

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ДОЗ БИОПРЕПАРАТА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ*

Л.В. Коломбет, ГНЦ прикладной микробиологии

Считается, что грибы рода *Trichoderma*, используемые в качестве активных ингредиентов микробиопрепаратов, нефитотоксичны, стимулируют рост растений и повышают их продуктивность [Baker et al., 1984; Harman, 2000]. Тем не менее в некоторых экспериментах после обработки растений штаммами *Trichoderma* spp. ростстимулирующий эффект отсутствовал [Baker, 1988; Ousley et al., 1993]. Это связывали с тем, что микромицет обладает как стимулирующим, так и ингибирующим действием на растения в зависимости от свойств штамма, вида и возраста культуры, нормы расхода препарата [Ousley et al., 1993]. В связи с этим мы изучали действия различных концентраций Микола** (препарат на основе *Trichoderma asperellum*) на проростки пшеницы по методу «рулонов» (п. 10.3 ГОСТ 12044-93).

Микол применяли в концентрациях 0,1; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 и 10,0 кг/т семян. В качестве эталонов использовали фунгицидные протравители семян Раксил (1,5 кг/т) и Витарос (2,5 кг/т) в рекомендованных для применения концентрациях. Оценивали действие препаратов на всхожесть семян, развитие болезней и морфометрические характеристики проростков — длину coleoptily и семядольного листа, длину и количество корней (рис. 1). С этой целью 10 г семян озимой пшеницы сорта Краснодарская 99 обрабатывали 1 мл рабочей суспензии препарата (табл.), после чего выдерживали в течение 1 ч при 21—22°C в отсутствие света. Протравленные семена раскладывали в линию с интервалом 1—2 см по 50 шт. на увлажненную до полной влагоемкости полосу фильтровальной бумаги (10 × 55 см), накрывали такой же полоской бумаги, а затем полоской полиэтиленовой пленки и сворачивали в рулон. Рулоны устанавливали вертикально в химические стаканы и помещали в термостат при температуре 22—25°C. Каждый вариант опыта включал 4 повторности (рис. 2). Через 7 сут. проводили биометрическую оценку (рис. 3). Полученные данные обрабатывали статистически. Диапазоны погрешностей на рис. 6—11 соответствуют 95%-му доверительному уровню значимости для среднего значения. Анализ развития семенной инфекции на проростках пшеницы после обработки различными препаратами проводили согласно п. 10.7.4 ГОСТ 12044-93. Результаты представлены в виде гистограммы (рис. 4). Семена пшеницы были инфицированы *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Rhizopus* spp.

Установлено, что развитие болезней на контрольных семенах (обработанных дистиллированной водой) составило 24%. Все испытанные препараты подавляли развитие семенных инфекций. Фунгициды Раксил и Витарос, а также Микол в высоких дозах (5,0 и 10,0 кг/т) снижали инфицирование семян в 4 раза, эффективность более низких концентраций Микола была ниже — инфицированность семян снижалась вдвое. При использовании высоких концентраций Микола (5,0 и 10,0 кг/т) на некоторых семенах обнаружен рост гриба антагониста (рис. 5).

Проведенные эксперименты свидетельствуют о том, что сверхвысокие дозы *T. asperellum* в составе Микола приводят к росту гриба на семенах, изначально инфицированных фитопатогенами.

Морфометрические исследования влияния Микола, Раксила и Витароса на всхожесть семян, длину coleoptily, длину корневой системы и количество корней, а также на длину семядольного листа проростков пшеницы представлены на рис. 6—10.

Анализ полученных данных показал, что в условиях лабораторных испытаний методом «рулонов» Микол в концентрациях от 0,1 до 2,0 кг/т не влиял на всхожесть семян пшеницы (рис. 6, варианты 0.1М—2.0М). Высокие дозы препарата приводили к снижению всхожести примерно на 10% (варианты 5.0М и 10.0М). Аналогично снижали всхожесть Раксил и Витарос (варианты R и V).

