



**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ
В НАУЧНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ
АПК ВЕРХНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА**

ТОМ 2

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Федеральное государственное научное учреждение
«ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»
ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ
В НАУЧНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ
АПК ВЕРХНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА**

Коллективная монография

В двух томах

Том 2

Суздаль
2018

УДК 631.51:631.81:633/635:632:636:638.1:631.3

ББК 40.326+45

И66

Редакционная коллегия:

Л.И. Ильин, С.И. Гриб (академик НАН Республики Беларусь, РАН),
У.М. Сагалбеков (академик АСХН Республики Казахстан), С.И. Зинченко,
В.В. Окорков, Т.С. Бибик, Е.В. Викулина

Рецензенты:

член-корреспондент РАН,
доктор сельскохозяйственных наук **А.И. Еськов**,
профессор **В. Романюк** (Польша)

И66

Современные тенденции в научном обеспечении АПК Верхневолжского региона: Коллективная монография. Федер. гос. бюдж. науч. учреждение «Верхневолжский аграрный научный центр»; [редкол.: Л.И. Ильин и др.; отв. за вып. В.В. Окорков], в 2 т. / Иваново: Прессто, 2018, – 356 с.

ISBN 978-5-6041301-4-8 (т.2)

ISBN 978-5-6041301-2-4

Представленные в коллективной монографии материалы посвящены проблемам разработки и внедрения технологий возделывания полевых и кормовых культур в Нечерноземье, Центральной Черноземной зоне, Северо-Кавказском ФО и других регионах РФ, странах СНГ; современным селекционным достижениям и путям обеспечения хозяйств различных форм собственности высококачественными семенами. Освещены вопросы экономического развития села в различных регионах РФ, странах СНГ.

Коллективная монография включает доклады участников конференции, изданные в авторской редакции.

УДК 631.51:631.81:633/635:632:636:638.1:631.3

ББК 40.326+45

Ответственный за выпуск:

В.В. Окорков, гл. науч. сотр. отдела агрохимии и экологии
ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», доктор сельскохозяйственных наук

ISBN 978-5-6041301-4-8



9 785604 130148

ISBN 978-5-6041301-2-4



9 785604 130124

© ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», 2018

Литература

1. Смирнов А. Н. Оценка происхождения *oospor* в природных популяциях *Phytophthora infestans* Московской области // Известия ТСХА. 2003. № 4. – С. 87–95.
2. Дьяков Ю. Т., Ашайе А., Вайнштейн В. М. О статусе «томатных» рас *Phytophthora infestans* (Mont) de Bygu // Микология и фитопатология. – 1975. Т. 9. – С. 272–282.
3. Дьяков Ю. Т. Жизненные стратегии фитопатогенных грибов и их эволюция // Микол. и фитопатол. 1992. Т. 26. – С. 309-318.
4. Мюллер Э., Лёффер В. Микология / Пер. с нем. – М.: Мир, 1995. – 343 с.
5. Ципленков А. Е., Миско Л. С. Комплексная устойчивость томатов // Защита и карантин растений. 1996. № 11. – С. 45.
6. Станчева И.Б. Атлас болезней сельскохозяйственных растений. Т. 1. Болезни овощных культур. – София – Москва: ПЕНСОФТ, 2005. – 181 с.

УДК 632.934

ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДА ИММУНИЗИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МНОГОЛЕТНИХ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ

Злотников А.К.¹, Кирсанова Е.В.², Кудрявцев Н.А.³,
Рябчинская Т.А.⁴, Надыкта В.Д.⁵

¹ Научно-производственная фирма «Альбит»,
г. Пушино Московской обл.,
artur@albit.ru

² Орловский гос. аграрный университет, г. Орёл,
kir-elena@mail.ru

³ ВНИИ льна, г. Торжок Тверской обл.,
vniil@mail.ru

⁴ ВНИИ защиты растений, г. Рамонь Воронежской обл.,
rjabchinskaja@mail.ru

⁵ ВНИИ биологической защиты растений, г. Краснодар,
vniibzr@mail.kuban.ru

На основе многолетних экспериментальных данных (более 250 полевых опытов в различных регионах РФ и за рубежом) была осуществлена характеристика биологической эффективности Альбита, ТПС – биофунгицида с иммунизирующим механизмом действия. Установлена эффективность препарата против основных заболеваний, зависимость его эффекта от инфекционного фона, дозировки, способа применения и других факторов.

