

На правах рукописи

Бурлакова Юнна Валерьевна

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ГЕРБИЦИДОВ И ФИТОПАТОГЕННОГО ГРИБА
Fusarium culmorum (W.G.Sm.) Sacc. var. *culmorum*
ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ КОНОПЛИ**

Шифр и наименование специальности:

06.01.07 – защита растений

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Санкт-Петербург
2012

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений Россельхозакадемии.

Научный руководитель: **Долженко Виктор Иванович**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик Россельхозакадемии

Официальные оппоненты: **Новикова Ирина Игоревна,**
доктор биологических наук, ведущий научный
сотрудник, Всероссийский НИИ защиты
растений Россельхозакадемии

Бубнов Александр Анисимович,
кандидат биологических наук, ведущий научный
сотрудник, Санкт-Петербургский НИИ лесного
хозяйства

Ведущее учреждение: Санкт-Петербургский государственный аграрный
университет

Защита диссертации состоится "17" мая 2012 г. в 10 часов на заседании
диссертационного совета, шифр Д 006.015.01 при Всероссийском научно-
исследовательском институте защиты растений по адресу:
196608, Санкт-Петербург, Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3.
Факс: (812)4705110
e-mail: vizrspb@mail333.com; web-site: <http://vizrspb.narod.ru>

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-
исследовательского института защиты растений

Автореферат разослан " " апреля 2012 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Г.А. Наседкина

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Употребление наркотиков – одна из острейших проблем современности. С каждым годом в мире возрастает количество наркозависимых людей, увеличиваются незаконные площади наркотикосодержащих растений и расширяется сеть наркотраффика. Поиск путей и создание систем контроля растительности, содержащей наркотические вещества, становятся задачами первостепенной важности.

Распространение наркомании привело к необходимости широкой борьбы с ней. Одним из методов этой борьбы является уничтожение незаконных посевов и дикорастущих растений, из частей которых путем переработки получают наркотики растительного происхождения. К наиболее распространенным наркотикосодержащим видам растений относится конопля.

История земледелия свидетельствует о том, что в борьбе с нежелательной растительностью всегда использовались истребительные методы. В настоящее время химический метод борьбы с сорными растениями занимает ведущее место, и с каждым годом количество применяемых гербицидов возрастает.

В последнее десятилетие ведутся работы по улучшению и расширению ассортимента гербицидов. Менее эффективные препараты заменяются более эффективными, высокоселективными из разных химических классов и безопасными для окружающей среды. Совершенствуются и технологии применения гербицидов. Считается целесообразным применять 2-3-кратное опрыскивание низкими нормами вместо однократной обработки большими нормами внесения гербицидов.

Большие перспективы имеет биологический метод борьбы с нежелательной растительностью путем использования фитопатогенных микроорганизмов и фитофагов. Кроме «экологической причины», разработке этого метода уделяют большое внимание еще и потому, что систематическое использование одних и тех же гербицидов приводит к образованию устойчивых к ним популяций сорных растений. Биологические средства в ряде случаев можно использовать в районах, где применение гербицидов ограничено.

Работа выполнялась в рамках Государственного контракта № 1295/13 «Разработка ассортимента высокоэффективных биологических средств для уничтожения незаконных посевов, а также сорных и дикорастущих конопли и мака. Обоснование технических средств, технологии и регламентов их применения».

В ГНУ ВИЗР была охарактеризована микобиота конопли на территории РФ и сопредельных государств. Создана и поддерживается коллекция чистых культур микромицетов (400 изолятов грибов), выделенных из различных органов этого растения. Нами из этой коллекции был отобран перспективный штамм для биоконтроля конопли и создания на его основе биопрепарата. Выявлена технологическая совместимость ряда гербицидов с биологическими средствами подавления, что открывает возможности использования

препаратов в составе смеси в уменьшенных нормах применения для снижения риска последствия гербицидов и усиления эффективности биопрепаратов.

Цель и задачи исследований. Целью работы являлось биологическое обоснование использования гербицидов и фитопатогенного гриба *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. var. *culmorum* для подавления растений конопли.

В соответствии с указанной целью были поставлены следующие задачи:

- разработка и совершенствование ассортимента химических средств борьбы с растениями конопли
- оценка биологической эффективности подавления растений конопли химическими средствами
- получение моноспоровых изолятов *Fusarium culmorum* и оценка их патогенности на растениях конопли в лабораторных модельных опытах
- оценка влияния гербицидов на высокоактивный изолят *F. culmorum* K-4/7
- оценка эффективности отдельного, совместного и последовательного применения химических и биологических средств контроля конопли
- разработка регламентов применения химических и биологических средств контроля конопли.

Научная новизна. Впервые в Российской Федерации изучено действие химических и биологических средств на растения конопли. Установлена биологическая эффективность гербицидов и их комбинаций с биопрепаратом на основе штамма *F. culmorum* K-4/7. Получен стабильный и фитотоксичный штамм *F. culmorum* K-4/7, вызывающий поражение растений конопли. Проведена оценка влияния гербицидов на отобранный высокоактивный штамм *F. culmorum* K-4/7.

Практическая значимость. Разработаны регламенты эффективного применения химических и биологических средств для борьбы с коноплей; доказана возможность совместного применения гербицидов и биологического препарата на основе штамма *F. culmorum* K-4/7 против растений конопли.

Апробация результатов исследований. Материалы по теме диссертационной работы были представлены на конференции профессорско-преподавательского состава СПбГАУ “Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования” (СПб, 2010), на конференции молодых ученых и аспирантов “Генетические ресурсы растений и селекции” (СПб, ВИР, 2010), на конференции профессорско-преподавательского состава СПбГАУ “Научное обеспечение развития АПК: проблемы и решения” (СПб, 2011), на конференции молодых ученых и аспирантов “Актуальность наследия Н.И. Вавилова для развития биологических и сельскохозяйственных наук” (СПб, ВИР, 2012).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 4 работы, в том числе 1 в издании, включенном в Перечень ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 147 страницах машинописного текста, иллюстрирована 13 таблицами и 64 рисунками. Состоит из введения, обзора литературы, шести разделов, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 84 источника, в т.ч. 18 на иностранных языках, приложения.