Норма расхода препарата при приготовлении рабочей суспензии			
Вариант	Препарат	Норма расхода, кг/т семян	Концентрация препарата в рабочей суспензии, %
Контроль	—	—	0
0.1М	Микол	0,1	0,1
0.5М	Микол	0,5	0,5
1.0М	Микол	1,0	1,0
2.0М	Микол	2,0	2,0
5.0М	Микол	5,0	5,0
10.0М	Микол	10,0	10,0
R	Раксил	1,5	1,5
V	Витарос	2,5	2,5

Длина coleoptily — важный фактор, определяющий глубину посева семян в почву [Allan, Vogel, 1964]. Желательно, чтобы обработка протравителями если и не увеличивала длину coleoptily, то, по крайней мере, не снижала ее. Экспериментально доказано, что Микол в концентрациях 0,5; 1,0 и 2,0 кг/т статистически

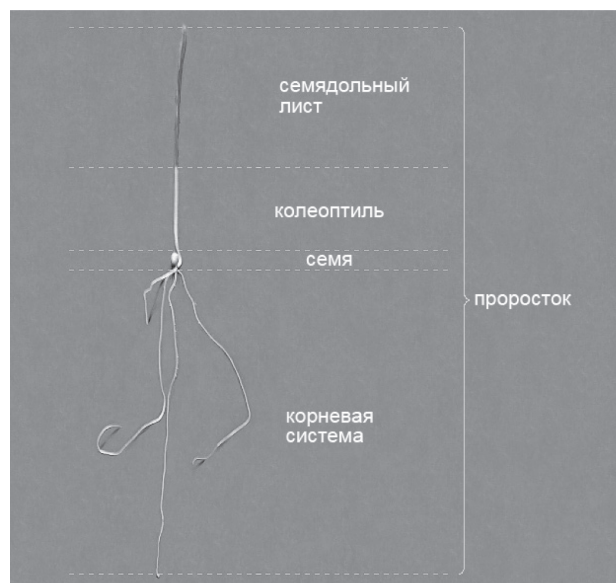


Рис. 1. Схема морфометрирования проростков пшеницы

* - Автор выражает благодарность М.С. Соколову за участие в обсуждении схемы опыта и его результатов.