Based on experimental data of more than 250 field trials carried out in course of many years in Russia and abroad, the biological efficacy of Albit (a biofungicide with immunizing mode of action) against major diseases was characterized. The dependence of its effect on the level of infection, dosage, mode of application, and other factors was found.

В нашей стране ущерб, причиняемый урожаю вредными объектами, оценивается в 25-40%, а в годы массового размножения вредителей и распространения болезней потери урожая достигают 60% и более. В последние годы резко возросло значение токсиногенных грибов – возбудителей болезней зерновых культур [1]. Весьма сложной проблемой современной защиты растений является преодоление выработки в популяциях фитопатогенных микроорганизмов резистентных биологических форм, а также появление новых патогенных рас сапрофитных организмов [2]. Новые сорта теряют устойчивость к возбудителям через 5-7 лет, тогда как раньше сохраняли ее в течение десятилетий.

Всё это вызывает насущную необходимость изменения общей стратегии фитосанитарных технологий в сельскохозяйственном производстве, а именно: усиления их экологической направленности при постоянном повышении адаптивных возможностей самих защищаемых растений.

Одним из наиболее перспективных направлений защиты сельскохозяйственных культур является индукция устойчивости к фитопатогенам с использованием препаратов-иммунизаторов. При этом, наибольшим потенциалом иммунизирующих свойств обладают биопрепараты [3].

Использование фунгицидов прошло в своей истории несколько этапов, развиваясь в направлении снижения токсичности для нецелевых организмов. Фунгициды первого и второго поколений (неорганические и органические контактные препараты) неспецифичны, обла-

дают широким спектром действия, токсичны как для грибов, так и для растений. Эти фунгициды подавляют рост патогенных грибов в большей степени, чем растений лишь потому, что растительная клетка обладает более ригидными покровами (кутикула и клеточная стенка) и проникновение веществ через них затруднено. Это является препятствием для достижения высокой эффективности и усложняет тактику проведения химических обработок, ибо необходимо, во-первых, очень тщательно покрывать поверхность обрабатываемых растений (фунгицид действует только при контакте с патогеном), и, во-вторых, многократно повторять обработки [4]. Фунгициды третьего поколения – системные органические препараты – специфичны для отдельных групп грибов и малотоксичны для растений. Они проникают в растения, распространяются системно в тканях и убивают патогенов, находящихся не только на поверхности, но и внутри растения, вследствие чего их применение более удобно, чем контактных фунгицидов. Однако, специфичность их действия на отдельные узкие мишени метаболизма патогенов (например, синтез хитина или стероидов) приводит к тому, что модификация мишени может привести к частичной или полной потере чувствительности к препарату. Поэтому длительное применение системных фунгицидов, как правило, приводит к потере их эффективности вследствие накопления резистентных штаммов патогенов. Четвёртое поколение фунгицидов представляют собой вещества, направленные не на уничтожение фитопатогенов, а на снижение их патогенности и повышение защитных свойств (иммунитета) растений [4].

Защитная реакция растения против патогена может индуцироваться метаболитами самого патогена, либо специально подобранными веществами, обладающими свойствами элиситоров. В настоящее время элиситорные свойства найдены у олигомеров хитина, хитозана, глюканов, арахидоновой, эйкозапенаеновой, салициловой, изоникотиновой, линолиновой кислот, полисахаридов клеточной стенки патогенных и сапротрофных микроорганизмов, лектинов и других соединений. Взаимодействуя с рецепторами на поверхности растительных клеток, элиситоры запускают те или иные сигнальные системы. В зависимости от вида элиситора и рецептора различают аденилатциклазную, MAP-киназную, фосфатидную, кальциевую, липоксигеназную,

НАДФН-оксидазную, NO-синтазную, протонную и другие сигнальные системы. Далее сигнал передаётся вглубь клетки и организма, вызывая различные реакции индуцированной устойчивости. Внутри клеток трансдукция сигнала осуществляется в основном при помощи каскада фосфорилирования белков.