Содержание работы

Введение

Во введении обоснована актуальность применения гербицидов из различных химических классов для борьбы с растениями конопли, а так же перспективы биологического контроля наркотикосодержащих растений путём использования фитопатогенных микроорганизмов. Сформулирована цель и определены задачи исследований.

1. Обзор литературы

Проанализированы данные литературы по морфологии, биологии, распространению и продуктам переработки конопли. Приведены основные методы борьбы с ней (механический, биологический и химический). Рассмотрены основные характеристики химических средств борьбы с коноплей, а так же возможности применения биологических средств контроля наркотикосодержащих растений.

Анализ литературных данных позволил определить актуальные направления исследований, связанные с изучением применения химических и биологических средств для борьбы с коноплей.

2. Место, материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2008-2011 гг. в рамках аспирантской подготовки на базе Центра биологической регламентации использования пестицидов ВИЗР. Оценку биологической эффективности гербицидов для борьбы с коноплей проводили на полях ООО "Успех Агро" (Ростовская область, Сальский район), КФХ «София» (Саратовская область, Энгельсский район), а также на опытном поле ВИЗР (Ленинградская область, Пушкинский район).

Лабораторные опыты проводили в Центре биологической регламентации использования пестицидов ВИЗР.

Объектами исследований были конопля посевная *Cannabis sativa L.*, конопля дикорастущая *Cannabis ruderalis Janisch.*

Материалом для исследований служили следующие препараты Хармони, СТС (750 г/кг); Ларен, СП (600 г/кг); Зонтран, ККР (250 г/л); Раундап, ВР (360 г/л); Ланцелот 450, ВДГ (450 г/кг); Арсенал, ВК (250 г/л); Эстерон, КЭ (564 г/л); Зенкор Техно, ВДГ (700 г/кг); Вердикт, ВДГ (126 г/кг); Анкор-85, ВДГ (750 г/кг); Лонтрел 300, ВР (300 г/л); Гранстар ПРО, ВДГ (750 г/кг); Гезагард, СК (500 г/л); Хармони Классик, ВДГ (375 г/кг); Базагран, ВР (480 г/л); ПАВ

Тренд-90 (900 г/л); ПАВ Биопазур; а также штамм *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. var. *culmorum* K-4.

Оценку биологической эффективности химических и биологических средств борьбы проводили в соответствии с «Методическими указаниями по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве» (1981).

Наработку инокулюма фитопатогенного гриба *F. culmorum*, оценку фитотоксичности штамма методом рулонов, выявление фунгицидного и фунгистатического действия различных концентраций гербицидов на штамм, оценку действия лабораторной формы биопрепарата на рост и развитие конопли проводили в соответствии с «Методами экспериментальной микологии» (1982) и методикой, предложенной В. Лилли и Г. Барнетт (1953).

Статистическая обработка полученных результатов проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием пакета прикладной статистической программы Diana.

3. Разработка и совершенствование ассортимента химических средств борьбы с растениями конопли

3.1. Биологическая эффективность гербицидов для борьбы с коноплей посевной в условиях Ленинградской области. В условиях опытного поля ГНУ ВИЗР в посевах конопли была произведена оценка биологической эффективности применения 14 химических гербицидов в различных нормах применения. Биологическая эффективность гербицидов, оцениваемая по показателям снижения количества растений по отношению к контролю, представлена на рисунках 1 и 2.

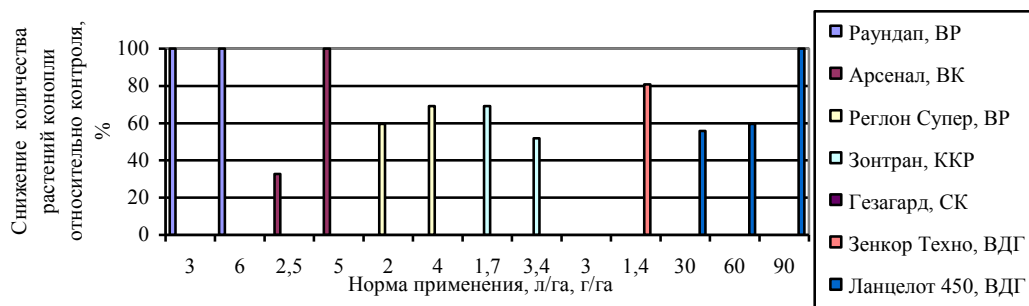


Рис.1. Биологическая эффективность гербицидов в отношении растений конопли посевной (Ленинградская область, 2009).

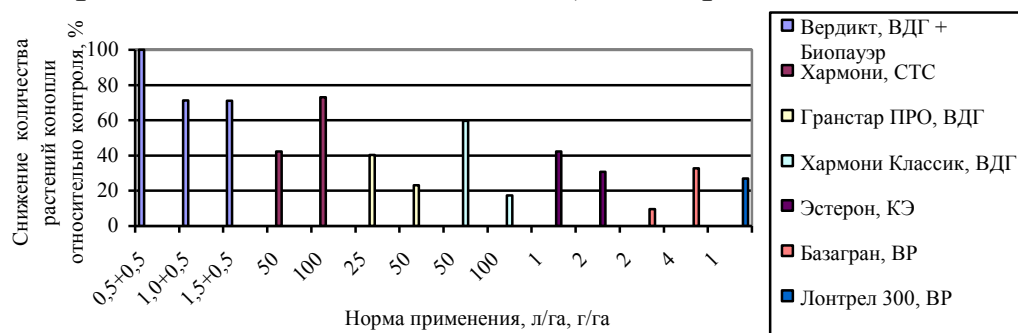


Рис.2. Биологическая эффективность гербицидов в отношении растений конопли посевной (Ленинградская область, 2009).

Эффективность гербицидов в динамике нарастала по датам учётов. Во время первых трёх учётов убыль количества растений была незначительной. На последнюю дату учётов потери количества растений в вариантах возросли, значительные потери наблюдались также в массе растений.