** - Препарат не внесен в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в 2005 году»

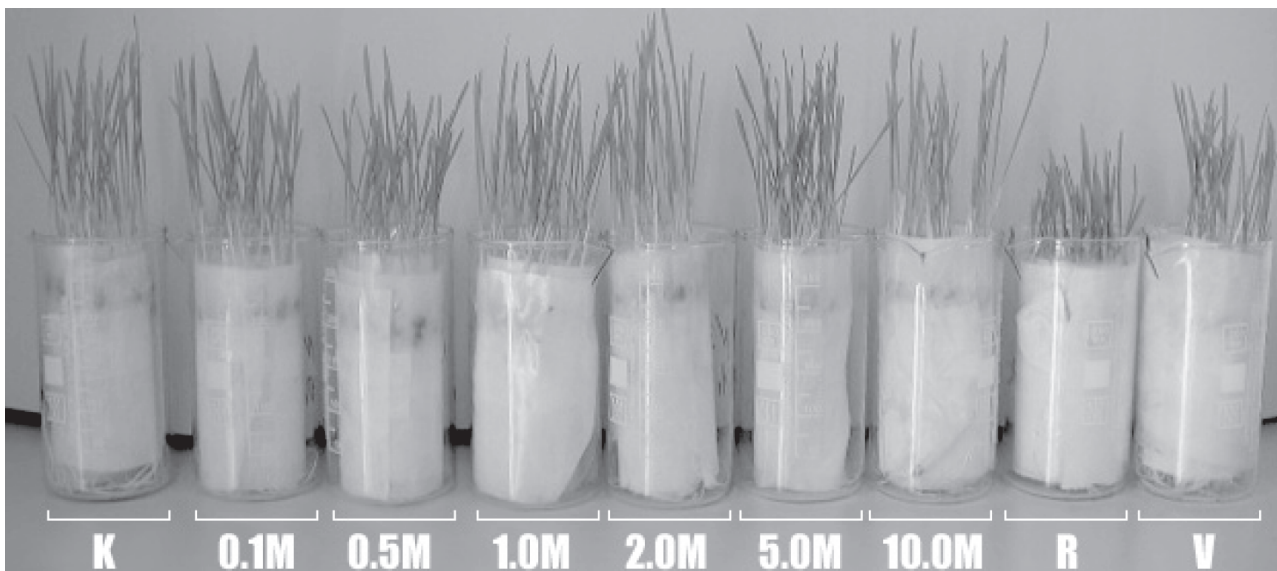


Рис 2. Пример постановки опыта

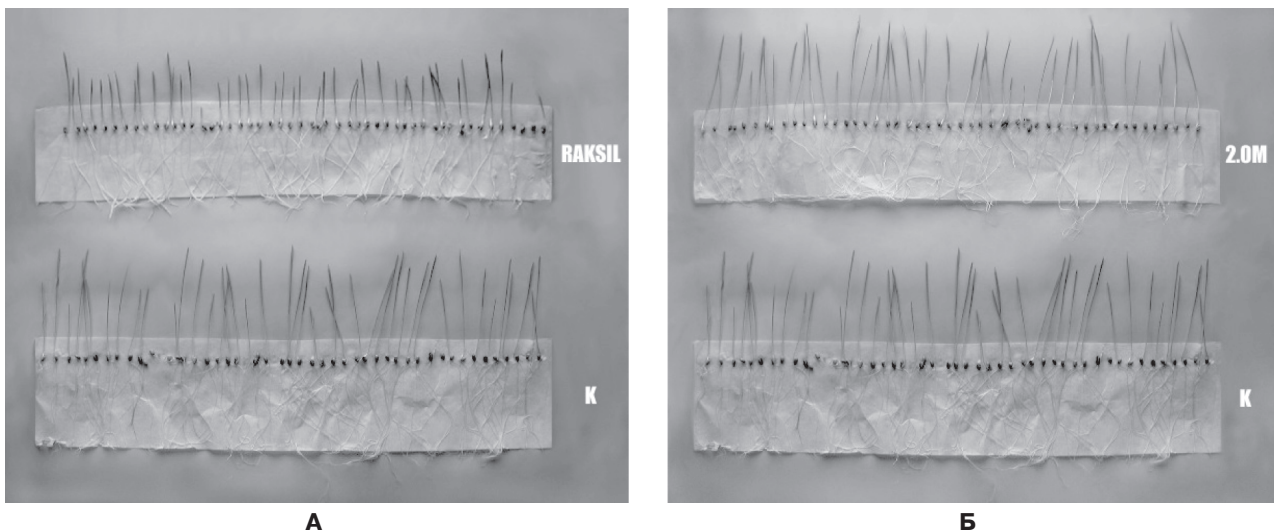


Рис. 3. Учет результатов морфометрирования проростков пшеницы.

А — семена, обработанные Раксиллом (А — сверху) и Миколом в концентрации 2,0 кг/т (Б, сверху). В нижнем ряду — контроль

достоверно увеличивал длину coleoptilya (рис. 7, варианты 0.5M, 1.0M и 2.0M). В более высоких концентрациях (5,0 и 10,0 кг/т) Микол снижал этот параметр. Обработка Раксиллом в рекомендуемой дозе (1,5 кг/т) снижала длину coleoptilya проростков пшеницы примерно на треть (вариант R). Подобные результаты были получены и в других исследованиях [Торопова, 2005]. Применение Витароса имело тенденцию к увеличению длины coleoptilya (вариант V).

Препараты *Trichoderma* стимулируют образование корневой системы растений [Harman, 2000]. Это свойство штамма-антагониста *Trichoderma asperellum*, являющегося продуцентом Микола, оценивали по двум параметрам: длине и количеству корней (рис. 8).

