carinata* A. Braun) – сорт BRA 1152/85 (к-4705), сурепица яровая (*Brassica campestris* L.) – сорт Восточная (к-274) и рыжик посевной (*Camelina sativa* L.) – сорт Воронежский (к-4140). Опыты проведены в полевых условиях в период 2004–2016 гг. на дерново-подзолистой, супесчаной почве. Во всех вариантах опыта, относительно контроля (без инокуляции), наблюдалось увеличение образования и развития пазушных побегов при инокуляции семян бактериальными препаратами на основе ассоциативных штаммов. Полученные экспериментальные данные показали высокий потенциал продуктивности растений семейства Brassicaceae за счет усиления заложения и развития пазушных побегов при действии на семена ризобактерий. В проведенных опытах для оценки продуктивности растений был использован интегральный показатель – формирование сухой биомассы надземных органов. Осуществлена оценка экономической эффективности применения биопрепаратов. Показано, что применение наиболее эффективных для каждой выращиваемой культуры ассоциативных штаммов ризобактерий в наибольшей степени стимулирует физиологические процессы, увеличивает биомассу как надземных, так и подземных органов, а также урожай семян, улучшает качество растительной продукции и снижает содержание нитратов в зеленой массе. Наилучшие результаты получены при использовании бактериальных препаратов: мизорина (*Arthrobacter mysorens*, штамм 7) и флавобактерина (*Flavobacterium* sp., штамм Л 30).

Ключевые слова: инокуляция, всхожесть, продуктивность, минеральное питание, стимуляция роста, интродукция, ризобактерии способствующие росту растений (PGPR), засуха, ассоциативные ризобактерии, экономический эффект

**INCREASING THE PRODUCTIVITY OF PLANTS OF THE BRASSICACEAE
FAMILY BY INOCULATION OF SEEDS WITH BACTERIAL
PREPARATIONS ON THE BASIS OF ASSOCIATIVE STRAINS**

¹Lebedev V.N., ¹Vorobeykov G.A., ²Uraev G.A.

¹Herzen State Pedagogical University of Russia, Sankt Petersburg, e-mail: antares-80@yandex.ru;

²Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Sankt Petersburg,
e-mail: uraev.ga@yandex.ru

As there is an extra necessity of biologization of agroculture and environmental protection from harmful antropogan influences, more attention in solving of these problems is devoted to microorganisms. Long-term study was conducted on Agrobiostation, Herzen State Pedagogical University of Russia (settl. Vyritza, Gatchinskiy area, Leningrad's region) to identify effective strains of associative rhizobacteria of various plants of the Brassicaceae family: *Sinapis alba* L., *Brassica juncea* (L.) Czern., *Brassica nigra* (L.) Koch, *Brassica carinata* A. Braun, *Brassica campestris* L. and *Camelina sativa* L. The experiments were conducted in field conditions during the period 2004–2016 yy. on sod-podzolic, sandy loam soil. In all variants, relative to the control (without inoculation), an increase in the education and development of axillary shoots at inoculation of seeds with bacterial preparations on the basis of associative strains. The obtained experimental data showed the high potential productivity of plants of the family Brassicaceae by strengthening the foundations and development of axillary shoots under the influence of rhizobacteria seed. In the conducted experiments to evaluate the productivity of the plant has been used integral index – the formation of dry biomass of the aboveground organs. Assessment of economic efficiency of application of biological products. It is shown that the most effective use for each grown culture of associative rhizobacteria strains to the greatest extent stimulates physiological processes, increases the biomass of the above-ground organs, improves the quality of plant products and reduces the nitrate content in herbage. The best results are obtained when using bacterial preparations: *Arthrobacter mysorens*, strain 7 and *Flavobacterium* sp., strain L 30. Our research of influence of the bacterial preparations at the plants of the family Brassicaceae, allows speaking that by means of associative rhizobacteriums it is possible to improve maintenance of plants with biological nitrogen, to stimulate their growth, to protect from pests and to raise efficiency of crops, essentially having lowered chemical loading on an environment.