В вариантах с внесением 3 и 6 л/га гербицида Раундап, ВР убыль количества растений составила 100%. Такая же эффективность была отмечена у таких гербицидов, как Арсенал, ВК (5 л/га), Ланцелот 450, ВДГ (90 г/га), Вердикт, ВДГ + Биопауэр (0,5 + 0,5 л/га). Им уступали Зенкор Техно, ВДГ (1,4л/га) – 80,8%, Ланцелот 450, ВДГ (60 г/га) – 59,6%, Базагран, ВР (2 и 4 л/га) – 9,6 и 32,7%.

Таким образом, 100% гибель отмечалась в вариантах с гербицидами: Ранудап, ВР (3 и 6 л/га), Арсенал, ВК (5 л/га), Ланцелот 450, ВДГ (90 г/га) и Вердикт, ВДГ + Биопауэр, Ж (0,5 + 0,5 л/га).

3.2. Биологическая эффективность гербицидов для борьбы с коноплей дикорастущей в условиях Саратовской и Ростовской областей. В Саратовской области численность конопли дикорастущей составляла от 85 до 205 экз./м².

Результаты применения гербицидов Вердикт, ВДГ + Биопауэр, Ж и эталонов Анкор-85, ВДГ и Зенкор Техно, ВДГ свидетельствуют о высокой эффективности в подавлении данного растения (рис. 3). Через 15 суток после обработки снижение уровня засоренности растениями конопли по всем вариантам опыта составило 98,3-100%.

Эффективность внесения гербицидов Ланцелот 450, ВДГ и Хармони, СТС + Тренд-90, Ж была невысокой (рис. 4). Снижение численности конопли дикорастущей не превышало 55,3%. Полностью погибали растения, попавшие под опрыскивание в фазе 1-2 настоящих листьев, а обработанные в фазе 3-4 листьев находились в угнетенном состоянии и отставали в развитии от растений в контроле. Через 45 дней в этих вариантах опыта высота стебля выживших растений достигала 8-20 см, в то время как в контрольном варианте растения цвели, а высота их стебля достигала 90 см. Снижение массы конопли дикорастущей было значительным - более 80%.

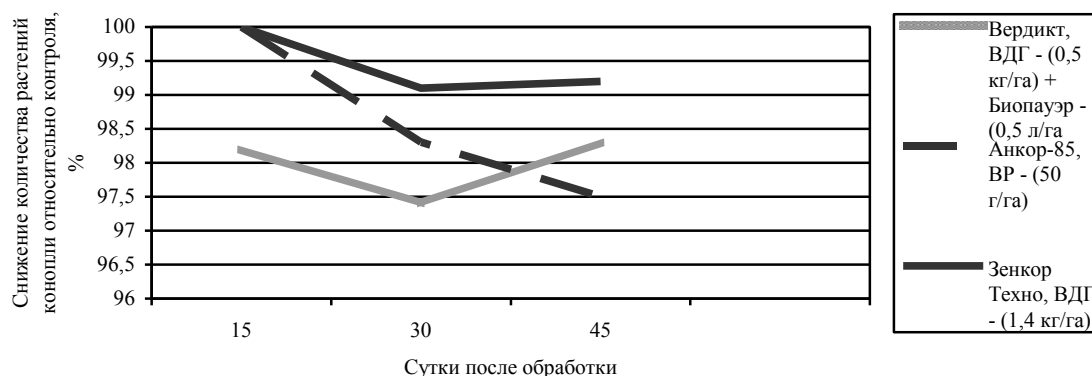


Рис.3. Биологическая эффективность гербицидов в отношении конопли дикорастущей (Саратовская область, 2010)

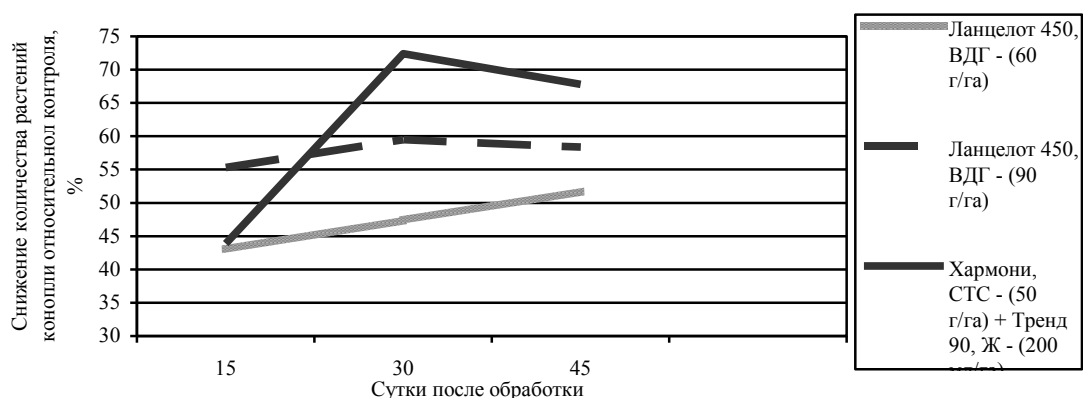


Рис.4. Биологическая эффективность гербицидов в отношении конопли дикорастущей (Саратовская область, 2010)

В условиях Ростовской области все препараты достигли высокой эффективности. Через 30 суток после обработки гибель конопли по всем вариантам опыта составила 100%. Тогда как растения конопли в контроле находились в фазе бутонизации (рис. 5,6).