Оказалось, что Микол в умеренных концентрациях (0,1—2,0 кг/т) имел тенденцию увеличивать длину корней и их количество (рис.8, варианты 0.1M—2.0M). Наилучший эффект отмечен для концентрации 2,0 кг/т. При этом отмечено увеличение количества не только основных, но и боковых корней. Высокие концентрации Микола однозначно снижают количество корней, длина корневой системы снижается при дозе 5 кг/т, но снова возрастает при 10 кг/т (рис. 7).

В условиях опыта длина семядольного листа (в отличие от величины coleoptilya) оказалась параметром, который варьировал в очень широких пределах и в различных вариантах. Это увеличило диапазон ошибок и затруднило интерпретацию данных. Анализируя этот параметр, можно говорить только о тенденциях воздействия различных концентраций препаратов (рис. 9). Раксил, а также Микол в повышенных концентрациях снижали длину семядольного листа (рис.9, варианты 5.0M—R).

Для комплексной оценки изученных параметров был рассчитан относительный ростстимулирующий эффект по показателям всхожести семян, длине coleoptilya, семядольного листа, а также длине корней и их количеству по отношению к контролю (рис. 10).

Исследуемые параметры проростков пшеницы (всхожесть семян и морфометрические показатели) относительно контрольных значений, принятых за 100% (на рис. 10 — это «0» по оси ординат) варьируют, отражая либо положительный, либо негативный эффекты. Для высоких концентраций Микола (5,0 и 10,0 кг/т), а также для фунгицидов отмечена явная тенденция снижения этих параметров. Сказанное подтверждается усредненными показателями по вариантам опыта (рис. 11).