Keywords: inoculation, germinating capacity, productivity, mineral nutrition, stimulation of growth, introduce, Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR), drought, associative rhizobacteria, economic effect

В современном научном мире в связи с важностью повышения продуктивности культурных растений большое внимание уделяется применению бактериальных препаратов, на основе ассоциативных азотфиксирующих штаммов

ризобактерий. Использование их, согласно некоторым исследованиям [1–5; 8, 10, 12], позволяет стимулировать ростовые процессы, улучшить минеральное питание растений, особенно азотом, защитить их от патогенов, снизить химическую нагрузку на окружающую среду и уменьшить действие стрессовых условий, особенно засухи. Автоматический же перенос положительных результатов их применения с одних видов и даже сортов растений на другие мало приемлем, нередко опровергается практически и иногда несправедливо ставит под сомнение данный агроприем. С этой целью для установления эффективного ризобактериального взаимодействия с растением необходим тщательный подбор сорта и штамма, который позволяет максимально реализовать продуктивный потенциал однолетних растений семейства капустные (*Brassicaceae* Burnett).

Цель нашей работы состояла в исследовании эффективности инокуляции семян некоторых однолетних масличных капустных культур бактериальными штаммами на ростовые процессы, минеральное питание и продуктивность в условиях полевых опытов.

Материалы и методы исследования

В работе использовались 6 видов капустных растений 2015 года репродукции: горчица белая (*Sinapis alba* L.) – сорт Чергинская (к-4219), горчицы сарептская (*Brassica juncea* (L.) Czern.) – сорт Донская-5 (к-4345), горчица черная (*Brassica nigra* (L.) Koch) – сорт Tubra (к-2643), горчица абиссинская (*Brassica carinata* A. Braun) – сорт BRA 1152/85 (к-4705), сурепица яровая (*Brassica campestris* L.) – сорт Восточная (к-274) и рыжик посевной (*Camelina sativa* L.) – сорт Воронежский (к-4140).

Инокуляция семян выбранных капустных растений проводилась следующими препаратами: агрофил (*Agrobacterium radiobacter*, штамм 10), мизорин (*Arthrobacter mysorens*, штамм 7), флавобактерин (*Flavobacterium sp.* штамм 30) и экстра-сол (*Pseudomonas fluorescens*, штамм ПГ-5). Данные бактериальные препараты были получены из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, а семена сортов капустных растений из ФБГНУ ВИР им. Н.И. Вавилова.

Опыты проведены в полевых условиях на Агробиостанции РГПУ им. А.И. Герцена в пос. Вырица в период 2004–2016 гг. на дерново-подзолистой, супесчаной почве, характеризующейся средней обеспеченностью гумусом, слабокислой реакцией среды и средним содержанием фосфора и калия. Ранее в отношении эффективности инокуляции семян капустных ассоциативными бактериальными штаммами наиболее подробно были изучены горчица белая и редька масличная [8–9; 10].

Экономический эффект от инокуляции семян бактериальными препаратами растений семейства ка-

пустных определялся как снижение расходов по отношению к контролю. Подходы оценивания экономического эффекта были нами рассмотрены в статье [11].

Результаты исследования и их обсуждение

Всхожесть семян является одной из важнейших физиологических характеристик растений, во многом определяющим их дальнейшее развитие и формирование урожая. Поэтому в наших исследованиях этот показатель служил своеобразным тестом, позволяющим прогнозировать дальнейшее действие того или иного ассоциативного штамма (табл. 1).

Высота растений – является существенным элементом ростовых процессов. В наших исследованиях при инокуляции семян ризобактериями у всех 7 видов растений наблюдалось увеличение высоты, но наиболее эффективно оно проявилось в вариантах с применением флаво- и артробактерий – до 114,6–135,4% (табл. 2).