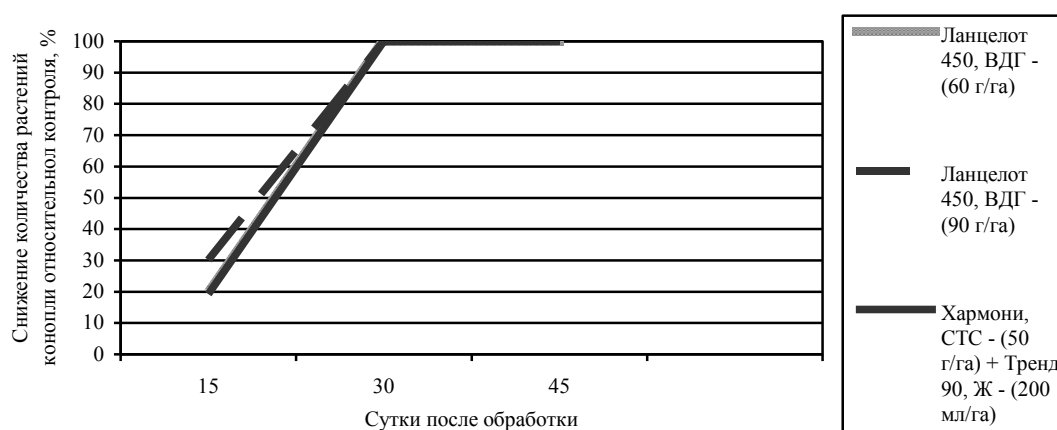


Рис.5. Биологическая эффективность гербицидов в отношении конопли дикорастущей (Ростовская область, 2010)

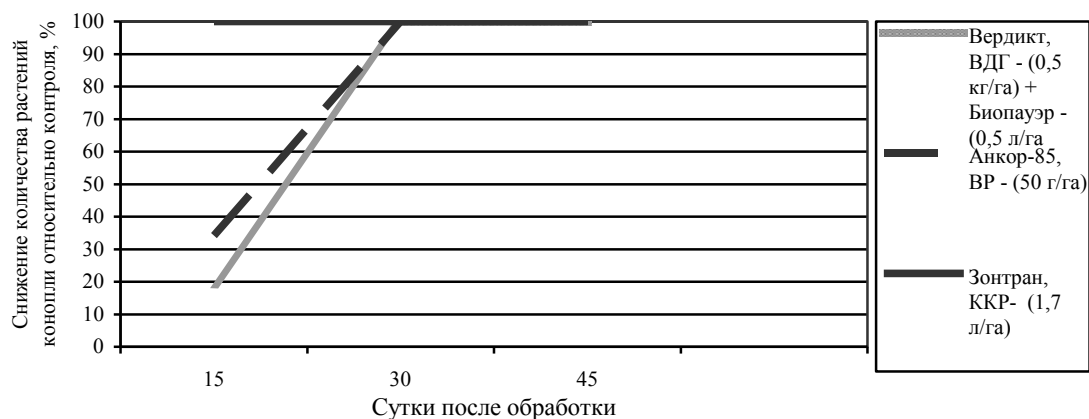


Рис.6. Биологическая эффективность гербицидов в отношении конопли дикорастущей (Ростовская область, 2010)

4. Биологические особенности и эффективность штаммов *Fusarium culmorum* как основы биологического средства борьбы с коноплей

Грибы рода *Fusarium* широко распространены в природе. Большинство из них являются фитотрофами, хотя при определенных условиях они способны паразитировать в почве и на растительных остатках. Однако фитотрофность и фитопатогенность р. *Fusarium* нестрого специфична. Болезни, вызываемые различными видами *Fusarium* – увядания и гнили, включают поражения наземной и корневой части растения. Часто фузариозы – это заболевания растений, ослабленных воздействием других факторов.

Fusarium culmorum, телеоморфа *Gibberella* Sacc. (*Hypocreaceae*. *Hypocreales*, *Ascomycota*) - сапротроф, факультативный биотроф, способный вызывать увядание. Более или менее специализирован в отношении поражения сосудистой системы определенных видов растений.

Мицелий фузариев разнообразен, его дифференциация проявляется у разных видов в зависимости от условий культивирования. Воздушный и субстратный мицелий различаются толщиной и длиной клеток, степенью вакуолизации и образованием хламидоспорового типа клеток. Конидии образуются в спородохиях и пионнотах (Билай, 1977).

4.1. Получение моноспоровых изолятов *F. culmorum* и направленная селекция на стабильность роста, спороношения и других морфолого-культуральных признаков. Из исходного штамма *F. culmorum* К-4 в 8 сериях опытов получено 25, в последних сериях объединенных в 17 моноспоровых изолятов, с некоторыми различиями в скорости роста, споропродуктивности, наличии спородохий и/или пионнот, окраске и текстуре колоний, характере роста воздушного и субстратного мицелия, состоянии реверса колоний и вегетативной совместимости (рис. 7).

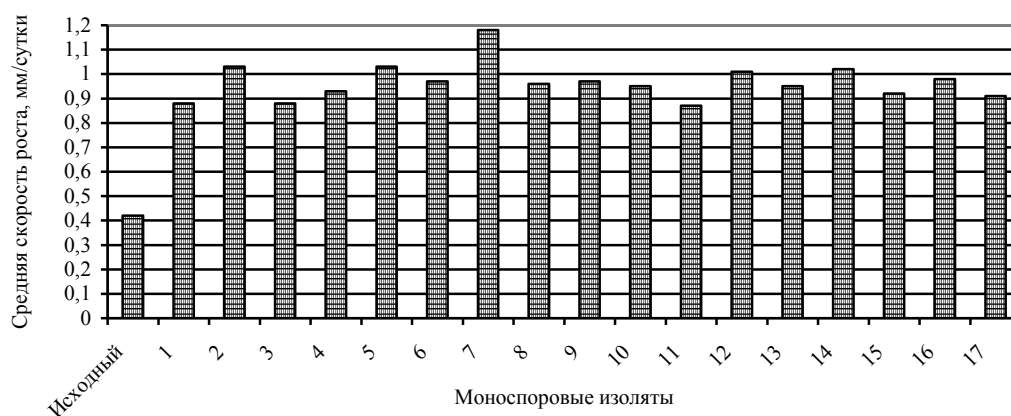


Рис. 7. Средние скорости роста моноспоровых изолятов *F. culmorum* К-4

Наилучшие показатели в типичности и стабильности морфолого-культуральных признаков обнаружили 7, 13 и 16 моноспоровые изоляты.

По стабильности комплекса морфолого-культуральных признаков, скорости роста и споропродуктивности был отобран один наиболее стабильный и

продуктивный моноспоровый изолят – 7, отнесенный нами к быстрорастущим, по скорости роста отличающийся от исходного штамма *F.culmorum* K-4 в 2,8 раза. Споропродуктивность изолята сравнима с таковой исходного штамма.

