

9. Немченко, В.В. Протравливание семян – первая ступень получения защищенного и продуктивного агроценоза / В.В. Немченко и [др.] // Защита растений и карантин. – 2014. – №3. – С. 22-24.

10. Буга, С.Ф. Биологическое обоснование эффективности химической защиты кукурузы от болезней (рекомендации) / С.Ф. Буга, А.Г. Жуковский, Т.Н.Жердецкая. – Минск: Институт защиты растений, 2012. –52 с.

COMPARATIVE EFFICIENCY OF INSECTICIDE AND FUNGICIDE PROTECTANTS FOR MAIZE SEEDS

N.F. Nadtochaev, N.L. Kholodinskaya, G.N. Kurkina, D.N. Volodzkjn

The paper deals with the results of three-year-old research on the influence of presowing seeds protection from pests and diseases on their germination, plant survival and maize yield. It's determined that the insecticide protectants Poncho and Taboo, the fungicide protectant Maxim XL demonstrate higher biological and economic effectiveness than the insecticide protectant Leatrin and fungicide protectants Vershina and Vial-TT.

УДК 633,853.494«324»:579.64:631.559

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ИНКРУСТАЦИИ СЕМЯН ОЗИМОГО РАПСА

*Я.Э. Пилюк, В.М. Белявский, Е.П. Решетник, Т.Н. Лукашевич, кандидаты с.-х. наук, З.М.Алещенко**, доктор биол. наук, *Г.В.Сафронова**, канд. биол. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

*Институт микробиологии НАН Беларуси

(Поступила 29.04.2019)

Рецензент: Бруй И.Г., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье приведены результаты изучения влияния инкрустации семян препаратами азотфиксирующе-фосфатмобилизующего действия на параметры растений и урожайность озимого рапса. Установлено, что обработка микробными препаратами способствовала увеличению урожайности (на 10,8-21,5%) и повышению эффективности возделывания культуры. Себестоимость полученной продукции уменьшилась за счет инкрустации семян с 31,5 (контроль) до 26,9 руб./ц (при инкрустации препаратом Гордебак), или на 14,6%.

В настоящее время в мире наблюдается устойчивая тенденция к снижению в сельском хозяйстве высоких доз химических средств и замене их на более экономичные и экологически чистые, то есть переход на ресурсосберегающие технологии. Одним из путей решения этой задачи является частичная, а в отдельных случаях и полная замена традиционных минеральных удобрений и средств защиты растений на микробиологические препараты, способные за счет жизнедеятельности микроорганизмов обеспечивать питание растений азотом и фосфором, улучшать их развитие, оказывать фитосанитарный эффект и, в итоге, повышать урожайность [7].

Путем рационального использования симбиотрофных и ассоциативных азотфиксирующих бактерий в развитых странах мира сокращают на 25-40% по-

требление минеральных азотных удобрений на 1/3 посевных площадей зерновых и зернобобовых культур [12].

В Беларуси исследования по всем этим направлениям проводятся в Институте микробиологии НАН с прикладным изучением на сельскохозяйственных культурах, в том числе и на рапсе озимом в опытах Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию.

Значение азотфиксации при ассоциативных взаимоотношениях небобовых культур в целом меньше, чем при симбиозе у бобовых, и составляет 20-40% их потребности в азоте. Однако, потенциал азотфиксации велик и по данным М. М. Умарова [9] у некоторых культур размеры азотфиксации достигают 200-600 кг/га азота. Микроорганизмы, обеспечивающие ассоциативную азотфиксацию, широко распространены в природе и являются представителями многих родов микроорганизмов: *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Clostridium*, *Beijerinckia*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Derxia*, *Enterobacter*, *Erwinia* и др.

Значение несимбиотических diaзотрофов долгое время недооценивалось, считалось, что их вклад в пополнение азотного фонда почвы остается незначительным. В настоящее время в науке накоплен большой экспериментальный материал по ассоциативной азотфиксации, попыткам ее усиления и практического использования при возделывании многих культур: пшеницы, ячменя, кукурузы, риса, картофеля, кормовых трав и овощных культур [1, 9].