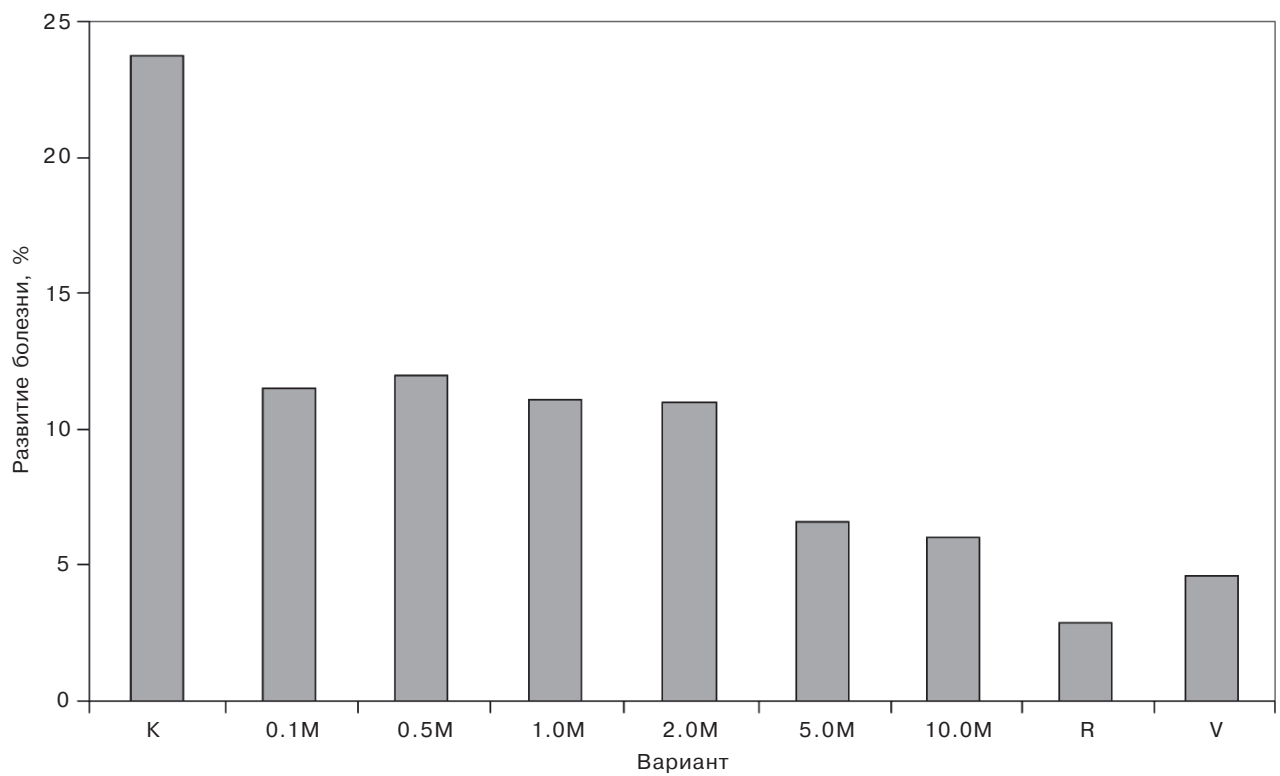


Рис. 4. Развитие семенной инфекции на проростках пшеницы после обработки различными концентрациями Микола и химических фунгицидов