4.2. Биологическая эффективность моноспоровых изолятов *F.culmorum* K-4 в отношении растений конопли посевной. Патогенность, агрессивность и фитотоксичность на проростках конопли оценивалась для всех 17 полученных моноспоровых изолятов в сравнении с исходным штаммом *F.culmorum* K-4 в качестве второго контроля (первый контроль – без обработки). Биологическая эффективность моноспоровых изолятов исходного штамма *F. culmorum* K-4 оценивалась, прежде всего, по снижению биометрических показателей роста и развития растений (высоты, длины корня, количества ярусов листьев, массы и общей ассимиляционной поверхности листьев), поскольку гибели проростков конопли при обработке суспензиями КОЕ моноспоровых изолятов *F. culmorum* K-4 не наблюдалось в течение всего периода проведения опыта.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что у моноспоровых изолятов 7 и 16 выявлена наибольшая активность по снижению всех показателей роста и развития растений конопли, превышающая таковую исходного штамма *F. culmorum* K-4.

*Таблица 1. Влияние моноспоровых изолятов исходного штамма *F. culmorum* K-4 на растения конопли посевной*

№ изолята	Снижение, %						
	высота		длина корня	габитус		ярусы листьев	ассимиляционная поверхность листьев
	к контролю	от исходного <i>F. culmorum</i> K-4		подземной части	надземной части		
контроль	-	-	-	-	-	-	-
<i>F.culmorum</i> K-4	0	0	60,91	55,12	38,33	0	5,83
1	0	0	16,69	34,63	21,67	2,41	30,33
2	0	0	25,62	42,04	27,22	0	66,11
3	0	0	39,99	30,56	18,33	0	49,82
4	0	0	44,49	45,19	22,78	0	62,06
5	0	0	48,07	54,26	19,44	0	59,89
6	0	0	40,51	60,56	27,78	0	61,42
7	14,48	17,61	32,94	60,93	42,22	5,19	88,82
8	0	7,11	51,78	58,52	52,22	0	81,44
9	0	0	25,97	56,85	41,67	0	81,56
10	0	0	45,54	47,22	64,44	0	86,01
11	0	0	37,66	67,22	40,11	0	83,26
12	0	0	48,55	44,07	23,89	0	74,94
13	18,24	28,44	62,99	40,37	31,67	0	80,47
14	0	0	72,93	73,15	49,44	0	79,27
15	0	1,31	54,56	68,15	41,11	0	82,03
16	1,26	15,28	72,87	54,07	57,22	4,07	<u>89,34</u>
17	0	0	66,23	73,71	63,33	7,04	81,15

Потери в ассимиляционной поверхности листьев выше под воздействием 7 и 16 моноспоровых изолятов, чем под воздействием исходного штамма *F. culmorum* К-4. Воздействие этих моноспоровых изолятов обусловило максимальное ухудшения состояния растений конопли по большинству показателей в течение опыта.

Остальные моноспоровые изоляты по большинству показателей эффективности близки к исходному штамму.

На основе результатов опытов по комплексу показателей эффективности для дальнейшей работы был отобран моноспоровый изолят – *F. culmorum* К-4/7. На его основе была получена опытно-промышленная партия сухой споровой препаративной формы для испытаний в полевых условиях.

4.3. Оценка фитотоксичности штамма *F. culmorum* К-4/7 на проростках ячменя и пшеницы. Методом рулонов был выполнен опыт по оценке фитотоксичности штамма *F. culmorum* К-4/7 на проростках ячменя и пшеницы. Оценивали действие штамма на всхожесть семян пшеницы и ячменя, а также морфометрические характеристики проростков.

Как видно из данных таблицы 2 в случаях прорастания семян в культуральной жидкости для пшеницы и замачивания семян в культуральной жидкости (1 час) для ячменя пораженность болезнями проростков значительно превышает 50%. При любом воздействии штамма на семена пораженность болезнями проростков пшеницы в 2,4 раза, а проростков ячменя в 1,9 раза выше таковой в контрольных вариантах. Таким образом, воздействие штамма на проростки культурных растений выражается, прежде всего, в ослаблении последних, приводящем к повышенной восприимчивости к инфекции, а также происходит активизация внутренней семенной инфекции.

*Таблица 2. Оценка фитотоксичности штамма *F. culmorum* К-4/7 на проростках ячменя и пшеницы*

Показатели фитотоксичности	Варианты опыта			
	Пшеница		Ячмень	
	1	2	1	2
Снижение всхожести, % к контролю	1,1	0,34	0	7,9
Пораженность болезнями относительно контроля, %	69,49	33,3	23,9	58,8
Реизоляция <i>F. culmorum</i> 7, %	2,3	1,1	0,7	10,7
Снижение длины корня, % к контролю	34,4	1,23	3,53	3,1
НСР _{0,5}	66,0	65,2	63,8	64,9

Примечание: 1 - прорастание семян в культуральной жидкости *F. culmorum* К-4/7;
2 - замачивание семян в культуральной жидкости *F. culmorum* К-4/7 (1 час).

Проращение семян пшеницы в культуральной жидкости *F. culmorum* К-4/7 приводило к уменьшению в 1,5 раза длины корня проростков и к неразвитости придаточных корней. У проростков ячменя не выявлено значительного уменьшения длины корня при любом из исследованных способов воздействия на семена штаммом.

Таким образом, штамм *F. culmorum* К-4/7 для подавления растений конопли слаботоксичен для проростков ячменя и пшеницы, но его воздействие приводит к их ослаблению и подверженности внешней и внутренней инфекции.

5. Влияние гербицидов различных химических групп на эффективный штамм *Fusarium culmorum* К-4/7

Нами проведена оценка влияния ряда гербицидов на скорость роста и скорость увеличения числа колоний штамма *F. culmorum* К-4/7 (рис. 8).

