

УДК 581.1:631.8

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *BRASSICACEAE* ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН БАКТЕРИАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

В. Н. Лебедев, Г. А. Воробейков

*Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
Санкт-Петербург*

Проведен анализ данных многолетних полевых исследований, выполненных на Биологической станции РГПУ им. А. И. Герцена (пос. Вырица Гатчинского района Ленинградской области), по выявлению эффективных штаммов ассоциативных ризобактерий для хозяйственно ценных однолетних кормовых растений, относящихся к семейству *Brassicaceae*, отличающихся интенсивным ростом и быстрой вегетацией в условиях северо-западных регионов России. Показано, что применение ассоциативных штаммов ризобактерий стимулирует ростовые процессы и увеличивает биомассу надземных органов. При инокуляции семян ассоциативными ризобактериями отмечается накопление основных минеральных элементов (азота, фосфора и калия) в надземных органах растений, что улучшает кормовое качество зеленой массы. Следует отметить, что положительное влияние отобранных бактерий на формирование урожая зеленой массы наблюдалось у всех исследованных культур. Наилучшие результаты получены при использовании бактериальных препаратов мизорин (*Arthrobacter mysorens*, штамм 7) и флавобактерин (*Flavobacterium* sp., штамм Л 30), независимо от вида растений. Данные препараты могут быть рекомендованы для применения в полевых условиях сельскохозяйственного производства.

К л ю ч е в ы е с л о в а: ризобактерии, способствующие росту растений (PGPR); ассоциативные ризобактерии; инокуляция; всхожесть; рост; продуктивность; минеральное питание.

V. N. Lebedev, G. A. Vorobeikov. PRODUCTIVITY OF *BRASSICACEAE* PLANTS INOCULATED WITH BACTERIAL PREPARATIONS

A long-term study was carried out at the Herzen State Pedagogical University's Biological Research Station in the Leningrad Region, Russia. The article presents the data analysis aimed at selecting efficient associative strains for a variety of economically valuable *Brassicaceae* plants. The selected strains increase plant biomass. The best results are obtained when using the following bacterial preparations: mizorin (*Arthrobacter mysorens*, strain 7) and flavobacterin (*Flavobacterium* sp., strain L 30).

Key words: plant growth promoting rhizobacteria (PGPR); associative rhizobacteria; inoculation; germinating capacity; growth; productivity; mineral nutrition.

Введение

В последнее время при внедрении в сельское хозяйство адаптивно-ландшафтной системы земледелия широкий интерес и практическую значимость приобретает применение бактериальных препаратов, изготовленных на основе стимулирующих рост ассоциативных ризобактерий (PGPR). Их использование способствует более эффективному усвоению элементов минерального питания из почвы и удобрений, усиливает ростовые процессы, защищает от бактериальных и грибковых инфекций, повышает толерантность растений к неблагоприятным факторам среды и увеличивает продуктивность посевов [Воробейков и др., 2005, 2011, 2015; Лебедев, Воробейков, 2006; Воробейков, Лебедев, 2007; Завалин, Кожемяков, 2010].

Ранее [Лебедев, 2008, 2014; Лебедев, Ураев, 2015а, б] нами уже использовались отобранные штаммы бактерий в отношении некоторых видов горчицы (например, горчицы белой). В данной работе впервые проведена оценка влияния инокуляции семян штаммами бактерий на шесть видов капустных растений.

Цель работы заключалась в определении эффективности влияния инокуляции семян бактериальными штаммами на рост, минеральное питание и продуктивность некоторых однолетних кормовых растений семейства Капустные (*Brassicaceae* Burbnett.) в условиях полевых опытов.

Материалы и методы

Объектами исследования служили шесть видов семейства *Brassicaceae*: горчица белая (*Sinapis alba* L.), сорт Чергинская (к-4219); горчица 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).

Инокуляцию семян проводили стандартным способом [Завалин, Кожемяков, 2010], непосредственно перед посевом, в чашках Петри. Использовали следующие бактериальные препараты: агрофил (*Agrobacterium radiobacter*, штамм 10), мизорин (*Arthrobacter mysorens*, штамм 7), флавобактерин (*Flavobacterium* sp., штамм 30) и экстрасол (*Pseudomonas fluorescens*, штамм ПГ-5). Повторность всех полевых опытов 10-кратная. Бактериальные препараты

были получены из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, а сортовые семена растений – из ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова.

