

УДК 581.1:631.8

## РОЛЬ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА И АССОЦИАТИВНЫХ РИЗОБАКТЕРИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ ROLE OF MINERAL NITROGEN AND ASSOCIATIVE RHIZOBACTERIA IN PRODUCTIVITY FORMATION OF A RADISH OLIVE

**В.С. Юргина, Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена, 191186, Россия, Санкт-Петербург, Наб. р. Мойки, 48, тел.: (911) 088-83-59, e-mail: verayurgina@yandex.ru**  
**V.S. Yurgina, Russian Herzen State Pedagogical University, 191186, Russian Federation, St.-Petersburg, quay of the Moyka river, 48, tel.: (911) 088-83-59, e-mail: verayurgina@yandex.ru**

Рассматривается значение минерального азота для повышения эффективности растительно-бактериальной ассоциации и увеличения продуктивности редьки масличной. Показано, что на малогумусированной дерново-подзолистой почве с внесением фосфорных и калийных удобрений ( $P_{60}K_{60}$ ) продуктивность растений при инокуляции штаммами ризобактерий снижалась на 13—19% по сравнению с контрольными растениями (без инокуляции). На фоне полного минерального удобрения ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) урожай у инокулированных растений увеличился на 25—29%.

**Ключевые слова:** ассоциативные ризобактерии, минеральный азот, редька масличная.

Mineral nitrogen significance for efficiency increase of plant-bacterial association and productivity formation of a radish olive was considered. It is shown that on poor nitric soil with entering of phosphoric and potash fertilizers ( $P_{60}K_{60}$ ) plant productivity after seeds inoculation of rhizobacteria has decreased on 13—19% in comparison with control plants (without inoculation). On the contrary full mineral fertilizer ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) in the inoculated plants caused the crop augment on 25—29%.

**Key words:** associative rhizobacteria, mineral nitrogen, radish olive.

Редька масличная (*Raphanus sativus L. var. oleifera Metzg*) — малораспространенная и перспективная кормовая, лекарственная, медоносная, сидеральная и техническая культура. Повышение ее продуктивности с применением экологически чистых и энергосберегающих технологий выращивания имеет большое практическое значение.

Для увеличения урожайности небобовых культур, в том числе редьки масличной, в настоящее время пристальное внимание уделяется использованию биологических препаратов на основе отобранных штаммов ассоциативных ризобактерий. Для установления эффективных ассоциативных взаимоотношений между растениями и микроорганизмами необходимо не только тщательный подбор к каждой культуре и даже сорту соответствующего штамма, но и оптимальное обеспечение растительно-бактериальной ассоциации элементами минерального питания [3, 4].

Одним из факторов, влияющих на эффективность ассоциации, являются азотные минеральные удобрения. Установлено, что высокие дозы азота (100—150 кг/га) могут подавлять ассоциативную азотфиксацию. Однако на фоне оптимальных доз азотных удобрений для конкретной культуры азотфиксация на 30—45% выше, чем без них [3]. Известно, что для создания эффективного бобово-ризобинального симбиоза необходимо внесение при посеве небольших доз азотных удобрений порядка 30—45 кг/га [1]. Однако известны бобовые культуры, которые при обеспечении фосфором, калием и молибденом способны обеспечивать растения симбиотическим азотом без внесения удобрений. Для капустных культур, в частности редьки масличной, роль азотных удобрений в формировании продуктивности при инокуляции ассоциативными штаммами бактерий ранее не изучалась.

В соответствии с вышесказанным, нами были проведены исследования по выявлению эффективности инокуляции семян редьки масличной (сорт Радуга) ассоциативными ризобактериями на фоне полного минерального удобрения и с исключением минерального азота.

Мелкоделяночные полевые опыты были заложены в 2008—2009 гг. на биостанции РГПУ им. А.И. Герцена в поселке Вырица Гатчинского района Ленинградской области. Почвы опытных участков дерново-слабоподзолистые, супесчаные, слабокислые, со средним содержанием усвояемых форм фосфора и калия и количеством гумуса около 1,5%.

