

## **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ГОРЧИЦЫ ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН РИЗОБАКТЕРИЯМИ**

*Работа представлена кафедрой ботаники.*

*Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Г. А. Воробейков*

**В вегетационных и полевых опытах с тремя сортами горчицы белой установлена перспективность применения ассоциативных ризобактерий для стимуляции всхожести семян, усиления ростовых процессов, улучшения минерального питания растений и повышения продуктивности растений. Наилучшие результаты получены при использовании бактериальных препаратов: мизорина (*Arthrobacter mysorens*, штамм 7) и флавобактерина (*Flavobacterium sp.*, штамм Л 30), что позволяет рекомендовать их при выращивании горчицы белой на дерново-подзолистых почвах.**

**On the basis of the vegetative and field experiments with the three sorts of white mustard, the author comes to the conclusion about the availability of the associative rhizobacteriums' application for stimulating the germination capacity, strengthening growth processes, improvement of plants' mineral nutrition and increase of plant productivity. The best results have been received in using the bacteria preparations: *Arthrobacter mysorens* (strain 7) and *Flavobacterium sp.* (strain L 30), which allows to recommend them at cultivating white mustard on soddy-podzolic soil.**

Одной из ценных сельскохозяйственных культур из семейства капустных, имеющей масличное, кормовое и медоносное значение, является горчица белая – *Sinapis alba* L.<sup>1</sup> В последние годы интерес к ней возрос и по другим причинам. В связи с сокращением видового и сортового разнообразия полевых культур, что в целом приводит к ухудшению санитарно-экологического состояния почв и снижению их плодородия, усиливается роль посевов горчицы как си-

деральной культуры, способной обогащать почву усвояемыми формами азота и фосфора, и ингибировать развитие многих инфекций и паразитических нематод. Важным фактором экономически и экологически выгодного расширения посевов этой культуры является разработка и применение современных технологий ее выращивания.

Одним из перспективных приемов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является предпосевная иноку-

ляция семян бактериальными штаммами ассоциативных бактерий<sup>2</sup>, способных стимулировать ростовые процессы растений<sup>3</sup>, улучшать их минеральное питание<sup>4</sup>, защищать от ряда инфекций и повышать устойчивость к неблагоприятным воздействиям<sup>5</sup>.

Вместе с тем для каждого вида и даже сорта растений необходим подбор своего штамма, который наиболее соответствует биологическим особенностям растительного организма, особенно специфике корневых выделений, определяющей приживаемость штамма в ризосфере<sup>6</sup>.

Цель наших исследований заключалась в изучении влияния инокуляции семян горчицы белой ассоциативными бактериальными штаммами на всхожесть семян, ростовые процессы, минеральное питание и продуктивность растений. Работа выполнена на биостанции РГПУ им. А. И. Герцена (Ленинградская область, пос. Вырица). Растения выращивали в вегетационных сосудах и мелкоделяночных полевых опытах. В течение трех лет (2004–2006 гг.) было проведено по два посева горчицы (весенний и летний). В опытах изучались три сорта горчицы белой: Чергинская (к-4219), Grisilba (к-4258) и Kirbi (к-4261), предоставленные отделом масличных культур ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова. Для инокуляции семян использовались бактериальные препараты, изготовленные в лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии: агрофил (*Agrobacterium radiobacter*, штамм 10), азоризин (*Azospirillum lipoferum*, штамм 137), бактосан (*Bacillus subtilis*, Ч-13), мизорин (*Arthrobacter mysorens*, штамм 7), мобилин (*Klebsiella mobilis*, штамм П 880), ризоагрин (*Agrobacterium radiobacter*, штамм 204), флавобактерин (*Flavobacterium sp.*, штамм Л 30), псевдомонас (*Pseudomonas fluorescens*, П 1040), алкалигенес (*Alcaligenes xylosoxidans*). Впоследствии из данного набора бактериальных препаратов по результатам лабораторных опытов были отобраны четыре препарата (агрофил, бактосан, мизорин и фла-

вобактерин), которые использовались при постановке вегетационных и полевых опытов. Вегетационные опыты проводили в сосудах, вмещавших 6 кг почвы. Азотные, фосфорные и калийные удобрения вносили по 0,1 г д.в. на 1 кг почвы. В полевых опытах минеральные удобрения вносили перед посевом из расчета по 60 кг NPK/га. Содержание азота, фосфора и калия в растениях определяли после мокрого озоления с использованием ФЭК по общепринятой методике<sup>7</sup>.

В ходе эксперимента проводились наблюдения за ростовыми процессами. Учитывали высоту растений, облиственность, площадь листьев и накопление сухого вещества разными органами.

Из показателей водного режима определяли: общую оводненность, интенсивность транспирации, дефицит воды в листьях и водоудерживающую способность растений<sup>8</sup>.