Первый в нашей стране препарат для повышения устойчивости растений к патогенам (на основе арахидоновой кислоты) был предложен более 30 лет назад. Однако трудности наработки и обеспечения воспроизводимого эффекта таких препаратов лимитируют потенциал развития данной группы средств защиты растений (СЗР). Даже если биопрепарат проявляет высокую эффективность в борьбе с патогенами в лабораторных условиях, это не гарантирует его высокой эффективности при перенесении в прикорневую зону или на поверхность растений [6]. В настоящее время в ассортименте зарегистрированных в РФ пестицидов присутствует только один фунгицид с иммунизирующим механизмом действия – препарат Альбит, ТПС.

Альбит – полифункциональный препарат на основе биополимера поли-бета-гидроксibuтирата (ПГБ) из почвенных бактерий *Vacillus megaterium*. Препарат хорошо известен земледельцам, применяется в сельскохозяйственной практике более чем 50 регионов РФ и 25 стран Мира.

Назначение Альбита – повышение устойчивости растений к засухе и другим неблагоприятным факторам среды (стрессам), нейтрализация стрессового действия химических пестицидов и удобрений, повышение полевой всхожести семян, увеличение урожайности (на 5-30% в зависимости от культуры), улучшение качества продукции, защита растений от ряда болезней (корневые гнили, септориоз, бурая ржавчина, мучнистая роса, сетчатая пятнистость, бактериозы, фитофтороз и др.). № гос. регистрации препарата в качестве фунгицида 1686-09-107-150-0-0-3-1.

При использовании Альбита биополимер ПГБ и его производные взаимодействуют с рецепторами НАДФН-оксидазной системы клеток растений. Усиление активности НАДФН-оксидазы растений ведёт к образованию супероксид аниона и других активных форм кислорода (АФК) в повышенных, но не критических для растения концентрациях. Этот процесс вызывает экспрессию целого комплекса растительных антиоксидантных ферментов (супероксид-дисмутаза, пероксида-

зы, дегидроксиаскорбат-редуктаза, глутатион-редуктаза), способных к детоксикации активных форм кислорода. В итоге, общая антиоксидантная способность клеток растений возрастает в 1,4–3,6 раза. Повышенный уровень антиоксидантных ферментов в клетках растений также приводит к увеличению содержания аскорбиновой кислоты и хлорофилла (прибавка до 100 % к контролю). Поскольку практически любой стресс в растении в конечном итоге ведёт к накоплению АФК и повреждению хлорофилла, растения, предварительно обработанные Альбитом, обладают повышенной стрессоустойчивостью. Функционирование НАДФН-оксидазной системы также вызывает в клетках синтез либо высвобождение из гликозидов салициловой кислоты, что ведёт к системной иммунизации растений. Салицилат иммунизирует растения против болезней, ткани растений приобретают неспецифическую устойчивость к широкому кругу фитопатогенов (системная приобретённая устойчивость). В клетках растений повышается синтез фитоалексина – естественных соединений, останавливающих развитие патогенов. Например, у винограда под действием Альбита синтезируется на 33 % больше фитоалексина стилибеновой природы.

Эффект Альбита напоминает действие системных фунгицидов с той разницей, что они, распространяясь по растению, оказывают прямое биоцидное действие на фитопатогенов, а Альбит вызывает распространение естественного сигнального метаболита – салициловой кислоты, в результате чего даже органы растений, не обработанные Альбитом, иммунизируются против заболеваний. При этом за счёт антистрессового действия препарат обеспечивает комплексную защиту организма от биотических и абиотических стрессоров.