Опыты проведены в полевых условиях на Биологической станции РГПУ им. А. И. Герцена в пос. Вырица Гатчинского района Ленинградской области, на протяжении пяти лет (2011–2015 гг.), на дерново-подзолистой, супесчаной почве, характеризующейся средней обеспеченностью гумусом, слабокислой реакцией среды и средним содержанием фосфора и калия [Лебедев, 2008; Юргина, 2011]. Ежегодно проводилось по два посева: весенний (май) и летний (июль).

Всхожесть семян в полевых опытах учитывали в процентах по стандартной методике на седьмой день после посева. Высоту и сухую массу надземных органов определяли в фазу цветения (укошной спелости).

Продуктивность оценивали путем измерения сухой надземной массы в фазе цветения укосным методом. Надземную часть растений срезали на уровне 1 см над поверхностью почвы. Выход сухого вещества определяли в средней пробе зеленой массы после высушивания в термостате при 105 °С. Перевод урожая зеленой массы с делянки на сухое вещество в ц/га проводился расчетным путем.

Для учета качества сенокосного корма определяли валовое содержание азота, фосфора и калия в сухой массе надземных частей растений. Определение проводили в вытяжках после мокрого озоления растительного материала по методу К. Гинзбурга. Количественное определение общего азота в растительных образцах выполнялось на автоматическом устройстве Kjeltec 2003 Analyzer Unit согласно Kjeldahl-методу на базе ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Количественный учет калия проводили на пламенном фотометре. Все определения фосфора выполняли на электрофотокориметре ФЭК-56.

Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа [Доспехов, 1985; Карпушкина, 2001] с использованием стандартных программ анализа Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Семенная всхожесть является одной из важнейших физиологических характеристик растений, во многом определяющей их дальнейшее развитие и продуктивность. Положительное влияние бактериальных препаратов на первых этапах органогенеза растения свидетельствует об эффективности процесса инокуляции. Это

Таблица 1. Всхожесть семян при их инокуляции ассоциативными ризобактериями (среднее за 2011–2015 гг.)

Варианты	Горчица белая	Горчица сарептская	Горчица черная	Горчица абиссинская	Сурепица яровая	Рыжик посевной
	% Δ	% Δ	% Δ	% Δ	% Δ	% Δ
Контроль	62,8 -	62,9 -	62,6 -	69,5 -	71,5 -	71,0 -
Агрофил	70,7 +12,6	67,6 +7,5	68,6 +9,6	79,5 +14,4	87,5 +22,4	85,5 +20,4
Мизорин	75,9 +20,9	74,6 +18,6	74,3 +18,7	78,0 +12,2	87,5 +22,4	87,0 +22,5
Флавобактерин	74,9 +19,3	71,2 +13,2	69,7 +11,3	87,5 +25,9	93,0 +30,1	92,0 +29,6
Экстрасол	67,6 +7,6	68,1 +8,3	68,7 +9,7	72,5 +4,3	80,0 +11,9	77,5 +9,2
НСР ₀₅	4,4 -	3,7 -	3,4 -	2,0 -	1,2 -	1,1 -

Примечание. Δ – % отклонения от контроля.

Таблица 2. Высота растений при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями (среднее за 2011–2015 гг.)

Варианты	Горчица белая	Горчица сарептская	Горчица черная	Горчица абиссинская	Сурепица яровая	Рыжик посевной
	см %	см %	см %	см %	см %	см %
Контроль	98,1 100,0	85,2 100,0	61,1 100,0	96,0 100,0	71,0 100,0	69,5 100,0
Агрофил	107,8 109,9	91,5 107,4	71,9 117,7	107,4 111,9	74,5 104,9	77,5 111,5
Мизорин	112,9 115,1	98,0 115,0	74,5 121,9	105,2 109,5	95,5 134,5	81,9 117,8
Флавобактерин	112,5 114,6	95,2 111,7	76,1 124,5	104,2 108,5	96,1 135,4	80,9 116,4
Экстрасол	105,9 107,9	93,5 109,7	71,9 117,7	100,4 104,5	75,9 106,9	76,7 110,4
НСР ₀₅	4,8 -	4,5 -	8,3 -	4,8 -	8,3 -	3,8 -

объясняется тем, что биохимические процессы, протекающие в фазу прорастания семян, влияют на ход обмена веществ во всех последующих стадиях морфогенеза растения [Armstrong, Nicol, 1991; Hall, Williams, 2000]. Поэтому в наших исследованиях данный показатель служил своеобразным тестом, позволяющим прогнозировать дальнейшую отзывчивость того или иного растения на ассоциативный штамм. Все исследованные виды капустных культур проявили отзывчивость на действие бактериальных препаратов. Наиболее эффективными оказались такие препараты, как мизорин и флавобактерин, созданные на основе артробактерий и флавобактерий соответственно. Полученные данные свидетельствуют о том, что большинство биопрепаратов оказывают стимулирующее влияние на всхожесть семян в начальные моменты роста проростков (табл. 1).