Изменение длины междоузлий и числа узлов является известной причиной формирования высоты растения. В этой связи нами в период массового цветения определялась длина междоузлий. Было установлено, что рост междоузлий увеличивает линейные показатели растений при инокуляции семян сурепицы яровой мизорином на 24,7% (или до 6,4 см) и флавобактерином на 20,8% (или до 6,2 см), относительно контроля – 5,1 см. Также увеличение средних размеров междоузлий наблюдается у горчицы абиссинской на 21,6% (или до 10,3 см) по сравнению с контролем – 8,5 см. В других вариантах нашего опыта были получены аналогичные данные. Таким образом, наибольшая длина междоузлий была нами отмечена именно у тех видов культур, где ранее наблюдалась максимальная высота главного стебля – у сурепицы яровой и горчицы белой [1].

Плотность продуктивного стеблестоя и формирование продуктивности напрямую зависят от такого важного фактора как интенсивность ветвления растений, который предотвращается изреживание посевов, за счет большой облиственности побегов. Некоторые исследовательские работы [12] указывают, что некоторые однолетние полевые капустные растения в полевых опытах формируют от 4 до 7 боковых ветвей, на которых образуются листовая масса и генеративные органы. При этом авторами указывается, что данный факт проявляется в пределах нормы

реакции модификационной изменчивости и связан с оптимизацией минерального питания в результате целой серии агротехнических мероприятий. В этой связи практический интерес представляет наблюдение за процессом формирования боковых побегов из пазушных почек в ходе онтогенеза исследованных культур при инокуляции ризобактериальными штаммами.

В каждом варианте опыта наблюдалось увеличение образования и развития боковых побегов при обработке семян ассоциативными диазотрофами, относительно контроля (без инокуляции). Самая высокая

интенсивность пазушного побегообразования отмечена при действии на семена мизорином (на 30,0%) и флавобактерином (до 26,7%) у горчицы белой.

Полученные результаты свидетельствуют о высоком потенциале продуктивности однолетних капустных культур за счет формирования и развития боковых побегов при инокуляции семян ассоциативными ризобактериальными штаммами. Это обстоятельство также свидетельствует об увеличении возобновления и способности образовывать отаву после летнего скашивания [6].

Таблица 1

Полевая всхожесть исследуемых растений семейства капустных при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями

Варианты	Горчица белая,	Горчица сарептская,	Горчица черная,	Горчица абиссинская,	Сурепица яровая,	Рыжик посевной,
	% Δ*	% Δ	% Δ	% Δ	% Δ	% Δ
1. Контроль	<u>62,8</u> —	<u>62,9</u> —	<u>62,6</u> —	<u>69,5</u> —	<u>71,5</u> —	<u>71,0</u> —
2. Агрофил	<u>70,7</u> +12,6	<u>67,6</u> +7,5	<u>68,6</u> +9,6	<u>79,5</u> +14,4	<u>87,5</u> +22,4	<u>85,5</u> +20,1
3. Мизорин	<u>75,9</u> +20,9	<u>74,6</u> +18,6	<u>74,3</u> +18,7	<u>78,0</u> +12,2	<u>87,5</u> +22,4	<u>87,0</u> +22,5
4. Флавобактерин	<u>74,9</u> +19,3	<u>71,2</u> +13,2	<u>69,7</u> +11,3	<u>87,5</u> +25,9	<u>93,0</u> +30,1	<u>92,0</u> +24,6
5. Экстрасол	<u>67,6</u> +7,6	<u>68,1</u> +8,3	<u>68,7</u> +13,4	<u>72,5</u> +4,3	<u>80,0</u> +11,9	<u>77,5</u> +9,2
НСР ₀₅	<u>4,4</u> —	<u>3,7</u> —	<u>3,4</u> —	<u>2,0</u> —	<u>1,2</u> —	<u>1,1</u> —

* П р и м е ч а н и е: Δ – % отклонения от контроля.