В полном соответствии с парадигмой системной устойчивости, иммунизация растений под влиянием Альбита распространяется снизу вверх. В опытах ВНИИЗР на яровой пшенице предпосевная обработка семян Альбитом иммунизировала растения не только от корневых гнилей, но и от листостебельных инфекций – бурой ржавчины, мучнистой росы и септориоза [7].

При использовании фунгицидов в реальных полевых условиях их защитная эффективность является сложной интегральной функцией стадии развития растений, фитопатогена, почвенно-агробиохимических,

погодно-климатических условий, сроков и способа применения, иных факторов. В результате наблюдается дисперсия актуальных значений биологической эффективности вокруг средней прогнозируемой примерно на 29% для химических фунгицидов, 48% – для биопрепаратов [6]. Поскольку Альбит обладает уникальным иммунизирующим механизмом действия, важно оценить актуальную эффективность препарата в полевых условиях.

Целью настоящей работы явилась характеристика биологической эффективности Альбита по данным многолетних полевых опытов, проведённых в различных регионах РФ и за рубежом.

Полевые деляночные и производственные опыты проводились, начиная с 1997 г., согласно общепринятым методикам испытаний биопрепаратов (в абсолютном большинстве случаев – согласно действующим правилам регистрационных испытаний). Фунгицидные свойства Альбита оценивались в полевых опытах Башкирского ГАУ, Белгородского НИИСХ, ВИЗР (г. Санкт-Петербург), ВНИИ льна (Тверская обл.), ВНИИ риса (Краснодарский край), ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина (Тамбовская обл.), ВНИИ биологической защиты растений (Краснодарский край), ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко (Ростовская обл.), ВНИИ зернобобовых и крупяных культур (Орловская обл.), ВНИИ зерновых культур им. И.Г. Калининко (Ростовская обл.), ВНИИЗР МСХ РФ (Воронежская обл.), ВНИИКХ им. А.Г. Лорха (Московская обл.), ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур (Московская обл.), ВНИИ цветоводства и субтропических культур (г. Сочи), Дагестанского НИИ ВиППВ, Курского НИИАП, МГУ им. М.В. Ломоносова, Мордовского гос. университета им. Н.П. Огарёва, НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов), ННИИВиВ «Магарач» (Крым), Орловского ГАУ, СКЗНИИ садоводства и виноградарства (г. Краснодар), ЦИНАО (ВНИИА, г. Москва); Владимирской, Воронежской, Костромской, Краснодарской, Тульской СТАЗР (филиалов Россельхозцентра); зарубежных научных учреждений: Гос. Института селекции зерновых культур (Латвия), ИЗР УААН (Украина), Института селекции растений (Эстония), Института сельскохозяйственных исследований Кромержиж (Чехия), Литовского института сельского хозяйства, НИИ картофелеводства Гавличкув Брод (Чехия), НПЦЗХ им. А.И. Бараева (Казахстан), Опытного хозяйства Vorgeby Gard (Швеция), с.-х. стан-

ции Ditana (Чехия), Словацкого с.-х. института в Нитре, Университета прикладных наук Южной Вестфалии (Германия), Экспериментальной станции Вестанкварн (Финляндия); в производственных опытах ряда хозяйств России, стран СНГ, ЕС, США – всего было проведено более 250 опытов. Альбит применяли согласно утверждённым рекомендациям на соответствующих культурах.

Полученные данные обобщены в табл. 1 и 2. Приведены данные об уровнях распространённости (Р) и развития (R) заболеваний, при которых выявлен защитный эффект Альбита против конкретного заболевания. Доверительные интервалы рассчитаны на основе ошибки среднего (SE) по формуле $x_{cp} \pm t_{05}SE$, в них с вероятностью не менее 95 % находится истинная средняя биологическая эффективность препарата (μ).

Таблица 1 – Биологическая эффективность (БЭ) Альбита против болезней зерновых культур (по данным всех полевых опытов 1997-2004 гг.)