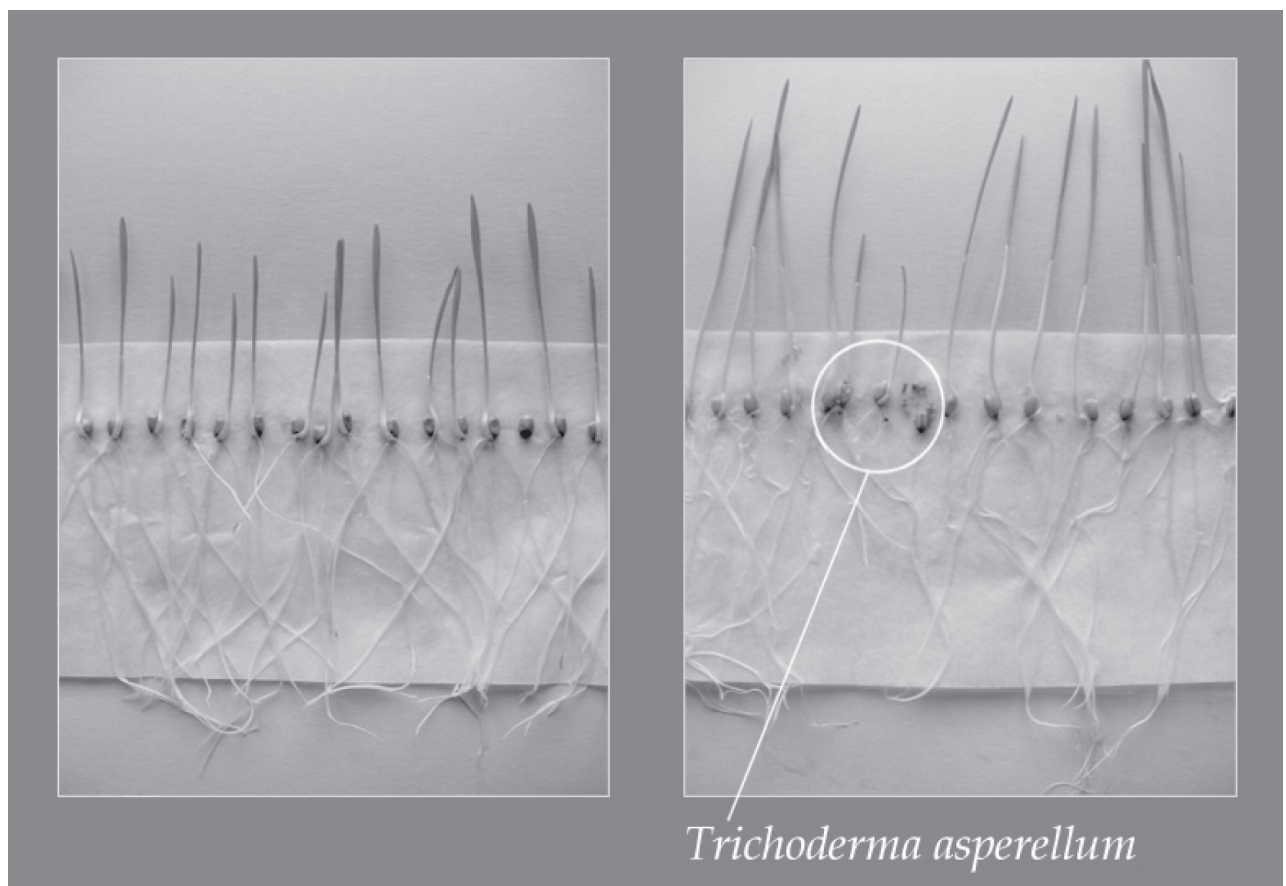


Рис. 5. Рост гриба *T.asperellum* на проростках пшеницы, семена которых были обработаны Миколом в концентрации 10 кг/т семян (справа). Слева — проростки, обработанные Раксилон

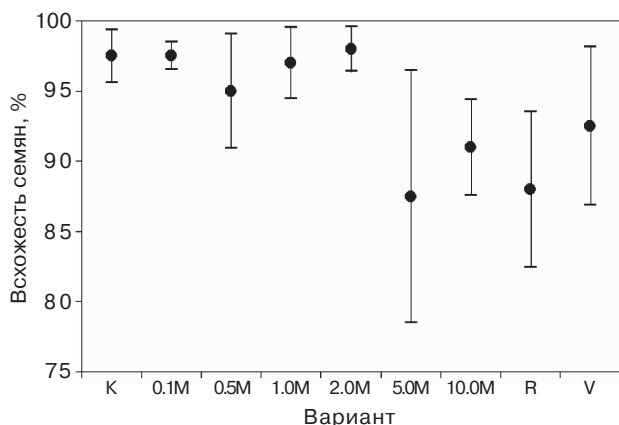


Рис. 6. Влияние различных предпосевных обработок семян пшеницы на всхожесть семян

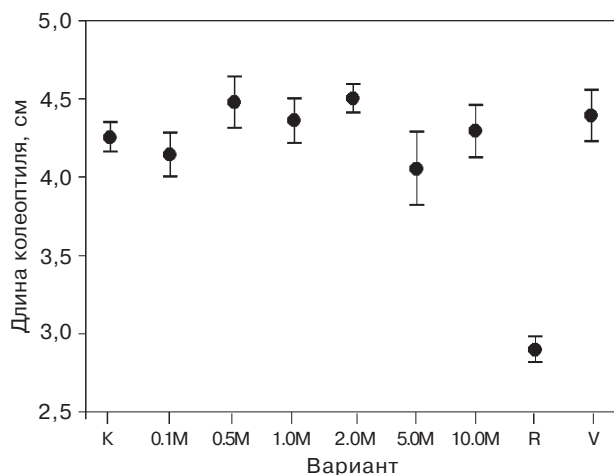


Рис. 7. Влияние различных предпосевных обработок семян пшеницы на длину coleoptilia проростков

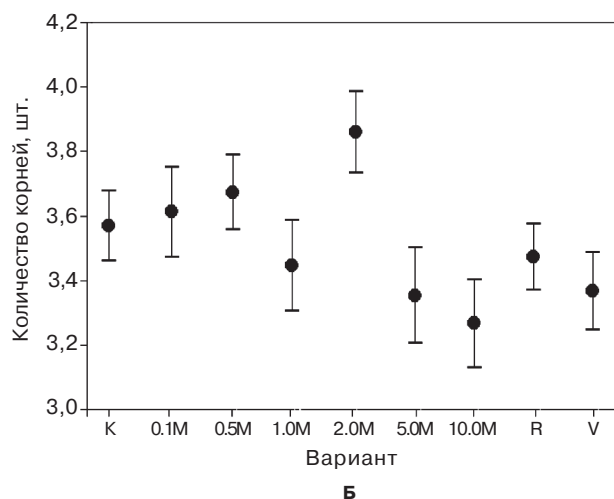
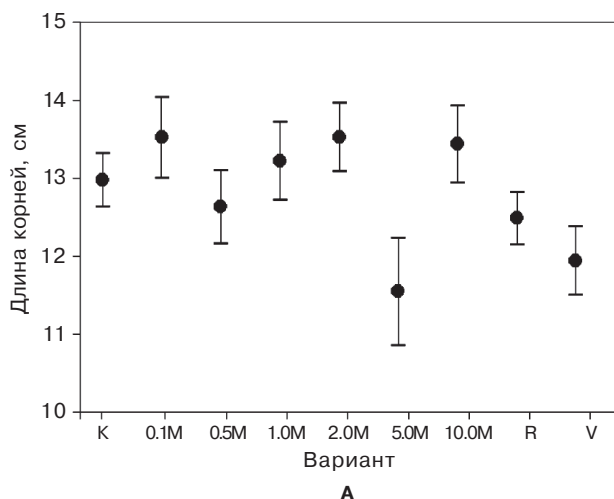