Установлено, что инокуляция семян бактериальными препаратами стимулирует их всхожесть и рост проростков. В вегетационных опытах максимальная всхожесть была отмечена при обработке мизорином (87,5–93,0%) и флавобактерином (86,0–93,5%), что согласуется с данными полевых опытов (74,3–75,9% и 69,7–74,9%, соответственно). В контрольных вариантах всхожесть была сравнительно низкой, как в вегетационном (69,5–71,5%), так и в полевом (62,6–62,9%) опытах.

Положительное влияние бактериальных препаратов проявлялось также на облиственности, т. е. в увеличении массы листьев по отношению к массе всего растения<sup>9</sup>. В полевом опыте при обработке семян мизорином облиственность в фазу бутонизации достигала 0,55, в контроле (без инокуляции) – 0,42. Следует отметить, что наибольшая облиственность характерна для весенних посевов горчицы. К фазе цветения за счет увеличения длины и диаметра междоузлий, а также отмирания нижних листьев происходит сокращение облиственности растений.

Питание растений непосредственно связано с ризосферой, т. е. с зоной контакта между корешками растения и частичками почвы. Поэтому существует связь продуктивности растений с массой корневой системы. Это объясняется тем, что увеличение биомассы корней повышает поступление в растения элементов питания и стимулирует их рост вследствие продуцирования ризосферой и корневой системой витаминов и гормональных соединений.

В вегетационных опытах при обработке семян растений бактериальными препаратами нами отмечено увеличение общих разме-

ров корневой системы растений<sup>10</sup>. Максимальное ее увеличение проявилось при использовании мизорина (до 140,8%) и флавобактерина (до 139,4%), т. е. тех препаратов, которые стимулировали ее развитие на начальных этапах органогенеза. В других вариантах масса корневой системы составила: агрофил – 142%, бактосан – 123%.

Изменение мощности корневой системы отразилось на показателях водного режима растений. Выявлено, что оводненность листьев неинокулированных растений была ниже, чем в опытных вариантах, особенно с мизорином (рис. 1).

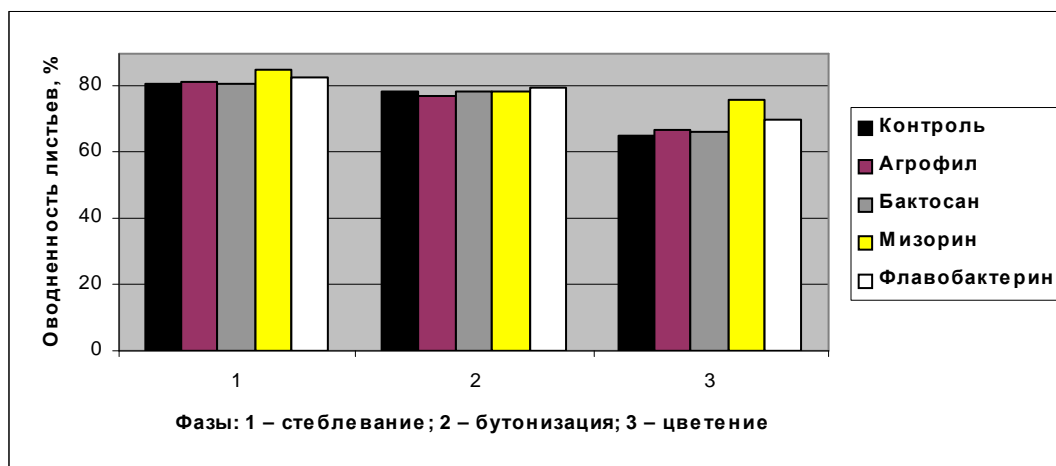


Рис. 1. Оводненность листьев горчицы сорта Grisilba (среднее за 2004–2006 гг.)

Инокуляция семян бактериальными препаратами, особенно мизорином и флавобактерином, уменьшает водный дефицит (до 2,3–24,5 и 7,7–32,8% соответственно; в контроле она составила 15,1–44,0%), несколько снижает интенсивность транспирации и повышает водоудерживающую способность растений.

Бактериальные препараты оказали положительное влияние на накопление органического вещества горчицей (табл. 1). Урожай зеленой массы учитывали в фазе полного цветения укосным методом. Выход сухого вещества определяли в средней пробе зеленой массы горчицы после высуши-

вания. Перевод урожая зеленой массы с деланки (учетная площадь 1 м<sup>2</sup>) на сухое вещество в ц/га проводился расчетным путем. В среднем в шести посевах, за три года исследований, наибольшая продуктивность растений наблюдалась при использовании мизорина и флавобактерина, что совпало с данными вегетационных опытов. Прибавка сухой массы в этих вариантах составила от 136,0 до 148,0% (мизорин) и от 136,0 до 142,7% (флавобактерин). В вегетационных опытах наибольшая прибавка сухого вещества в среднем по трем сортам горчицы составила относительно контроля 136,0–137,8% и 128,1–133,8%, соответственно.