Культура	Болезнь	Средняя БЭ, %	$\pm t_{05}SE$, %
Пшеница озимая Р 4-100 %, R 2-34 %	бурая ржавчина	49,1	11,2
	корневые гнили	81,0	10,2
	мучнистая роса	51,0	21,0
	пыльная головня	39,4	52,0
	септориоз	52,1	8,9
	фузариоз колоса	35,0	7,6
Пшеница яровая Р 2-100 %, R 1-60 %	бурая ржавчина	46,4	19,2
	гельминтоспориоз	46,4	13,8
	корневые гнили	59,0	11,4
	мучнистая роса	81,7	32,3
	септориоз	51,2	11,5
	фузариоз колоса	43,4	–*
Ячмень яровой и озимый Р 1-90 %,	бурая ржавчина	50,0	29,5
	корневые гнили	69,7	9,0
	мучнистая роса	89,9	12,3

Культура	Болезнь	Средняя БЭ, %	$\pm t_{05}SE, \%$
R 2-39 %	септориоз	45,0	21,4
	сетчатая пятнистость	60,4	15,5
	стеблевая ржавчина	68,6	23,0
	тёмно-бурая пятнистость	65,2	43,8
Рис Р 6-10 %, R 22 %	корневые гнили	73,0	50,8

* (-) для расчёта доверительного интервала данных недостаточно.

Биологическая эффективность Альбита против болезней растений в большинстве случаев составляла от 40 до 80%. Однако под влиянием конкретных фитосанитарных и агроклиматических условий реальная эффективность препарата может отличаться от средней, о чём наглядно свидетельствуют доверительные интервалы средних значений. Как правило, реальная биологическая эффективность Альбита против болезней может примерно на 30% варьировать вокруг средней эффективности, что находится на уровне воспроизводимости химических фунгицидов биоцидного действия.

Эффективность Альбита против микозных заболеваний составляет в среднем 57%, болезней, вызываемых оомицетами – 56%, против бактериозов – 69%.

Таблица 2 – Биологическая эффективность (БЭ) Альбита против болезней сельскохозяйственных культур (по данным всех полевых опытов 1997-2004 гг.)

Культура	Болезнь	Средняя БЭ, %	$\pm t_{05}SE, \%$
Подсолнечник Р 21-30 %, R 2-10 %	белая гниль	55,8	22,0
	серая гниль	66,3	33,1
	фомоз	67,0	56,5
Свёкла сахарная Р 41-50 %, R 7-38 %	корнеед всходов	70,3	21,2
	мучнистая роса	48,7	-*
	пероноспороз	48,7	-*
	церкоспороз	39,7	15,9

Культура	Болезнь	Средняя БЭ, %	$\pm t_{05}SE, \%$
Картофель Р 3-79 %, R 1-29 %	альтернариоз	44,8	177,3
	парша	61,8	10,8
	ризоктониоз	60,6	4,0
	фитофтороз	58,5	4,7
Кукуруза R 2-5 %	гельминтоспориоз	43,5	19,1
	пузырчатая головня	53,0	10,6
Лён-долгунец Р 6-24 %	антракноз	71,8	15,8
	бактериоз	84,4	9,2
	озонийоз (крапчатость)	83,9	9,1
	септориоз (пасмо)	80,8	14,3
Соя Р 6-22 %, R 2-5 %	аскохитоз	53,3	6,5
	септориоз	52,1	5,0
	фузариоз	61,5	20,2
Горох Р 90-100%, R 25-61%	корневые гнили	41,4	15,9
Виноград Р 9-100 %, R 1-89 %	милдью	50,5	26,5
	ондиум	70,0	12,2
	чёрная пятнистость	79,2	158,8

* (–) для расчёта доверительного интервала данных недостаточно.

В результате анализа совокупности опытных данных можно констатировать, что фунгицидная активность Альбита наиболее выражена против корневых гнилей зерновых колосовых культур различной этиологии.

По среднемноголетним данным полевых опытов биологическая эффективность (БЭ) Альбита против корневых гнилей яровой пшеницы составила в среднем 59%, ячменя – 70%, озимой пшеницы – 81%. В ряде опытов (Саратовская СТАЗР, 2001 г.; Почвенный институт, 2002 г.; Кировская СТАЗР, 2004 г. и др.) Альбит полностью подавлял развитие данного заболевания (БЭ 100%).