Таблица 2

Влияние различных штаммов ассоциативных бактерий на высоту исследуемых растений семейства капустных

Варианты	Горчица белая,	Горчица сарептская,	Горчица черная,	Горчица абиссинская,	Сурепица яровая,	Рыжик посевной,
	см %	см %	см %	см %	см %	см %
1. Контроль	<u>98,1 ± 15,6</u> 100,0	<u>85,2 ± 11,2</u> 100,0	<u>61,1 ± 8,9</u> 100,0	<u>96,0 ± 14,1</u> 100,0	<u>71,0 ± 18,3</u> 100,0	<u>69,5 ± 13,0</u> 100,0
2. Агрофил	<u>107,8 ± 17,2</u> 109,9	<u>91,5 ± 13,0</u> 107,4	<u>71,9 ± 14,5</u> 117,7	<u>107,4 ± 19,8</u> 111,9	<u>74,5 ± 20,3</u> 104,9	<u>77,5 ± 16,5</u> 111,5
3. Мизорин	<u>112,9 ± 16,6</u> 115,1	<u>98,0 ± 14,8</u> 115,0	<u>74,5 ± 18,0</u> 121,9	<u>105,2 ± 10,7</u> 109,5	<u>95,5 ± 15,0</u> 134,5	<u>81,9 ± 16,9</u> 117,8
4. Флавобактерин	<u>112,5 ± 18,6</u> 114,6	<u>95,2 ± 9,0</u> 111,7	<u>76,1 ± 8,4</u> 124,5	<u>104,2 ± 12,3</u> 108,5	<u>96,1 ± 13,5</u> 135,4	<u>80,9 ± 16,0</u> 116,4
5. Экстрасол	<u>105,9 ± 17,1</u> 107,9	<u>93,5 ± 16,9</u> 109,7	<u>71,9 ± 12,5</u> 117,7	<u>100,4 ± 11,8</u> 104,5	<u>75,9 ± 18,0</u> 106,9	<u>76,7 ± 14,6</u> 110,4
НСР ₀₅	<u>4,8</u> —	<u>4,5</u> —	<u>8,3</u> —	<u>4,8</u> —	<u>8,3</u> —	<u>3,8</u> —

Таблица 3

Продуктивность сухой массы растений семейства капустных при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями

Варианты	Горчица белая, ц/га %	Горчица сарептская, ц/га %	Горчица черная, ц/га %	Горчица абиссинская, ц/га %	Сурепица яровая, ц/га %	Рыжик посевной, ц/га %
1. Контроль	$120,4 \pm 3,8$ (100,0)	$100,7 \pm 10,7$ (100,0)	$81,8 \pm 1,4$ (100,0)	$107,0 \pm 4,3$ (100,0)	$125,7 \pm 1,3$ (100,0)	$49,0 \pm 3,0$ (100,0)
2. Агрофил	$158,2 \pm 2,3$ (131,4)	$142,4 \pm 6,1$ (141,5)	$91,2 \pm 3,0$ (111,5)	$122,7 \pm 6,8$ (114,6)	$143,7 \pm 3,7$ (114,3)	$63,8 \pm 3,3$ (130,2)
3. Мизорин	$170,4 \pm 13,4$ (141,5)	$167,1 \pm 10,3$ (166,0)	$104,0 \pm 3,0$ (127,1)	$152,3 \pm 6,1$ (142,4)	$183,3 \pm 15,0$ (145,9)	$68,3 \pm 3,8$ (139,4)
4. Флавобактерин	$169,3 \pm 3,8$ (140,6)	$158,7 \pm 12,4$ (157,6)	$94,2 \pm 13,8$ (115,2)	$152,0 \pm 16,2$ (142,1)	$164,7 \pm 1,0$ (131,0)	$68,6 \pm 3,7$ (140,0)
5. Экстрасол	$155,6 \pm 1,1$ (129,1)	$132,7 \pm 5,2$ (131,8)	$92,7 \pm 1,7$ (113,3)	$122,3 \pm 12,1$ (114,3)	$140,0 \pm 1,1$ (111,4)	$66,9 \pm 2,1$ (136,5)
НСР ₀₅	$10,1$ —	$11,4$ —	$9,4$ —	$12,1$ —	$10,8$ —	$3,9$ —

Таблица 4

Затраты на производство сухой массы капустных культур при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями (в расчете на один гектар)