В наших исследованиях при инокуляции семян ризобактериями у всех шести видов растений наблюдалось увеличение высоты, но наиболее эффективно оно проявилось в вариантах с применением флаво- и артробактерий – до 114,6–135,4 % по сравнению с контролем (табл. 2).

Мы изучали содержание основных минеральных элементов – азота, фосфора и калия – в надземных органах растений при инокуляции семян бактериальными препаратами. Анализ результатов (табл. 3–5) показал, что у инокулированных ассоциативными ризобактериальными штаммами капустных растений в надземных органах происходит повышение, относительно контроля, содержания основных минеральных элементов. Наиболее эффективными бактериальными препаратами в отношении данных показателей оказались мизорин и флавобактерин.

Таблица 3. Содержание общего азота (N) в надземных органах растений при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями, % от сухой массы (среднее за 2011–2015 гг.)

Варианты	Горчица белая		Горчица сарептская		Сурепица яровая		Рыжик посевной	
	%	Δ	%	Δ	%	Δ	%	Δ
Контроль	1,70	-	2,27	-	1,79	-	1,84	-
Агрофил	1,78	+5,0	2,31	+1,6	1,74	-2,8	1,93	+5,0
Мизорин	2,02	+19,1	2,66	+16,9	1,93	+7,4	2,39	+29,8
Флавобактерин	2,10	+23,6	2,76	+21,7	2,07	+15,6	2,40	+30,5
Экстрасол	1,70	+17,7	2,33	+7,0	1,76	+1,8	2,0	+13,0
НСР ₀₅	0,05	-	0,16	-	0,05	-	0,11	-

Примечание. Δ здесь и далее – % прибавки содержания элемента минерального питания по отношению к контролю.

Таблица 4. Содержание общего фосфора (P₂O₅) в надземных органах растений при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями, % от сухой массы (среднее за 2011–2015 гг.)

Варианты	Горчица белая		Горчица сарептская		Сурепица яровая		Рыжик посевной	
	%	Δ	%	Δ	%	Δ	%	Δ
Контроль	1,0	-	1,4	-	1,3	-	1,3	-
Агрофил	1,4	+40,0	1,4	0	1,6	+23,1	1,4	+7,7
Мизорин	1,4	+40,0	1,6	+14,3	1,5	+15,4	1,5	+15,4
Флавобактерин	1,3	+30,0	1,5	+7,1	1,5	+23,1	1,5	+15,4
Экстрасол	1,2	+34,5	1,4	+5,3	1,3	+2,0	1,3	+1,4
НСР ₀₅	0,04	-	0,04	-	0,03	-	0,01	-

Таблица 5. Содержание общего калия (K₂O) в надземных органах растений при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями, % от сухой массы (среднее за 2011–2015 гг.)

Варианты	Горчица белая		Горчица сарептская		Сурепица яровая		Рыжик посевной	
	%	Δ	%	Δ	%	Δ	%	Δ
Контроль	1,6	-	2,6	-	3,0	-	3,0	-
Агрофил	2,3	+40,8	3,1	+20,8	3,6	+20,0	3,6	+20,0
Мизорин	2,3	+40,8	4,2	+63,6	3,1	+3,3	3,7	+23,3
Флавобактерин	2,6	+59,2	3,4	+32,5	3,1	+3,3	3,6	+20,0
Экстрасол	2,0	+22,3	2,9	+15,1	3,0	+3,5	3,3	+14,6
НСР ₀₅	0,4	-	0,4	-	0,1	-	0,5	-

Таблица 6. Сухая масса надземных органов растений при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями (среднее за 2011–2015 гг.)