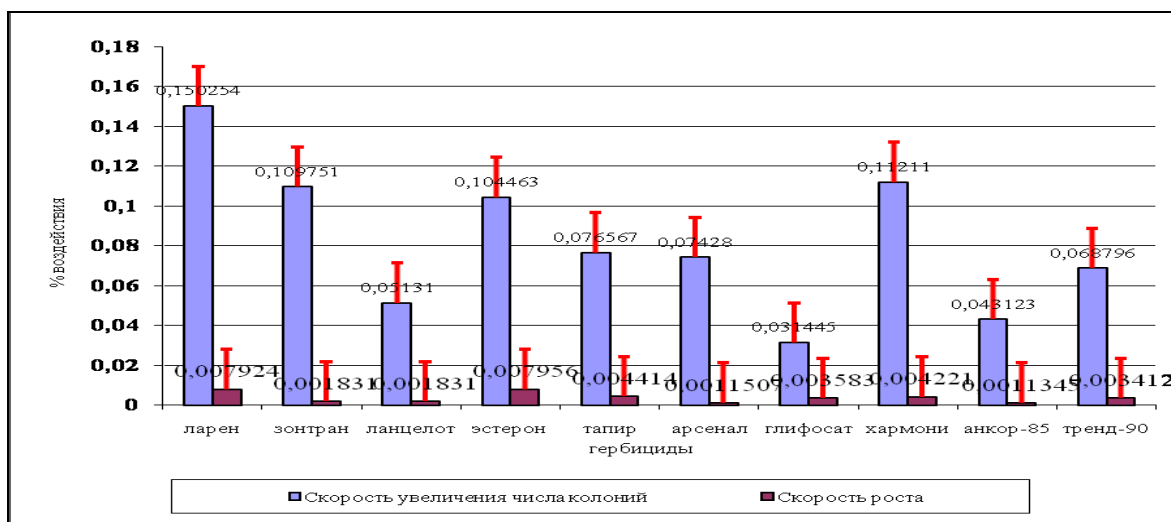


Рис.8. Воздействие гербицидов на развитие штамма *F. culmorum* К-4/7

Динамика скорости роста и увеличения числа колоний *F. culmorum* К-4/7 во всех исследованных случаях однотипна. На процесс роста штамма не оказывают влияние исследованные гербициды.

Нами не выявлено фунгицидного действия гербицидов, а лишь незначительный фунгистатический эффект начального воздействия гербицида Зонтран, ККР (концентрации метрибузина, соответствующей НР препарата). Можно также говорить о легком начальном стимулирующем действии низких концентраций гербицида Анкор-85, ВДГ и ПАВ Тренд-90, Ж на развитие микромицета.

На основании этих данных возможно не принимать во внимание воздействие изученных концентраций на параметры роста штамма *F. culmorum* К-4/7 и использовать исследованные гербициды в разработке технологий совместного их применения.

6. Совместное использование биологических агентов и химических препаратов для борьбы с коноплей

6.1. Биологическая эффективность однократного применения штамма *F. culmorum* К-4/7, гербицида Хармони, СТС с ПАВ Тренд-90, Ж и их комбинаций в отношении конопли посевной в вегетационных опытах. Данные по биологической эффективности отдельного и совместного использования комбинаций микро- и химических гербицидов в отношении конопли при однократном использовании представлены в таблице 3.

При однократном применении в фазе 2-3 настоящих листьев наиболее эффективно подавляет рост и развитие растений конопли комбинация опытного образца биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* К-4/7 и гербицида Хармони, СТС при рекомендованной норме применения (25 г/га) в сочетании с ПАВ Тренд-90, Ж (200 мл/га).

*Таблица 3. Биологическая эффективность комбинаций опытного образца биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* К-4/7, гербицида Хармони, СТС и ПАВ Тренд 90, Ж в отношении конопли посевной при однократном применении в фазе 2-3 настоящих листьев в вегетационных опытах (Ленинградская область, 2009 год)*

Варианты опыта	Снижение количества растений, % к контролю	Снижение массы растений, % к контролю
1. Хармони, СТС + Тренд-90, Ж-50 г/га + 200 мл/га	28,3	29,9
2. Биопрепарат, Ж - 10 л/га	4,4	0
3. Хармони, СТС + Тренд-90, Ж + биопрепарат, Ж - 25 г/га + 200 мл/га + 10 л/га	2,8	38,7
4. Хармони, СТС + Тренд-90, Ж + биопрепарат, Ж - 12,5 г/га + 200 мл/га + 10 л/га	0	0
НСР _{0,05}	3,3	-

6.2. Биологическая эффективность двукратного применения штамма *F. culmorum* К-4/7, гербицида Хармони, СТС с ПАВ Тренд-90, Ж и их комбинаций в отношении конопли посевной в вегетационных опытах. Была проведена серия опытов по оценке биологической эффективности двукратного применения опытного образца биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* К-4/7 и гербицида Хармони, СТС и ПАВ Тренд-90, Ж, а также их комбинаций в фазах 2-3 (первая обработка) и 5-6 (вторая обработка) настоящих листьев. Данные по биологической эффективности отдельного и совместного использования комбинаций микро- и химических гербицидов в отношении конопли при двукратном применении представлены в таблице 4.

Таблица 4. Биологическая эффективность комбинаций опытного образца биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* K-4/7, гербицида Хармони, СТС и ПАВ Тренд 90, Ж в отношении конопли посевной в вегетационных опытах (Ленинградская область, 2009 год)

Варианты опыта	Снижение количества растений, % к контролю	Снижение массы растений, % к контролю
1. Хармони, СТС + Тренд-90, Ж - 12,5 г/га + 200 мл/га	4,4	0
2. Биопрепарат, Ж - 10 л/га	6,1	28,1
3. Хармони, СТС + биопрепарат, Ж - 12, 5 л/га + 10 л/га	7,5	32,1
4. Хармони, СТС + Тренд-90, Ж + биопрепарат, Ж - 12,5 г/га + 200 мл/га + 10 л/га	4,6	48,1
НСР _{0,05}	1,1	-

Таким образом, второе опрыскивание конопли в фазе 5-6 настоящих листьев повышает эффективность подавления роста и развития растений, а также позволяет снизить концентрацию гербицида в комбинации опытного образца биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* K-4/7 и гербицида Хармони, СТС до половинной нормы применения (12,5 г/га) при использовании в сочетании с ПАВ Тренд-90, Ж (200 мл/га).