На основании ранее проведенных исследований нами было установлено, что оптимальная доза минеральных удобрений для повышения продуктивности редьки масличной составляет  $N_{60}P_{60}K_{60}$  кг/га. Более высокие дозы азота увеличивают накопление нитратов, вызывают полегание и дают недостоверную прибавку урожая сырой и сухой массы [2]. В связи с этим эффективность бактериальных препаратов устанавливали на двух фонах минерального питания: 1 —  $P_{60}K_{60}$  (с исключением азота), 2 —  $N_{60}P_{60}K_{60}$  из расчета в кг/га.

Для предпосевной инокуляции семян использовали препарат на основе штамма 5С-2 *Variovorax paradoxus* (далее 5С-2), мизорин (*Arthrobacter myrosens*, шт. 7) и флавобактерин (*Flavobacterium sp.*, шт. Л30), которые были отобраны ранее в серии лабораторных (в чашках Петри) и вегетационных опытов как лучшие из 10. Препараты предоставлены ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (Санкт-Петербург — Пушкин). Повторность опытов 4-кратная. Определялись основные биометрические характеристики растений, содержание общего хлорофилла фотоколориметрическим методом и продуктивность зеленой массы. Статистическая обработка производилась принятыми в такого рода исследованиях методами с использованием Microsoft Excel.

Результаты выращивания растений редьки масличной, семена которых были инокулированы при посеве бактериальными препаратами, на фоне РК (с исключением азота) представлены в таблице 1. В фазу активного цветения обработанные растения по высоте незначительно превышали контрольные (на 1—7%). Наибольший результат был получен в варианте с 5С-2 (107%). Количество листьев при уборке составляло около 4—5 шт./растение. При этом в контрольном варианте среднее количество листьев было выше, чем у опытных растений, что в конечном итоге сказалось на продуктивности растений.

У опытных растений снизилась площадь листовой поверхности. Инокуляция семян 5С-2 привела к уменьшению данного показателя на 25%. При использовании мизорина и флавобактерина также отмечено сокращение площади листьев на 21% и 14% соответственно. Содержание хлорофилла у обработанных растений оказалось ниже, чем у контрольных. При бактеризации семян 5С-2 наблюдалось снижение данного параметра на 8%, мизорином и флавобактерином — на 12%. В связи с этим продуктивность зеленой массы у опытных растений была на 13—19% ниже, чем у контрольных растений.

**Таблица 1. Морфофизиологические особенности и продуктивность редьки масличной при инокуляции ассоциативными штаммами ризобактерий на разном азотном фоне**

	Высота		Содержание хлорофилла		Площадь листьев 1 растения		Сырая масса растений	
	см	% к контролю	%	% к контролю	см <sup>2</sup>	% к контролю	т/га	% к контролю
<b>P<sub>60</sub> K<sub>60</sub></b>								
Контроль	81,5	100	0,25	100	211,7	100	30,8	100
5С-2	87,0	107	0,23	92	158,0	75	25,3	82
Мизорин	84,2	103	0,22	88	167,6	79	26,7	87
Флаво-бактерин	82,6	101	0,22	88	181,2	86	25,1	81
НСР05	5,2		0,02		39,9		2,7	
SX0	2,1		2,8		7,4		3,3	
<b>N<sub>60</sub> P<sub>60</sub> K<sub>60</sub></b>								
Контроль	101,7	100	0,30	100	179,5	100	38,3	100
5С-2	108,2	106	0,38	127	242,2	135	49,3	129
Мизорин	105,3	104	0,34	113	261,6	146	48,5	127
Флаво-бактерин	104,4	103	0,40	133	216,8	121	47,5	125
НСР05	2,2		0,02		54,0		3,9	
SX0	0,6		1,8		6,9		2,4	

Таким образом, обработка семян ассоциативными штаммами бактерий на бедном азотном фоне не только не повышает накопление биомассы исследуемых растений, но и приводит к ее снижению.