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

Более высокую концентрацию азота в надземных органах растений в фазу полного цветения при обработке семян мизорином и флавобактерином можно связать с генетически

обусловленными особенностями данных штаммов, приводящими к значительному повышению содержания азота в ризосфере, а также их ростостимулирующей особенностью, что

может также улучшать использование почвенного азота и приводить к повышению качества урожая.

В наших опытах для оценки продуктивности однолетних кормовых капустных культур мы использовали показатель накопления сухой массы растений [Лебедев, Ураев, 2015а, б]. Известно, что ассоциативные ризобактерии выделяют различные биологически активные вещества (фитогормоны, антибиотики, витамины и т. д.), что способствует повышению накопления сухой массы растений [Завалин, Кожемяков, 2010]. По нашим данным (табл. 6), наибольшая продуктивность растений наблюдалась при использовании мизорина и флавобактерина. Максимальная прибавка сухой массы в этих вариантах составила от 68,3 до 183,3 ц/га (мизорин) и от 68,6 до 169,3 ц/га (флавобактерин).

Анализ отзывчивости однолетних полевых капустных культур на биопрепараты в условиях полевых опытов показывает, что наибольшее накопление сухого вещества происходит у горчицы сарептской – на 66 % при использовании артробактерий (мизорин) и на 57,6 % при использовании флавобактерий (флавобактерин).

Таким образом, обработка семян однолетних культур семейства *Brassicaceae* препаратами ассоциативных бактерий, способных к азотфиксации и выделению фитостимулирующих веществ, приводит к повышению всхожести и ускорению ростовых процессов, что позволяет растениям лучше реализовать потенциал своей продуктивности. В результате активнее развиваются как ассимиляционные надземные органы, так и корневая система, которая становится более разветвленной [Воробейков и др., 2011; Лебедев, Ураев, 2015б], что повышает площадь ее поглощения. Кроме того, данные штаммы ризобактерий улучшают минеральное питание, которое может стимулироваться не только за счет процесса ассоциативной азотфиксации, но и благодаря калий- и фосфатмобилизирующей деятельности данных микроорганизмов в зоне ризосферы [Воробейков и др., 2015]. К штаммам, которые проявили наибольший эффект на всех видах растений семейства Капустные, в первую очередь можно отнести *Arthrobacter mysorens*, штамм 7, и *Flavobacterium* sp., штамм 30, в виде изготовленных на их основе биопрепаратов мизорин и флавобактерин. Эти же ризобактерии в предыдущие годы исследования оказались наиболее эффективными при изучении разных видов горчицы. Полученные результаты не только подтверждают наши более ранние сведения, но также указывают, что представители

семейства *Brassicaceae* характеризуются сходной отзывчивостью на данные препараты. Это может быть связано с подобным биохимическим составом корневых экссудатов капустных культур, которые в одинаковой степени оказываются наиболее предпочтительными именно для ризобактериальных штаммов мизорина и флавобактерина.

Литература

- Воробейков Г. А., Бредихин В. Н., Лебедев В. Н., Юргина В. С. Биология критического периода растений в условиях нарушения влажности почвы // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. СПб., 2015. № 173. С. 49–53.
- Воробейков Г. А., Дмитриева О. М., Павлова Т. К., Лебедев В. Н. Повышение урожайных показателей редьки масличной путем инокуляции семян ассоциативными ризобактериями // Физиологические и молекулярно-генетические аспекты сохранения биоразнообразия: Тезисы докл. междунар. конф. (Вологда, 19–23 сентября 2005 г.). Вологда, 2005. 37 с.
- Воробейков Г. А., Лебедев В. Н. Продуктивность горчицы белой при инокуляции семян ассоциативными бактериальными штаммами // Кормопроизводство. 2007. № 10. С. 24–26.
- Воробейков Г. А., Павлова Т. К., Кондрат С. В., Лебедев В. Н., Юргина В. С., Муратова Р. Р., Макаров П. Н., Дубенская Г. И., Хмелевская И. А. Исследование эффективности штаммов ассоциативных ризобактерий в посевах различных видов растений // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. СПб., 2011. № 141. С. 114–123.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Завалин А. А., Кожемяков А. П. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия. СПб.: Химиздат, 2010. 64 с.
- Карпушкина С. А. Применение Microsoft Excel для статистического анализа данных медико-биологических исследований. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2001. 152 с.
- Лебедев В. Н. Минеральное питание, рост и продуктивность горчицы белой (*Sinapis alba* L.) при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб.; Пушкин, 2008. 18 с.
- Лебедев В. Н. Оценка биологической продуктивности действия PGPR *Agrobacterium* и *Flavobacterium* на горчицу белую и горчицу сарептскую // 21 century: fundamental science and technology: Матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. (North Carlestone, USA, 16–17 июня 2014 г.). North Carlestone. 2014. Т. 2. С. 1–3.
- Лебедев В. Н., Воробейков Г. А. Влияние бактериальных препаратов на минеральное питание и продуктивность горчицы белой (*Sinapis alba* L.) // Агрехимия. 2006. № 12. С. 42–46.
- Лебедев В. Н., Ураев Г. А. Оценка эффективности инокуляции семян четырех видов горчицы