6.3. Биологическая эффективность последовательного применения гербицида Хармони, СТС и штамма *F. culmorum* K-4/7 для подавления растений конопли посевной в вегетационных опытах. Для оценки биологической эффективности последовательного применения гербицида Хармони, СТС и опытного образца биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* K-4/7 была проведена дополнительная обработка растений конопли. В фазе 2-3 настоящих листьев растения были обработаны гербицидом Хармони, СТС в разных нормах применения. Затем в фазе 5-6 настоящих листьев было проведено дополнительное опрыскивание растений рабочей суспензией опытного образца биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* K-4/7 (табл. 5).

Полученные результаты свидетельствуют, что последовательное опрыскивание гербицидом Хармони, СТС в фазе 2-3 настоящих листьев в половинной норме применения (12,5 г/га) и опытным образцом биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* K-4/7 в фазе 5-6 настоящих листьев существенно повышает эффективность подавления роста и развития конопли и позволяет уменьшить массу растений на 82,9%.

*Таблица 5. Биологическая эффективность последовательного применения гербицида Хармони, СТС и опытного образца биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* К-4/7 в отношении конопли посевной в вегетационных опытах (Ленинградская область, 2009 год)*

Варианты опыта	Снижение количества растений, % к контролю	Снижение массы растений, % к контролю
1. Хармони, СТС + Тренд-90, Ж + биопрепарат, Ж - 50 г/га + 200 мл/га + 10 л/га	12,5	60,7
2. Хармони, СТС + Тренд-90, Ж + биопрепарат, Ж - 25 г/га + 200 мл/га + 10 л/га	8,8	41,7
3. Хармони, СТС + Тренд-90, Ж + биопрепарат, Ж - 12,5 г/га + 200 мл/га + 10 л/га	0	82,9
НСР _{0,05}	2,0	-

6.4. Биологическая эффективность применения двух препаративных форм на основе штамма *F. culmorum* К-4/7 в полевых условиях против конопли посевной. Эффективность жидкой препаративной формы опытного образца биопрепарата была выше, нежели сухой, особенно чётко это выражалось в большем снижении показателей высоты растений и количества листовых ярусов. Наибольшее снижение развития растений конопли по всем показателям при использовании сухой препаративной формы наблюдалось к 21 суткам после обработки, а при использовании жидкой – уже в первые 7 суток, причем этот уровень потерь сохранялся практически до 30 суток. Двукратное применение жидкой препаративной формы опытного образца биопрепарата приводило к медленному и постепенному снижению показателей роста. Угнетение конопли в вариантах со штаммом *F. culmorum* К-4/7 ниже 5% фиксировалась лишь до 7 суток после обработки (табл.6).

*Таблица 6. Биологическая эффективность опытного образца биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* К-4/7 в различных препаративных формах и его комбинаций с гербицидами в борьбе с коноплей посевной (30 суток после обработки) (Ленинградская область, 2009 год)*

Варианты опыта	Снижение количества растений, % к контролю	Снижение массы растений, % к контролю
1. Биопрепарат (споровая форма) 10 кг/га	0,7	71,5
2. Биопрепарат (споровая форма) - 10 кг/га (двукратно)	0,3	49,7
3. Биопрепарат (жидкая форма) - 10 л/га	2,2	83,7
4. Биопрепарат (жидкая форма) - 10 л/га (двукратно)	1,9	81,0
5. Хармони, СТС + Тренд 90, Ж - 50 г/га + 200 мл/га	1,6	82,1
6. Хармони, СТС + Тренд 90, Ж + биопрепарат, П - 50 г/га + 200 мл/га + 10 кг/га	25,7	89,5
НСР _{0,05}	6,3	-

Аналогичная картина наблюдалась в вариантах с пониженными нормами применения гербицидов, как в чистом виде, так и в комбинациях с опытным образцом биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* K-4/7. Максимальная гибель растений (к 30 суткам) наступала при использовании гербицида Хармони, СТС в полной норме применения и в сочетании с опытным образцом биопрепарата и ПАВ Тренд-90, Ж (табл.6).

6.5. Биологическая эффективность применения штамма *F. culmorum* K-4/7 отдельно и в комбинации с гербицидами против конопли дикорастущей в Саратовской и Ростовской областях. Оценка биологической эффективности применения гербицида Хармони, СТС в комбинации с ПАВ Тренд-90, Ж и опытного образца биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* K-4/7 была проведена на конопле дикорастущей в Саратовской и Ростовской областях (табл. 7).

*Таблица 7. Биологическая эффективность опытного образца биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* K-4/7 и его комбинаций с гербицидами в отношении конопли дикорастущей (Ростовская область, Саратовская область, 2011 год)*

Вариант опыта	Снижение количества растений, % к контролю		Снижение массы растений, % к контролю	
	Ростовская область	Саратовская область	Ростовская область	Саратовская область
1. Биопрепарат, Ж – 10 л/га (двукратно)	10,2	36,7	37,1	38,7
2. Хармони, СТС + Тренд-90, Ж +биопрепарат, Ж-25 г/га+200 мл/га+10 л/га (последовательно)	32,4	51,9	30,2	50,4
3. Хармони, СТС + Тренд-90,Ж + биопрепарат, Ж - 50 г/га + 200 мл/га + 10 л/г (двукратно)	100	69,2	100	64,5

Максимальная эффективность в двух зонах была достигнута при двукратном применении гербицида Хармони, СТС в максимальной норме применения в сочетании с ПАВ Тренд-90, Ж и опытным образцом биопрепарата и составляла 69,2% и 100%, соответственно, для Саратовской и Ростовской области.

При последовательной обработке гербицидом Хармони, СТС в сочетании с ПАВ Тренд-90, Ж и через 7 суток – штаммом *F. culmorum* K-4/7 была достигнута максимальная эффективность 51,9% и 32,4%.

При двукратном применении штамма *F. culmorum* K-4/7 в чистом виде эффективность в двух зонах составляла 36,7 и 10,2% при достаточно высоком снижении массы (38,7% и 37,1%).