Таблица 1

Накопление сухого вещества надземными органами горчицы белой (полевой опыт, ц/га, среднее за 2004–2006 гг.)

Варианты	Чергинская		Grisilba		Kirbi	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Контроль	84,3 ± 5,7	100,0	59,5 ± 16,2	100,0	60,8 ± 17,5	100,0
Агрофил	112,0 ± 7,1	132,9	73,6 ± 19,7	123,7	73,1 ± 21,6	120,2
Бактосан	109,3 ± 6,3	129,7	72,1 ± 17,2	121,2	75,2 ± 21,0	123,7
Мизорин	124,8 ± 8,2	148,0	87,2 ± 26,9	146,6	82,9 ± 25,2	136,3
Флавобактерин	120,3 ± 8,6	142,7	81,1 ± 23,8	136,3	82,7 ± 25,0	136,0
<i>HCP<sub>05</sub></i>	8,6	–	10,8	–	9,7	–

Известно, что бактериальные препараты, изготовленные на основе ризосферных микроорганизмов, способны улучшать минеральное питание растений<sup>11</sup>. Нашими опытами выявлено, что на содержание ос-

новных минеральных элементов заметное влияние оказала обработка мизорином и флавобактерином. У этих растений содержание азота и фосфора увеличивается до 26%, а калия – до 20% (табл. 2).

Таблица 2

Концентрация NPK в надземной части горчицы белой, в % от сухой массы (полевые опыты, среднее за 2004-2005 гг.)

Бактериальные препараты	Чергинская			Grisilba			Kirbi		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	2,1	1,1	2,4	2,0	1,0	2,1	1,8	1,1	2,7
Агрофил	2,2	1,5	3,9	2,1	1,4	2,7	1,9	1,5	4,1
Бактосан	2,4	1,5	3,1	2,2	1,4	2,6	2,2	1,5	3,1
Мизорин	2,5	1,8	4,3	2,4	1,5	3,3	2,3	1,6	3,4
Флавобактерин	2,6	1,7	3,1	2,5	1,5	3,0	2,5	1,5	3,9
<i>HCP<sub>05</sub></i>	0,1	0,4	0,4	0,1	0,5	0,4	0,1	0,5	0,5

**Выводы.** 1. Инокуляция семян бактериальными препаратами стимулирует ростовые процессы растений горчицы белой, начиная с первых этапов их развития. Из 9 исследованных штаммов бактерий наиболее эффективными при выращивании горчицы на дерново-подзолистых почвах оказались *Arthrobacter mysorens*, штамм 7 (препарат мизорин) и *Flavobacterium sp.*, штамм Л 30 (препарат флавобактерин).

2. Применение отобранных нами бактериальных препаратов способствует усиле-

нию ростовых процессов растений, оптимизации водного режима, минерального питания и повышению продуктивности горчицы на 10–40%. Кроме того, их использование позволяет не только повысить урожайность посевов и улучшить качество растительной продукции, но и в результате увеличения массы корней, снижения доз минеральных удобрений и усиления микробиологических процессов в ризосфере растений и почве оптимизировать экологическое состояние окружающей среды.

**ПРИМЕЧАНИЯ**

<sup>1</sup> *Кутузова С. Н., Гаврилова В. А., Щелко Л. Т. и др.* Масличные культуры для пищевого использования в России. СПб.: ВИР, 1998.

<sup>2</sup> *Воробейков Г. А.* Микроорганизмы, урожай и биологизация земледелия. СПб., 1998.

<sup>3</sup> *Завалин А. А.* Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: ВНИИА, 2005.

<sup>4</sup> *Кацы Е. И.* Молекулярно-генетические процессы влияющие на ассоциативное взаимодействие с растениями. Саратов: Изд-во СарГУ, 2003.

<sup>5</sup> *Тихонович Н. А., Кожемяков А. П., Чеботарь В. К. и др.* Биопрепараты в сельском хозяйстве. М.: 2005.

<sup>6</sup> Практикум по агрохимии / Под ред. Б. А. Ягодина. М.: Агропромиздат, 1987.

<sup>7</sup> *Кацы Е. И.* Указ. соч.

<sup>8</sup> *Тихонович Н. А., Кожемяков А. П., Чеботарь В. К. и др.* Указ. соч.

<sup>9</sup> Практикум по агрохимии / Под ред. Б. А. Ягодина.

<sup>10</sup> *Третьяков Н. Н.* Практикум по физиологии растений. М.: Колос, 1990.

<sup>11</sup> *Лебедев В. Н., Воробейков Г. А.* Минеральное питание и продуктивность горчицы белой (*Sinapis alba* L.) при обработке бактериальными препаратами // Агрохимия. 2006. № 12. С. 42–46.