Варианты	Горчица белая, тыс. руб. %	Горчица сарептская, тыс. руб. %	Горчица черная, тыс. руб. %	Горчица абиссинская, тыс. руб. %	Сурепица яровая, тыс. руб. %	Рыжик посевной, тыс. руб. %
1. Контроль	$5,87$ 100,0	$6,72$ 100,0	$26,99$ 100,0	$8,25$ 100,0	$3,16$ 100,0	$5,11$ 100,0
2. Агрофил	$7,02$ 119,6	$7,47$ 111,2	$38,04$ 140,9	$11,31$ 137,1	$4,34$ 137,9	$6,16$ 120,5
3. Мизорин	$5,80$ 98,8	$6,37$ 94,8	$33,36$ 123,6	$8,22$ 99,6	$3,12$ 98,7	$5,10$ 99,8
4. Флавобактерин	$5,78$ 98,5	$6,15$ 91,5	$32,47$ 120,3	$8,24$ 99,9	$3,00$ 94,9	$5,05$ 98,8
5. Экстрасол	$7,13$ 121,5	$8,02$ 119,3	$37,43$ 138,6	$11,35$ 137,6	$4,46$ 141,1	$5,88$ 115,1

Для полноценного изучения влияния бактериальных препаратов на продуктивность растений семейства *Brassicaceae* важен контроль над содержанием основных питательных элементов – азота, фосфора и калия в надземных органах. Это необходимо не только для интерпретации изменений в жизнедеятельности растительного организма, но и для качественной оценки продуктивности.

В результате было установлено, что в надземных органах у растений, семена которых были инокулированы ризобактериями, происходит повышение содержания основных минеральных элементов: азота – до 2,66% (на 16,9%, относительно контроля), фосфора – до 1,6% (на 14,3%, относительно контроля) и калия – до 3,7% (на 23,3%, относительно контроля).

Причиной таких результатов служат генетические особенности бактериальных штаммов, входящих в данные препараты, что приводит к значительному повышению содержания азота в ризосфере, что обуславливает улучшение использования почвенного азота. Главным образом это касается препаратов мизорин и флавобактерин.

Анализ полученных результатов установил, что процесс накопления минеральных элементов в надземной биомассе растений наиболее эффективно происходит при использовании мизорина и флавобактерина. Бактериальные препараты на основе ассоциативных ризобактерий способны положительным образом влиять на качество урожая зеленой массы. При этом они стимулируют повышение концентрации азота,

фосфора и калия, в надземных органах растительного организма.

В качестве оценки продуктивности однолетних капустных культур мы использовали такой интегральный показатель, как формирование сухой биомассы надземных частей растений.

Количество урожая представляет собой суммарное отношение условий роста и развития растения. У культур, подвергнутых предпосевной инокуляции семян ризобактериальными штаммами, количественная и качественная характеристика урожая является отражением эффективности взаимодействия системы «растение-ризобактерия». Отметим, что предел продуктивности растений семейства капустные очень широк. По имеющимся данным [7], растения этого семейства в условиях Ленинградской области способны сформировать за один вегетационный период (в фазу массового цветения) до 400 ц/га зеленой массы.

Стимулирование накопления биомассы растений семейства *Brassicaceae* в наших опытах происходило под действием всех отобранных для исследования штаммами бактерий (табл. 3). В среднем наибольшая продуктивность биомассы культур проявлялась в вариантах с применением мизорина и флавобактерина. Значительная прибавка сухой массы в данных вариантах наших опытов отмечена у мизорина (от 68,3 ц/га до 183,3 ц/га) и флавобактерина (от 68,6 ц/га до 169,3 ц/га).

Следует отметить, что в разные годы исследований эффективность одного и того же штамма варьировалась [7]. Однако на протяжении всех лет, во всех посевах и со всеми капустными культурами положительная тенденция их влияния на формирование урожая зеленой массы постоянно сохранялась.