Помимо азота урожайность растений лимитируется дефицитом второго по значимости элемента питания – фосфора, валовые запасы которого в почвах достигают 10-20 т/га [4]. Из фосфорных удобрений используется лишь 25% фосфора, а в результате микробиологической фосфатмобилизации из трудно-растворимых фосфатов освобождается от 10 до 40% P_2O_5 [10].

Установлено, что фосфатмобилизирующие микроорганизмы являются представителями рода *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Agrobacterium* и более широко представлены в ризосфере почвы [9, 11]. Кроме азотфиксирующей и фосфатмобилизирующей способности почти все diaзотрофы и некоторые виды фосфатмобилизирующих бактерий благотворно влияют на растения, стимулируя их ростовые и органосинтетические процессы. Это происходит в силу нескольких причин: 1) выделение микроорганизмами витаминов и фитогармонов; 2) продуцирование ими антибиотиков, ингибирующих развитие патогенов [3]; 3) перевод минеральных элементов в доступную для корней форму [5, 6, 8].

Анализ рассмотренных выше литературных данных позволяет сделать вывод о большом интересе и перспективе изучения и использования diaзотрофных и фосфатмобилизирующих бактерий в качестве инокулятов сельскохозяйственных культур.

В своих опытах влияние бактеризации на микрофлору ризосферной почвы и корней рапса при применении микроорганизмов, обладающих антифунгальным действием, мы устанавливали по плотности заселения корней и почвы микромицетами (по В. И. Билай [2]).

В настоящее время в сельском хозяйстве наблюдается устойчивая тенденция по снижению нагрузки на окружающую среду – уменьшение доз химиче-

ских удобрений и пестицидов и замену их экологически чистыми продуктами. Одним из таких направлений является использование потенциала почвенной и ризосферной микрофлоры, среди которой существенное место занимают азотфиксирующие и фосфатмобилизующие микроорганизмы, а также препараты и удобрения на их основе. Интродуцированные в составе микробных препаратов и биоудобрений природные штаммы азотфиксаторов и фосфатмобилизаторов играют важную роль в росте и развитии растений, обеспечивая минеральное питание, защиту от патогенов, адаптацию к стрессам и др. Они предохраняют почвы от истощения, восстанавливают плодородие и поддерживают биологическое разнообразие микробно-растительных сообществ. Применение биопрепаратов и биоудобрений является альтернативой минеральным удобрениям и пестицидам и имеет важное экологическое значение в охране окружающей среды.

В связи с вышеизложенным, актуальным является оценка и отбор наиболее эффективных препаратов, способов, норм расхода и сроков их внесения и разработка на этой основе технологии повышения продуктивности озимого рапса.

Объекты и методы исследования. Исследования проводили в 2017-2018 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве опытного поля РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» Смолевичского района Минской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 0,5-0,7 м мореной. Мощность пахотного горизонта 20-22 см. Содержание гумуса – 2,03-2,34%, P₂O₅ – 225-234 мг, K₂O – 182-205 мг/кг почвы, pH – 6,02-6,14. В качестве объектов исследований использовали озимый рапс сорта *Imperial* с целью изучения влияния инкрустации семян микробными препаратами на его урожайность и качество. Изучались три микробных препарата – Агромик, Бактопин и Гордебак.

Агромик – препарат на основе ассоциативного азотфиксирующего штамма *Rhizobium rhizogenes* БИМ В-486Д и фосфатмобилизующего штамма *Pseudomonas lini* БИМ В-485Д смешанных в соотношении 1:1 и 1,0% инокулюма арбускулярно-микоризных грибов (АМГ) рода *Glomus*.

Бактопин создан на основе совместно культивируемых бактерий ассоциативного диазотрофа *Rahnella aquatilis* БИМ В-704Д и гетеротрофного ростстимулирующего фосфатмобилизующего микроорганизма *Pseudomonas putida* БИМ В-702Д в соотношении, близком к равновесному (бактериальная составляющая) и 1,0% инокулюма арбускулярно-микоризных грибов (АМГ) рода *Glomus* (микотрофная составляющая).