По данным, полученным в опытах ВНИИЗР (2004-2005 гг.), Альбит показал эффективность на уровне 57-77% против фузариозно-гельминтоспориозных корневых гнилей озимой пшеницы даже в условиях

высокого искусственного инфекционного фона (развитие в контроле 8–23%, распространённость 24–87%). Эффективность препарата была на уровне химэталонов с д.в. диффеноконазол + ципроконазол и карбоксин + тирам и превосходила таковую биоэталона на основе *Bacillus subtilis*. Поскольку против видов корневых гнилей эффективность большинства рекомендуемых в настоящее время химических протравителей составляет 40–70% [8], Альбит является достаточно эффективным и конкурентоспособным препаратом даже на фоне химических аналогов. При предпосевной обработке семян против корневых гнилей иммунизация растений под действием Альбита сопровождается побочным влиянием на микрофлору прикорневой зоны, в результате чего в ризосфере снижается удельный вес патогенов [6].

Химические протравители, как правило, способны надёжно защитить растения от семенной инфекции корневых гнилей, однако в результате оказываемого стресса делают проростки более восприимчивыми к вторичному заражению из почвы. Преимущество Альбита заключается в том, что он обеспечивает более комплексную и длительную защиту независимо от способа заражения (семенного или почвенного).

Активность Альбита против корневых гнилей имеет большое хозяйственное значение, поскольку их вредоносность год от года возрастает. Если потери урожая зерновых от головнёвых заболеваний (по данным ВНИИФ и Минсельхоза РФ) составляют ежегодно 5–10%, то от корневых гнилей – 15–30% [8]. Альбит, как и другие биопрепараты, рекомендуется применять в условиях низкой и средней заражённости семян, выявленной при фитоэкспертизе. Однако использование его даже на невысоком инфекционном фоне корневых гнилей (развитие около 30%) обеспечивает хороший экономический эффект, поскольку ЭПВ обыкновенной корневой гнили, определяемый по степени развития болезни, составляет 10–15% [6].

Помимо зерновых колосовых, Альбит также эффективен против корневых гнилей других культур. Средняя эффективность препарата против корневых гнилей гороха составляет 41%, сои – 62%, анаэробных корневых гнилей риса – 73%, корнееда всходов сахарной свёклы – 70%, фузариозной корневой гнили амаранта – 98%.

Закономерным следствием иммунизирующего действия Альби-

та является тот факт, что, несмотря на более низкую эффективность в сравнении с химическими фунгицидными протравителями, продолжительность защитного действия биопрепарата выше. Так, в опытах ВИЗР (Краснодарский край) предпосевная обработка семян Альбитом иммунизировала растения озимой пшеницы от корневых гнилей почвенной этиологии в течение 5 месяцев (с октября 2004 по март 2005 г.). В опыте Курской СТАЗР на яровой пшенице и ячмене (2002 г.) обработка семян Альбитом снижала поражённость бурой ржавчиной и септориозом на 30-42 %. Предпосевная обработка семян сахарной свёклы Альбитом обеспечила биологическую эффективность против мучнистой росы при учёте во 2-й декаде августа на уровне 59-66% (ВНИИЗР, Воронежская обл., 2008 г.). В опыте того же института в 2006 г. предпосевная обработка семян Альбитом в дозировке 100 мл/т защищала растения от листовых болезней (септориоз, бурая ржавчина, мучнистая роса) вплоть до стадии колошения [7].

Из листостебельных болезней зерновых колосовых культур наибольшая биологическая эффективность Альбита установлена против мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза пшеницы и ячменя, сетчатой и тёмно-бурой пятнистости ячменя, которая составляет в среднем 45-90%. Однако для полного подавления данных заболеваний иммунизирующей активности препарата недостаточно. Против данных болезней применяются опрыскивания Альбитом по вегетации: в стадии кущения и колошения-цветения.