ассоциативными азотфиксирующими штаммами ризобактерий // *Фундаментальные исследования*. 2015а. № 2–25. С. 5594–5598.

Лебедев В. Н., Ураев Г. А. Перспективность инокуляции семян горчицы белой и сарептской ассоциативными азотфиксирующими штаммами ризобактерий // *Пермский аграрный вестник*. 2015б. № 11. С. 21–25.

Юргина В. С. Морфофизиологические 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. СПб., 2011. 18 с.

Armstrong E. L., Nicol H. I. Reducing height and lodging in rapeseed with growth regulators // *Australian J. of Experimental Agriculture*. 1991. Vol. 31. P. 245–250.

Hall J. L., Williams L. E. Assimilate transport and partitioning in fungal biotrophic interactions // *Australian J. Plant Physiology*. 2000. Vol. 27. P. 549–560.

Поступила в редакцию 19.01.2016

References

Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methods of field tests (with the fundamentals of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 351 p.

Karpushkina S. A. Primenenie Microsoft Excel dlya statisticheskogo analiza dannykh mediko-biologicheskikh issledovaniy [Application of Microsoft Excel for statistical analysis of biomedical research data]. Saransk: Izd-vo Mordovskogo un-ta, 2001. 152 p.

Lebedev V. N., Uraev G. A. Otsenka effektivnosti inokulyatsii semyan chetyrekh vidov gorchitsy assotsiativnymi azotfiksiruyushchimi shtammami rizobakterii [Assessment of the effectiveness of seeds inoculation of four kinds of mustard with associative nitrogen-fixing strains of rhizobacteria]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Res.]. 2015а. No. 2 (25). P. 5594–5598.

Lebedev V. N., Uraev G. A. Perspektivnost' inokulyatsii semyan gorchitsy beloi i sarepskoi assotsiativnymi azotfiksiruyushchimi shtammami rizobakterii [The prospects of the effectiveness of seeds inoculation of four kinds of mustard with associative nitrogen-fixing strains of rhizobacteria]. *Permskii agrarnyi vestnik* [Perm Agrarian J.]. 2015b. No. 11. P. 21–25.

Lebedev V. N., Vorobeikov G. A. Vliyanie bakterial'nykh preparatov na mineral'noe pitanie i produktivnost' gorchitsy beloi (*Sinapis alba* L.) [Influence of bacterial preparations on mineral nutrition and productivity of the white mustard (*Sinapis alba* L.)]. *Agrokhimiya* [Agric. Chem.]. 2006. No. 12. P. 42–46.

Lebedev V. N. Mineral'noe pitanie, rost i produktivnost' gorchitsy beloi (*Sinapis alba* L.) pri inokulyatsii semyan assotsiativnymi rizobakteriyami [Mineral nutrition, growth, and productivity of the white mustard (*Sinapis alba* L.) due to seeds inoculation with associative rhizobacteria]: Summary of PhD (Cand. of Agr.) thesis. St. Petersburg; Pushkin, 2008. 18 p.

Lebedev V. N. Otsenka biologicheskoi produktivnosti deistviya PGPR Agrobacterium и Flavobacterium na gorchitsu beluyu i gorchitsu sarepskuyu [Evaluation of biological productivity of the impact of PGPR Agrobacterium and Flavobacterium on the white mustard and Brassica juncea]. *21 Century: Fundamental Science and Technology: Materialy IV Mezhd. nauch.-prakt. konf. (North Carlestone, USA, 16–17 iyunya 2014 g.)*. [21 Century: Fundamental Science and Technology: Proceed. of IV Int. Scientific Practical Conf. (North Carlestone,

USA, June 16–17, 2014). North Carlestone. 2014. Vol. 2. P. 1–3

Vorobeikov G. A., Bredikhin V. N., Lebedev V. N., Yurgina V. S. Biologiya kriticheskogo perioda rasteniy v usloviyakh narusheniya vlazhnosti pochvy [Critical period biology of plants in disturbed conditions of soil moisture]. *Izvestiya RGPU im. A. I. Gertsena* [Izvestia: Herzen Univ. J. Humanities Sci.]. 2015. No. 173. P. 49–53.