Рис. 8. Влияние различных предпосевных обработок семян пшеницы на длину корневой системы (А) и количество корней (Б)

Как оказалось, Микол статистически достоверно стимулировал проростки пшеницы в концентрации 2 кг/т, в пониженных концентрациях ростстимулирующий эффект был ниже либо отсутствовал. Однако, по крайней мере, препарат не обладает ингибирующим эффектом, как это имеет место при высоких концентрациях Микола (5,0 и 10,0 кг/т) и в случае применения химических протравителей.

При оценке новых биопрепаратов важным показателем — определение их фитоконпетентности (отсутствие фитотоксичности), что необходимо для обоснования оптимальной дозы применения. Несомненно, окончательный вывод о рекомендуемых дозах препарата должны дать полевые испытания, поскольку в конечном счете хозяйственная эффективность препарата зависит не только от штамма-антагониста — продуцента препарата и сорта растения-хозяина, но и от элементов агроценоза, в котором это взаимодействие происходит. Проведенное исследование подтверждает необходимость определения оптимальных норм применения препарата и диапазона возможных отклонений от оптимальной дозы. В случае Микола, несмотря на то что высокие дозы препарата более эффективны в отношении семенной инфекции, комплексная оценка ингибирующего действия на патогены и ростстимулирующего на растения свидетельствует

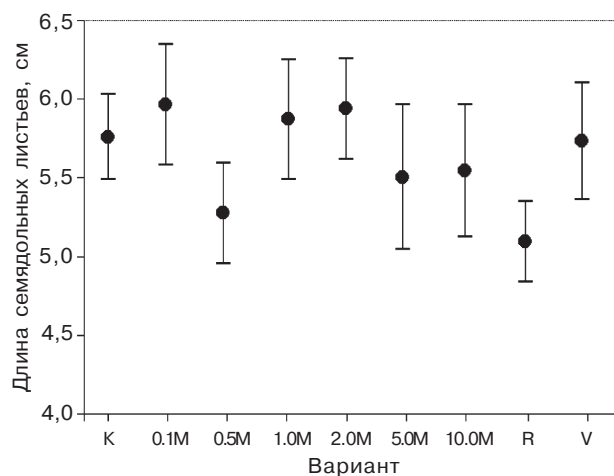


Рис. 9. Влияние различных предпосевных обработок семян пшеницы на длину проростков

о том, что доза препарата не должна значительно превышать 2 кг/т семян. В большинстве исследований стимуляцию роста растений под влиянием грибов рода *Trichoderma* объясняли эффектом подавления пато-