В опыте Института селекции растений (г. Йыгева, Эстония, 2010 г.) эффективность опрыскивания ярового ячменя Альбитом против сетчатой пятнистости составила 37-40%, а у химэталопа на основе прохлораза и пропиконазола – 37%. Эффективность как Альбита, так и эталопа против ринхоспориоза составила 100%.

В опытах, проведённых на базе ВНИИ льна (2002-2005 гг.), показана высокая эффективность протравливания семян Альбитом против основных болезней льна-долгунца. Средняя эффективность препарата против антракноза, бактериоза, крапчатости (озониоза) всходов льна была на уровне 72-84%, что не уступает эффективности химических фунгицидов.

Доказана высокая эффективность опрыскивания Альбитом в иммунизации картофеля против фитофтороза, винограда – против милдью и

оидиума, капусты – против бактериоза, подсолнечника – против белой и серой гнили (стеблевой и корзиночной форм), сахарной свёклы – против церкоспороза. Регулярные заблаговременные (иммунозарядные) обработки посевов Альбитом позволяют на 40-70% снизить поражённость данными заболеваниями, а при использовании Альбита в чередовании с химическими фунгицидами либо в баковой смеси совместно с минимальными дозировками последних – полностью защитить растения.

По литературным данным известно, что использование индукторов фитоиммунитета позволяет снизить объемы обработок фунгицидами прямого действия [9]. При совместном использовании с химическими фунгицидами Альбит, как иммунизатор, дополняет их прямое (контактное либо системное) биоцидное действие. Возникает компенсаторный эффект, позволяющий на 25 –50% снизить расход химических фунгицидов (на практике – использовать минимальные из рекомендованных дозировок). Данное положение доказано в полевых опытах при совместном использовании Альбита с фунгицидами на основе беномила, диметоморфа, дитианона, дифенокназола, карбендазима, карбоксина, манкоцеба, мафеноксама, металаксила, пропиконазола, серы, спироксамина, тебуконазола, тиабендазола, тирама, триадименола флутриафола, хлорокиси меди, цимоксанила, ципроконазола, эпоксиконазола и других д. в., причём наиболее эффективно сочетание Альбита с флутриафолом.

Эффективность Альбита против диффузных инфекций, в отличие от аэрогенных и почвенно-адвентивных, выражена гораздо слабее. Против ограниченного количества внутренних болезней растений, как, например, многие головнёвые и вертициллёзное увядание подсолнечника, Альбит неэффективен. Это обусловлено механизмом действия – препарат должен заранее иммунизировать растение ещё до заражения инфекцией. Вследствие этого, в частности, Альбит практически не обладает активностью по обеззараживанию семян, особенно против неспецифической плесневой микрофлоры (*Mucor*, *Penicillium*, *Aspergillus*). В Краснодарском крае (2004 г.) в исследованиях, проведённых ВНИИЗР на озимой пшенице сорта Офелия, было показано, что обработка Альбитом семян по данным фитоэкспертизы не снижала их поражённость патогенной и сапрофитной микрофлорой, но, в то же

время, заметно препятствовала дальнейшему развитию патогенов на проростках растений (эффективность против корневых гнилей – около 67%). Хотя Альбит сам по себе не обеззараживает семена, он способен усиливать эффективность обеззараживания химическими протравителями. Так, результаты опытов на базе ВНИИ льна (2003 г.) показали, что использование химических фунгицидов в баковой смеси с Альбитом для обработки семян заметно увеличивало эффективность этого приёма (при одновременном снижении расхода химических препаратов). Общая заражённость семян комплексом инфекций (антракноз, крапчатость, бактериоз) в контроле составляла 27%, при использовании полной дозы фунгицида на основе тирама и тебуконазола – 8,0%, а при применении Альбита со сниженной нормой этого фунгицида – только 4,5%. Аналогично, сочетание с Альбитом снижало заражённость семян с 14,0% (протравливание тирамом) до 6,0% (тирам + Альбит).