Гордебак получен путем совместного глубинного культивирования ассоциативного азотфиксирующего микроорганизма *Enterobacter sp.* В-402Д и фосфатмобилизующего микроорганизма *Enterobacter sp.* В-409Д.

Обработка семян препаратами проводилась непосредственно перед посевом. Препараты применяли для предпосевной обработки в норме 4 л/т, расход рабочего раствора 10 л/т. Учетная площадь делянки 10 м², повторность 4-кратная. Норма высева 0,8 млн всхожих семян на гектар. Посев проводился в оптимальные сроки. Предшественник – зерновые культуры. Фосфорные удобрения (двойной суперфосфат) вносили из расчета 80 кг/га д.в. и калийные (хлористый калий) – 120 кг/га д.в. и куриный помет 10 т/га осенью под вспашку

общим фоном. Азотные удобрения (карбамид) вносили весной в виде подкормок: первая – при возобновлении вегетации рапса озимого из расчета 90 кг/га д.в., вторая – через две недели после первой – 60 кг/га д.в. Агротехника выращивания озимого рапса общепринятая для региона.

Метеорологические условия в период проведения исследований отличались от среднесезонных показателей, особенно по количеству атмосферных осадков, что позволило более объективно оценить действие микробных препаратов на основе азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов при инкрустации семян озимого рапса.

Уход за посевами проводили согласно требованиям отраслевого технологического регламента возделывания озимого рапса. Перед уборкой на каждом варианте отбирали сноповый образец для определения элементов структуры урожая (число стручков на центральной кисти, боковых побегах и растении в целом, число семян в стручке). Учет урожая проводили методом сплошного обмолота малогабаритным комбайном Неже по делянкам с пересчетом на 100% чистоту и 9% влажность. Масса 1000 семян определялась из высушенных и очищенных образцов. Содержание масла и белка определяли на инфракрасном анализаторе NIRS 5000, глюкозинолатов на КФК-3 с использованием палладиевого реактива.

Результаты и обсуждение. Одним из эффективных и технологичных защитно-стимулирующих способов повышения продуктивности растений является предпосевная обработка семян. Нами изучена сравнительная эффективность предпосевной обработки микробными препаратами Агромик, Бактопин и Гордебак семян озимого рапса.

Наблюдения и учеты показали, что инокуляция семян в 2017-2018 гг. положительно повлияла на основные параметры растений: диаметр корневой шейки при внесении всех изучаемых микробных препаратов увеличился на 0,3 см или 25%; количество ветвей – на 26-29%; число стручков на растении – на 40-44%.

При инокуляции семян микробными препаратами азотфиксирующе-фосфатмобилизирующего действия на урожайность маслосемян озимого рапса превысила контроль по всем вариантам. Прибавка урожайности озимого рапса в среднем за 2 года по сравнению с вариантом без обработки составила 5,2-10,3 ц/га или 10,8-21,5%. Максимальная урожайность была при инокуляции препаратом Гордебак с нормой расхода 4 л на 1 т семян (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние инокуляции семян микробными препаратами на урожайность маслосемян озимого рапса

Вариант	Урожайность, ц/га			± к контролю	
	2017 г.	2018 г.	средняя	ц/га	%
Контроль	65,2	30,6	47,9	-	-
Агромик	72,0	34,2	53,1	5,2	10,8
Бактопин	73,6	36,7	55,2	7,3	15,2
Гордебак	77,1	39,3	58,2	10,3	21,5
НСР ₀₅	4,8	3,8			

Анализ влияния инкрустации семян микробными препаратами на жирнокислотный состав семян озимого рапса показал, что при их применении содержание олеиновой кислоты снижается на 0,44-1,85% и практически не изменяется содержание линолевой и линоленовой кислот (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние инокуляции семян микробными препаратами на жирнокислотный состав масла озимого рапса (2018 г.)