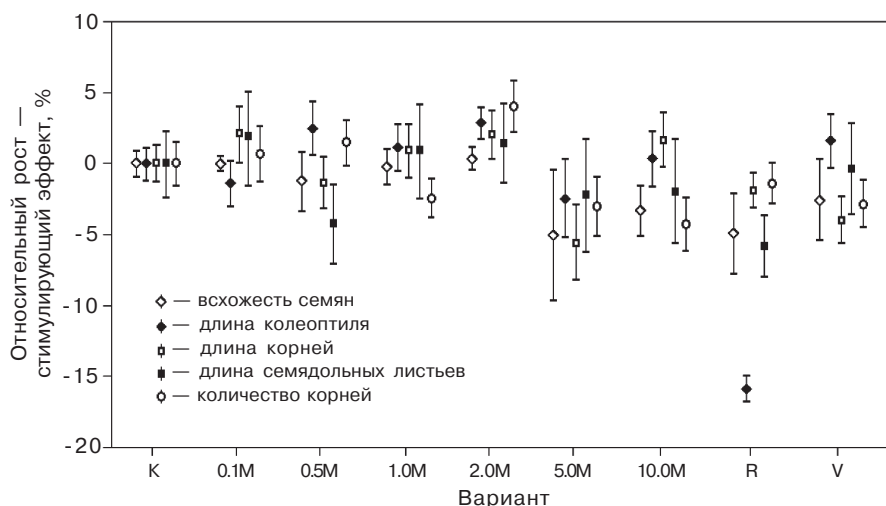


Рис. 10. Относительный ростстимулирующий эффект на проростки семян пшеницы препарата Микол в сравнении с химическими

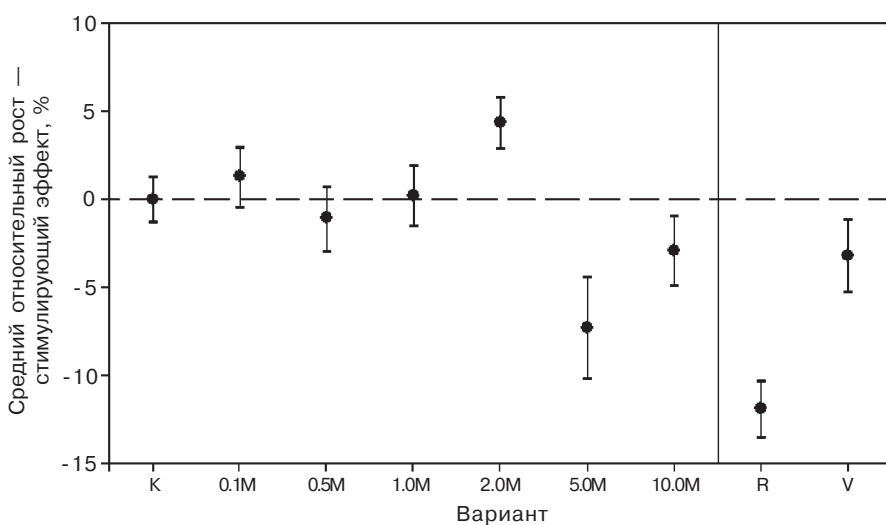


Рис. 11. Средний относительный рострегулирующий эффект препарата Микол (варианты слева от вертикальной линии) и химических фунгицидов (справа от вертикальной линии)

генов [например, Paulitz et al., 1986; Baker, 1988]. *Trichoderma asperellum*, являясь высокоактивным гиперпаразитом, эффективно подавляет фитопатогены, причем, чем больше инокулюм антагониста, тем выше был этот эффект. Однако при избытке гиперпаразита наблюдается его отрицательное действие на растение в целом.

Таким образом, Микол в высоких дозах (5,0 и 10,0 кг/т), а также химические протравители (Раксил и Витарос) снижают инфицирование семян пшеницы (примерно в 4 раза). Более низкие концентрации Микола также снижают инфицирование семян, но в меньшей степени. Микол в дозах от 0,1 до 2,0 кг/т не влияет на всхожесть семян пшеницы. Высокие дозы препарата приводят к снижению всхожести примерно на 10%. Микол в концентрациях 0,5; 1,0 и 2,0 кг/т статистически достоверно увеличивает длину coleoptиля, однако в более высоких концентрациях (5,0 и 10,0 кг/т) он снижает значение этого параметра. В умеренных концентрациях (0,1—2,0 кг/т) биопрепарат имеет тенденцию к увеличению длины корней и их количества. Наилучший эффект отмечен при использовании Микола в дозе 2,0 кг/т. Комплексная оценка морфометрических параметров проростков (длина coleoptиля, семядольного листа, корней и их количество), а также всхожести семян и степени подавления семенной инфекции свидетельствует о том, что оптимальной дозой применения Микола является 2 кг/т семян. **XX**