Анализ данных опыта по инокуляции семян редьки масличной бактериальными препаратами на фоне полного минерального удобрений (NPK), включающего азот, выявил иные результаты.

Высота растений в фазу укосной спелости была значительно выше, чем у растений на фоне РК. При этом внесение ассоциативных штаммов обеспечило увеличение данного показателя всего на 3—6%, что практически не отличается от аналогичного показателя у растений, выросших без азота. Следовательно, прирост в высоту обеспечило только внесение азотных удобрений. Количество листьев у опытных растений также было незначительно больше, чем у контрольного варианта, и составляло в среднем 5—6 шт./растение.

#### Литература

1. Биопрепараты в сельском хозяйстве. (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). Отв. ред. И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов. — М., 2005. — 154 с.
2. Воробейков Г.А., Царенко В.П., Юргина В.С., Киселев М.В. Влияние возрастающих доз азотных удобрений на продуктивность и качество капустных сидеральных культур // Международный агропромышленный комплекс (материалы для обсуждения). — СПб., 2009. — С. 99—100.
3. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. — М.: Издательство ВНИИА, 2005. — 302 с.
4. Кожемяков А.П., Проворов Н.А., Завалин А.А., Шотт П.Р. Оценка взаимодействия сортов ячменя и пшеницы с ризосферными ростстимулирующими бактериями на различном азотном фоне // Агрохимия. — 2004. — № 3. — С. 33—40.

Однако площадь листьев у инокулированных растений значительно превышала контрольный показатель. Наилучшие результаты отмечены в варианте с мизорином (146%) и 5С-2 (135%). При этом листовая поверхность была на 67% и 60% выше, чем у соответствующих растений, выросших на бедном азотном фоне. При инокуляции семян флавобактерином на фоне полного минерального удобрения данный показатель был выше на 35% по сравнению с аналогичным вариантом на фоне РК. Таким образом, увеличение площади листьев на фоне NPK произошло не только за счет внесения минерального азота, но и в большей степени за счет ростстимулирующей деятельности используемых ризобактерий.

При обработке семян мизорином, 5С-2 и флавобактерином увеличилось содержание хлорофилла на 13%, 27% и 33% соответственно по отношению к контролю, что позволяет предположить усиление фотосинтетических процессов у опытных растений. Причем данный показатель превышал аналогичные параметры растений соответствующих вариантов на фоне РК на 25%, 35% и 45%. Следовательно, повышение содержания хлорофилла на фоне NPK также является следствием деятельности интродуцируемых бактерий.

В связи с этим урожай зеленой массы у растений на фоне полного минерального удобрения вырос на 25—29%. Инокуляция семян 5С-2 обеспечила прибавку урожая в сравнении с аналогичными вариантами, выросшими с исключением азота, — на 47%, флавобактерином — на 44%, мизорином — на 40%.

Таким образом, полученные данные показывают, что при использовании ассоциативных бактерий для повышения продуктивности редьки масличной большое значение имеет первоначальная обеспеченность растений минеральным азотом. Дефицит минерального азота в почве, вероятно, усиливает конкуренцию за него как между интродуцируемыми ризобактериями и аборигенной микрофлорой, так и между ризосферными бактериями и растениями. Кроме того, при дефиците азота в растениях затормаживается формирование листовой поверхности, снижаются фотосинтетические процессы и ослабляется экзосмос ассимилятов корневой системой, необходимых для питания бактерий и установления эффективных взаимоотношений в растительно-бактериальной ассоциации. В результате растения оказываются более слабыми в конкуренции за азот, что приводит к торможению ростовых процессов и снижению продуктивности. Наоборот, при внесении оптимальных доз минерального азота устанавливаются взаимовыгодные отношения в системе «растение-бактериальный штамм», что приводит к стимуляции ростовых процессов растений и повышению их продуктивности. □