Вариант	Пальмитиновая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая	Линоленовая	Арахидоновая	Эйкозеновая	Эруковая
Контроль (без обработки)	5,27	1,88	63,40	18,58	9,42	0,40	0,78	-
Агромик	5,42	1,88	62,96	18,97	9,40	0,36	0,75	-
Бактопин	5,22	1,66	62,56	18,47	9,53	0,36	1,29	-
Гордебак	5,30	1,87	61,55	18,90	9,82	0,38	1,51	-

Использование микробных препаратов азотфиксирующе-фосфатмобилизующего действия при инкрустации семян озимого рапса обеспечило повышение масличности семян по сравнению с контрольным вариантом (без инокуляции) на 0,8-1,9% (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние инокуляции семян микробными препаратами азотфиксирующе-фосфатмобилизующего действия на качество маслосемян озимого рапса (среднее за 2017-2018 гг.)

Вариант	Норма расхода, л/т	Масличность, %	Белок, %	Глюкозинолаты, мкмоль/г
Контроль	4,0	44,1	23,0	17,4
Агромик		45,0	22,5	17,4
Бактопин		46,0	22,2	17,7
Гордебак		44,9	23,0	18,2

Содержание белка в семенах было несколько ниже варианта без обработки, уровень антипитательных веществ – глюкозинолатов, оставался стабильным, эруковая кислота отсутствовала.

Анализ экономической эффективности применения микробных препаратов при инкрустации семян озимого рапса показал, что производственные затраты на применение микробных препаратов на основе азотфиксирующих и фосфатмобилизующих микроорганизмов увеличились на 22,9-55,9 руб./га или 1,5-3,7% по сравнению с контролем (вариант без инокуляции микробными препаратами), в то время как стоимость дополнительной продукции на вариантах с инокуляцией увеличилась на 343,2-679,8 руб./га или 10,9-21,5% (таблица 4). Наибольший чистый доход (2275,2 руб./га) и рентабельность (145,3%) получены при инкрустации семян озимого рапса микробным препаратом Гордебак, что, соответственно, в 1,3 раза и на 37,8 % выше, чем в варианте без обработки. Себе-

стоимость полученной продукции уменьшилась за счет инокуляции семян препаратом Гордебак с 31,5 (контроль) до 26,9 руб./ц, или на 14,6%.

Таблица 4 – Экономическая эффективность применения микробных препаратов при инокуляции семян озимого рапса (среднее за 2017-2018 гг.)

Показатель	Контроль	Микробные препараты		
		Агромик	Бактопин	Гордебак
Урожайность, ц/га	47,9	53,1	55,2	58,2
Стоимость продукции, руб./га	3161,4	3504,6	3643,2	3841,2
Производственные затраты, руб./га	1510,1	1533,0	1560,5	1566,0
Чистый доход, руб./га	1651,3	1971,6	2082,7	2275,2
Рентабельность, %	109,3	128,6	133,5	145,3
Себестоимость, руб./ц	31,5	28,9	28,3	26,9

В Институте микробиологии НАН Беларуси проведены исследования по изучению влияния четырех химически синтезированных средств защиты растений, используемых при возделывании рапса, на бактериальные компоненты микробных препаратов Гордебак, АгроМик и Бактопин. В серии лабораторных экспериментов определили действие инсектофунгицидного протравителя семян Круйзер рапс, кс; комбинированного системно-трансламинарного инсектофунгицидного протравителя Модесто плюс, кс; инсектицидного системного протравителя Табу, ВСК; протравителя Кинто®Дуо. Рост бактериальных компонентов микробных препаратов в присутствии изучаемых протравителей в производственных дозах исследовали методом лунок.