Выводы

1. Высокую биологическую эффективность в борьбе с коноплей в условиях Ленинградской области обеспечивают следующие гербициды: Раундап, ВР (100%), Арсенал, ВК (100%), Ланцелот 450, ВДГ (100%), Вердикт, ВДГ + Биопауэр, Ж (100%), Зенкор Техно, ВДГ (80,8%). В условиях Саратовской области высокую биологическую эффективность обеспечивают препараты Зенкор Техно, ВДГ (100%), Вердикт, ВДГ + Биопауэр, Ж (98,3%), Хармони, СТС + Тренд-90, Ж (77%), Анкор-85, ВДГ (100%), Зонтран, ККР (90,2%). Биологическую эффективность на уровне 100% в условиях Ростовской области обеспечивают гербициды Ланцелот 450, ВДГ, Вердикт, ВДГ + Биопауэр, Ж, Хармони, СТС + Тренд-90, Ж, Анкор-85, ВДГ, Зонтран, ККР.
2. Получен направленной селекцией морфологически стабильный, высоко агрессивный и фитотоксичный штамм *Fusarium culmorum* K-4/7, вызывающий поражение корневой системы растений конопли, приводящее к стабильному ухудшению габитуса и потере товарного качества растений. Данный штамм слаботоксичен для проростков ячменя и пшеницы.
3. Не выявлено фунгицидного действия различных концентраций гербицидов на *F. culmorum* K-4/7 ни в одном из исследованных вариантов. Динамика показателей скорости роста и увеличения числа колоний *F. culmorum* K-4/7 при воздействии гербицидов одинакова во всех вариантах – для скорости роста она составляет 3-4 мм в сутки, а для увеличения числа колоний соответствует 20-30 колоний в сутки.
4. Гербицид Анкор-85, ВДГ и ПАВ Тренд-90, Ж обладают стимулирующим эффектом на прорастание конидий *F. culmorum* K-4/7, но не более чем в 1,5 раза по отношению к контролю.
5. Максимальная биологическая эффективность совместного применения гербицида и биопрепарата на основе штамма *F. culmorum* K-4/7 в борьбе с коноплей была достигнута при проведении двукратной обработки комбинацией Хармони, СТС (50 г/га) + Тренд-90, Ж (200 мл/га) + биопрепарат, Ж (10 л/га) и составила 69,2% в Саратовской области и 100% в Ростовской области.
6. При последовательном применении препаратов максимальная биологическая эффективность была достигнута при проведении обработки комбинацией Хармони, СТС (25 г/га) + Тренд-90, Ж (200 мл/га) и биопрепаратом в жидкой препаративной форме на основе штамма *F. culmorum* K-4/7 (10 л/га) с интервалом в 7 суток, и составила 55,7% в Саратовской области и 32,4% в Ростовской области.
7. Оценка биологической эффективности совместного использования биопрепарата на основе *F. culmorum* K-4/7 в двух различных препаративных формах (жидкость и порошок) и гербицида показала, что при однократном применении комбинаций Хармони, СТС (25 г/га) + Тренд-90, Ж (200 мл/га)

и биопрепарата в жидкой форме (10 л/га) снижение количества растений конопли составило 2,8%, а снижение массы растений – 38,7%. Максимальный показатель биологической эффективности использования биопрепарата в форме порошка был достигнут при однократном применении комбинации Хармони, СТС (50 г/га) + Тренд-90, Ж (200 мл/га) + биопрепарат, П (10 кг/га) и составил 25,7% (снижение количества растений) и 89,5% (снижение массы растений).

8. Разработаны регламенты эффективного применения следующих химических и биологических средств для борьбы с коноплей в фазу 2-4 настоящих листьев: Ланцелот 450, ВДГ – в норме применения 90 г/га, Зенкор Техно, ВДГ – в норме применения 1,4 л/га, Зонтран, ККР – в норме применения 1,7 л/га, Анкор-85, ВДГ – в норме применения 50 г/га, Вердикт, ВДГ + Биопауэр, Ж – в норме применения 0,5 + 0,5 л/га, Хармони, СТС + Тренд-90, Ж – в норме применения 50 г/га + 200 мл/га, а также комбинация Хармони, СТС (50 г/га) + Тренд-90, Ж (200 мл/га) + биопрепарат, Ж (10 л/га) (двукратная обработка).

Практические рекомендации

Для обеспечения эффективной борьбы с коноплей мы рекомендуем следующие регламенты применения химических и биологических средств:

- однократная обработка – гербициды Ланцелот 450, ВДГ – в норме применения 90 г/га, Зенкор Техно, ВДГ – в норме применения 1,4 л/га, Зонтран, ККР – в норме применения 1,7 л/га, Вердикт, ВДГ + Биопауэр, Ж – в норме применения 0,5 + 0,5 л/га, Анкор-85, ВДГ – в норме применения 50 г/га, Хармони, СТС + Тренд-90, Ж – в норме применения 50 г/га + 200 мл/га;
- двукратная обработка – комбинация Хармони, СТС-(50 г/га) + биопрепарат, Ж-(10 л/га) с добавлением ПАВ Тренд-90, Ж-(200 мл/га);
- обработку следует проводить в фазу 2-4 настоящих листьев растений конопли.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. **Бурлакова, Ю.В.** Биологическая эффективность химических средств подавления конопли дикорастущей *Cannabis ruderalis* Janisch. / **Ю.В. Бурлакова, Т.А. Маханькова** // Защита и карантин растений. - 2012, № 4. - С. 40.
2. **Бурлакова, Ю.В.** Эффективные гербициды для борьбы с коноплей *Cannabis sativa* L. / **Ю.В. Бурлакова** // Материалы конференции молодых учёных и аспирантов “Генетические ресурсы растений и селекции” 15-16 марта 2010. - СПб, 2010. - С. 163-167.

3. Долженко, В.И. Перспективы использования биологических средств в борьбе с коноплей / В.И. Долженко, **Ю.В. Бурлакова** // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. - СПб, 2010. - С. 88-90.
4. Маханькова, Т.А. Эффективность химических и биологических препаратов для подавления растений конопли *Cannabis sativa* L. / Т.А. Маханькова, **Ю.В. Бурлакова** // Материалы научной конференции “Проблемы защиты растений в условиях современного сельскохозяйственного производства”. – СПб, 2009. - С.17-19.