Анализ отзывчивости однолетних полевых капустных культур на бактериальные препараты в условиях полевых опытов показывает, что наиболее активное накопление сухой биомассы отмечалось нами у горчицы сарептской – на 66,0% при обработке семян артробактериями и 57,6% – флавобактериями.

Оценка экономического эффекта от инокуляции семян капустных культур ассоциативными ризобактериями была осуществлена по затратам в расчете на 1 гектар по сухой массе, база сравнения контроль (табл. 4).

Проведенная оценка затрат на производство сухой массы капустных культур с 1 гектара показывает, что в основном снижение затрат наблюдается при инокуляции семян мизорином и флавобактерином; ис-

ключение оставляет горчица черная. Наибольшее снижение затрат наблюдается по горчице сарептской 8,5% (при инокуляции флавобактерином) и 5,2% (мизорином).

Выводы

Обработка семян однолетних капустных культур препаратами ассоциативных бактерий стимулирует ростовые процессы и поступление основных минеральных элементов (азота, фосфора и калия) в надземные органы растений, увеличивая массу сухого вещества. К штаммам, которые проявили наибольший эффект на всех видах растений семейства капустные, в первую очередь, можно отнести *Arthrobacter myso-rens*, штамм 7 и *Flavobacterium sp.*, штамм 30 в виде изготовленных на их основе биопрепаратов: мизорин и флавобактерин.

Список литературы

1. Аубекеров Т.А. Горчица / Т.А. Аубекеров, М.К. Мейрманов М.К. – Алма-Ата: Кайнар, 1980. – 96 с.
2. Биопрепараты в сельском хозяйстве: методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / Н.А. Тихонович [и др]. – М: Россельхозакадемия, 2005. – С. 154.
3. Воробейков Г.А. Биология критического периода растений в условиях нарушения влажности почвы / Г.А. Воробейков [и др.] // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2015. – № 173. – С. 49–53.
4. Воробейков Г.А. Продуктивность горчицы белой при инокуляции семян ассоциативными бактериальными штаммами / Г.А. Воробейков, В.Н. Лебедев // Кормопроизводство. – 2007. – № 1. – С. 24–26.
5. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. – М.: ВНИИА, 2005. – 302 с.
6. Коломейченко В.В. Кормопроизводство: учебник для подготовки бакалавров по направлениям «Агрохимия и агропочвоведение» и «Агрономия» / В.В. Коломейченко. – СПб.: Лань, 2015. – 656 с.
7. Лебедев В.Н. Ассоциативные штаммы бактерий как современный элемент экологизации выращивания капустных растений / В.Н. Лебедев // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2014. – № 168. – С. 49–53.
8. Лебедев В.Н. Минеральное питание, рост и продуктивность горчицы белой (*Sinapis alba* L.) при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями: Автореф. дис.канд. с.-х. наук (06.01.04, 03.00.07). – Санкт-Петербург – Пушкин, 2008. – 18 с.
9. Лебедев В.Н. Реализация продуктивного потенциала растений семейства *Brassicaceae* при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями. Глава 3 // Наука сегодня: теория, практика, инновации: многотомная коллективная монография. В 9 томах. Том 6. – Ростов-на-Дону: Изд-во Международного исследовательского центра «Научное сотрудничество», 2014. – С. 56–77.
10. Лебедев В.Н., Ураев Г.А. Оценка эффективности инокуляции семян четырех видов горчиц ассоциативными азотфиксирующими штаммами ризобактерий // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–25. – С. 5594–5598.
11. Ураев Г.А. Оценка экономического эффекта // Приоритетные научные направления: от теории к практике: материалы Международной научно-практической конференции (Нефтекамск, 16 мая 2015 г.). – Нефтекамск, 2015. – С. 181–183.
12. Юргина В.С. Морфобиологические особенности и продуктивность редьки масличной (*Raphanus sativus* L. var. *oleifera* Metzg) при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями в условиях нормального увлажнения и почвенной засухи: Автореф. дис.канд. биол. наук (03.01.05). – Санкт-Петербург, 2011. – 18 с.