В результате исследований определена чувствительность *Enterobacter sp.* В-402Д и *Enterobacter sp.* В-409Д (Гордебак), *Rhizobium rhizogenes* БИМ В-486Д и *Pseudomonas lini* БИМ В-485Д (АгроМик), *Rahnella aquatilis* БИМ В-704Д и *Pseudomonas putida* БИМ В-702Д (Бактопин) бактериальных компонентов микробных препаратов к протравителям. Более выраженным негативным действием на развитие исследованных бактериальных штаммов обладал протравитель Модесто плюс. Диаметр зон ингибирования роста штамма *Enterobacter sp.* В-402Д составил 3,0 см, *Enterobacter sp.* В-409Д – 2,2 см, *R. rhizogenes* БИМ В-486Д – 2,5 см, *P. lini* БИМ В-485Д – 1,9 см, *R. aquatilis* БИМ В-704Д – 2,3 см. Штамм *P. putida* БИМ В-702Д – бактериальный компонент Бактопина оказался не чувствительным к Модесто плюс. Менее агрессивным по отношению к росту исследуемых штаммов был протравитель Кинто Дуо. Диаметр задержки роста энтеробактерий *Enterobacter sp.* В-402Д достигал 2,6 см, *Enterobacter sp.* В-409Д – 1,9 см, *R. aquatilis* БИМ В-704Д – 2,6 см. Устойчивыми к токсическому действию Кинто Дуо были штаммы *R. rhizogenes* БИМ В-486Д, *P. lini* БИМ В-485Д и *P. putida* БИМ В-702Д. При исследовании влияния протравителей Круйзер рапс и Табу зоны ингибирования роста изучаемых штаммов не выявлены.

Таким образом, по результатам модельных экспериментов, при предпосевной инокуляции семян рапса микробными препаратами Гордебак, АгроМик и

Бактопин можно использовать инсектофунгицидный протравитель семян Круйзер рапс и инсектицидный системный протравитель Табу с фунгицидным протравителем Кинто дуо.

Выводы

1. Применение препаратов азотфиксирующе-фосфатмобилизующего действия Агромик, Бактопин и Гордебак для предпосевной обработки семян озимого рапса оказало положительное влияние на основные параметры роста растений и формирование урожайности культуры. Прибавка урожайности обработанных семян озимого рапса в среднем за 2 года по сравнению с вариантом без обработки составила 5,2-10,3 ц/га или 10,8-21,5%.

2. Использование микробных препаратов азотфиксирующе-фосфатмобилизующего действия обеспечило повышение масличности семян по сравнению с контрольным вариантом (без инкрустации) на 0,8-1,9%.

3. Наибольший чистый доход (2275,2 руб./га) и рентабельность (145,3%) получены при обработке семян озимого рапса микробным препаратом Гордебак, что, соответственно, в 1,3 раза или на 37,8% выше, чем в контроле. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности инокуляции семян озимого рапса микробными препаратами в технологии возделывания этой культуры.

4. Определена чувствительность бактериальных компонентов микробных препаратов к протравителям Модесто плюс, Круйзер рапс и Кинто Дуо + Табу. Установлено, что при предпосевной инокуляции семян рапса микробными препаратами Гордебак, АгроМик и Бактопин можно использовать инсектофунгицидный протравитель семян Круйзер рапс и инсектицидный системный протравитель Табу с фунгицидным протравителем Кинто Дуо.

Литература

1. Берестецкий, О.А. Фиксация азота микроорганизмами в ризосфере и ризоплане небобовых культур / О.А. Берестецкий // Бюлл. ВНИИ с.-х. микробиологии. – 1985. – 42. – С. 3-5.
2. Билай, В.И. Методы экспериментальной микологии / В.И. Билай. – Киев: Изд-во Наукова думка, 1982. – 549 с.
3. Гарагуля, А.Д. Использование бактерий рода *Pseudomonas* против корневой гнили ярового ячменя / А.Д. Гарагуля, С.Н. Шамрей, Э.А. Колесова // Микроорганизмы – стимуляторы и ингибиторы роста растений и животных: тез. докл. Всесоюз. конф. – Ташкент, 3-5 октября 1981. – Ч.1. – С.47.
4. Гинзбург, К.Е. Фосфор основных типов почв СССР / К. Е. Гинзбург. – М.: Наука . – 1981. – 284 с.
5. Муромцев, Г.С. Почвенная микрофлора и фосфорное питание растений / Г.С. Муромцев [и др.] // Журнал Всесоюз. хим. общ-ва им. Д.И. Менделеева. – 1983. – Т. XXVIII. – №4. – С.22-27.
6. Патыка, В.Ф. Роль азотфиксирующих микроорганизмов в повышении продуктивности сельскохозяйственных растений: авт. дис. ...доктора биол. наук / В.Ф. Патыка. – 1992. – 47 с.
7. Пилюк, Я.Э. Рапс в Беларуси (биология, селекция, технология возделывания) [Текст]: моногр. / Я.Э. Пилюк. – Минск: «Бизнесофсет», 2007. – 240 с.