Vorobeikov G. A., Dmitrieva O. M., Pavlova T. K., Lebedev V. N. Povyshenie urozhainykh pokazatelei red'ki maslichnoi putem inokulyatsii semyan assotsiativnymi rizobakteriyami [The increase of oil radish productive indicators by means of seeds inoculation with associative rhizobacteria]. *Fiziologicheskie i molekulyarno-geneticheskie aspekty sokhraneniya bioraznobraziya: tezisy dokladov Mezhdunarodnoi konferentsii (Vologda, 19–23 sentyabrya 2005 g.)* [Physiological and Molecular Genetic Aspects of Biodiversity Conservation: Abs. of the Int. Conf. (Vologda, September 19–23, 2005)]. Vologda, 2005. 37 p.

Vorobeikov G. A., Lebedev V. N. Produktivnost' gorchitsy beloi pri inokulyatsii semyan assotsiativnymi bakterial'nymi shtammami [The productivity of white mustard due to seeds inoculation with associative bacterial strains]. *Kormoproizvodstvo* [Forage Prod. J.]. 2007. No. 10. P. 24–26.

Vorobeikov G. A., Pavlova T. K., Kondrat S. V., Lebedev V. N., Yurgina V. S., Muratova R. R., Makarov P. N., Dubenskaya G. I., Khmelevskaya I. A. Issledovanie effektivnosti shtammov assotsiativnykh rizobakterii v posevakh razlichnykh vidov rasteniy [The research of more effective strains of associative rhizobacteria in crops of various plant species] *Izvestiya RGPU im. A. I. Gertsena* [Izvestia: Herzen Univ. J. Humanities Sci.]. 2011. No. 141. P. 114–123.

Yurgina V. S. Morfofiziologicheskie osobennosti i produktivnost' red'ki maslichnoi (*Raphanus sativus* L. var. *oleifera* Metzg) pri inokulyatsii semyan assotsiativnymi rizobakteriyami v usloviyakh normal'nogo uvlazhneniya i pochvennoi zasukhi [Morphological and physiological features and productivity of the oil radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleifera* Metzg) due to seeds inoculation with associative rhizobacteria in normal soil moisture and drought]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. St. Petersburg, 2011. 18 p.

Zavalin A. A., Kozhemyakov A. P. Novye tekhnologii proizvodstva i primeneniya biopreparatov kompleksnogo deistviya [New technologies of production and

application of biological preparations of complex effect]. St. Petersburg: Khimizdat Publ., 2010. 64 p.

Armstrong E. L., Nicol H. I. Reducing height and lodging in rapeseed with growth regulators. *Australian J. of Experimental Agriculture*. 1991. Vol. 31. P. 245–250.

Hall J. L., Williams L. E. Assimilate transport and partitioning in fungal biotrophic interactions. *Australian J. Plant Physiology*. 2000. Vol. 27. P. 549–560.

Received January 19, 2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Лебедев Виталий Николаевич

доцент каф. ботаники, к. с.-х. н.
Российский государственный педагогический университет
им. А. И. Герцена
наб. р. Мойки, 48, Санкт-Петербург, Россия, 191186
эл. почта: antares-80@yandex.ru

Воробейков Геннадий Александрович

профессор каф. ботаники, д. с.-х. н.
Российский государственный педагогический университет
им. А. И. Герцена
наб. р. Мойки, 48, Санкт-Петербург, Россия, 191186
эл. почта: antares-80@yandex.ru

CONTRIBUTORS:

Lebedev, Vitalii

Herzen State Pedagogical University of Russia
48 Nab. Moiki, 191186 St. Petersburg, Russia
e-mail: antares-80@yandex.ru

Vorobeikov, Gennadii

Herzen State Pedagogical University of Russia
48 Nab. Moiki, 191186 St. Petersburg, Russia
e-mail: antares-80@yandex.ru