8. Соловьева, Е.А. Микробный препарат АгроМик для стимуляции роста и развития тритикале / Е.А. Соловьева, Т.Л. Савчиц, З.М. Алешенкова, В.Н. Буштевич // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. / Ин-т микробиол. НАН Беларуси, Белорус. респ. фонд фундаментальных исслед., Белорус. общ-ое объединение микробиол.; под ред. Э.И. Коломиец, А.Г. Лобанка (отв. ред.) и [др.]. – Минск: Беларуская навука, 2013. – С. 331–342.

9. Суховицкая, Л.А. Свойства фосфатрастворяющих микроорганизмов, выделенных из спрпелей / Л.А. Суховицкая, Н.И. Мильто // Весці АН Беларусі, серыя біялагічных навук. – 1992. – №1. – С. 52-55.

10. Хмелинин, И.Н. Фосфор в подзолистых почвах и процессы трансформации его соединений / И.Н. Хмелинин. – Л.: Наука, Ленингр.отд, 1984. – 150 с.

11. Эффективность применения микробного препарата Гордебак при возделывании пивоваренного ячменя / З.М.Алешенкова и [др.]. // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: материалы VII Междунар. конф., Минск, 31 мая–4 июня 2010 г. / Ин-т микробиол. НАН Беларуси; под ред. Э.И. Коломиец, А.Г. Лобанка. – Мн.: Беларуская навука, 2010. – С. 271–272.

12. 10-й Международный конгресс по азотфиксации (С.- Петербург, 28 мая-3 июня, 1995) // Микробиологический журнал. –1996. – 58, №3. – С. 108-111.

EFFICIENCY OF MICROBIAL DRUGS APPLICATION IN THE PROCESS OF WINTER RAPE SEEDS INCRUSTATION

Ya. E. Pilyuk, V.M. Belyavsky, E.P. Reshetnik, T.N. Lukashevich, Z.M. Aleshchenkova, G.V. Safronova

The article presents the results of the study of the influence of seeds incrustation with nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing drugs on the plants parameters and winter rape yield. It's established that treatment with microbial drugs contributes to the yield increase by 10,8-21,5 % and efficiency of this crop cultivation. Due to seeds incrustation the cost price of the obtained products is reduced from 31,5 to 26,9 rubles/dt (incrustation with the Gordebuck drug) or by 14,6 %.

УДК 633.112.9«321»:631[631+048:559]

ВЛИЯНИЕ НОРМЫ ВЫСЕВА И ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ ТРИТИКАЛЕ ЯРОВОГО

В.Н. Буштевич, Е.И. Позняк, М.А. Дашкевич

кандидаты с.-х. наук, Н.М. Петренко, В.А. Бандарчук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 19.02.2019)

Рецензент: Булавин Л.А., доктор с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния нормы высева и фракционного состава семян на продуктивность сортов тритикале ярового Лотас и Узор. Установлено, что наибольшая урожайность зерна сорта Лотас получена на среднеокультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при норме высева 4,0 млн./га всхожих семян независимо от их фракционного состава, а у сорта Узор при посеве мелкой, средней и крупной фракциями с такой же нормой высева.

Введение. В Беларуси с 2013 г. посевные площади, занимаемые яровым тритикале, находятся на уровне 16-17 тыс. га [1]. Потенциальная урожайность данной культуры составляет 100 ц/га и более, однако в почвенно-