В последнее время заболевания растений бактериальной этиологии приобретают всё большее хозяйственное значение [10]. Действуя посредством иммунизации растений и регуляции состава ассоциированного с растениями микробного сообщества, Альбит эффективно подавляет развитие бактериозов, против которых малоэффективны химические фунгициды. По данным ВНИИ льна средняя биологическая эффективность Альбита против бактериоза составила 84,4%, в то время как у химических протравителей она не превышала 50 %.

В ряде опытов Альбит, действуя через иммунную систему растений, демонстрировал эффективность на уровне химических фунгицидов, обладающих прямым фунгицидным действием. Так, в опыте, проведенном в Липецкой обл. (2002 г.) на яровом ячмене сорта Одесский-115, эффективность обработок Альбитом (по семенам и дважды в период вегетации) и фунгицидами (тебуконазол по семенам и спирокарсамин+тебуконазол+триадиименол по вегетирующим растениям) против корневых гнилей и мучнистой росы была приблизительно одинаковой и составляла 91-98%.

По результатам исследований Ленинградской СТАЗР (2001 г.) на яровой пшенице сорта Иргина биологическая эффективность Альбита против септориоза составила 77-100 %, в то время как химический фунгицид на основе беномила против данного заболевания оказался неэффективен.

По данным, полученным Тульской СТАЗР (2003 г.), эффективность предпосевной обработки Альбитом семян ярового ячменя сорта Заозерский-85 против корневых гнилей составила 82-85%, что практически не уступало химическому эталону на основе тебуконазола. В опытах на базе НИИСХ Юго-Востока (2003, 2004 гг.) в Саратовской обл. Альбит по биологической эффективности против болезней подсолнечника (серая и белая гниль, фомоз) в 1,2-1,6 раз превосходил химический эталон на основе беномила.

В опытах, проведенных СКЗНИИСВ в Краснодарском крае (2004 г.), Альбит показал эффективность против милдью винограда (86-93%) и оидиума (94-100%) – на уровне обработки комплексом химических препаратов (на основе тебуконазола, спирокарма, триадименола, серы, флутриафола).

Эффективность Альбита против основных болезней льна (ВНИИЛ, 2002-2004 гг.) колебалась в пределах 86-90%, не уступая действию химических фунгицидов-эталонов (на основе тирама, тебуконазола, беномила, карбоксина).

В Краснодарском крае в отдельных опытах Альбит проявлял высокую защитную активность в условиях эпифитотийного развития патогена, как, например, против оидиума на винограде (ВНИИВ, 2002 г. и СКЗНИИСВ, 2004 г.), бурой ржавчины и пятнистостей на озимой пшенице (ВНИИБЗР, 2004 г.). Вместе с тем, по нашему мнению, эти случаи скорее являются результатом сочетания благоприятных условий, нежели отчётливой закономерностью, которая позволила бы рекомендовать препарат к применению в жёстких фитосанитарных условиях.

Приведённые примеры свидетельствуют о большом потенциале Альбита для защиты растений. Однако следует отметить, что в большинстве проведённых опытов фунгицидная активность препарата, как правило, была на 20-30% ниже эффективности современных химических фунгицидов и стабильно проявлялась на приемлемом хозяйственном уровне (БЭ > 50 %) лишь при уровне поражённости растений комплексом внешней инфекции менее 30% (низкая и средняя поражённость) и в отсутствии внутренних инфекций.

Биологическая эффективность Альбита, подобно большинству химических и, в особенности, биологических фунгицидов, снижается с увеличением инфекционного фона.

В частности, при распространённости бурой ржавчины пшеницы 3,5% эффективность обработок Альбитом по вегетирующим растениям составила 80% (Липецкая СТАЗР, 2003 г.). При распространённости болезни 35% биологическая эффективность Альбита снизилась до 57,1% (ЦИНАО, 2001 г.), на фоне распространённости заболевания 58% эффективность составила 52% (ВНИИБЗР, 2004 г.), а при эпифитотии и распространённости 100% – только 38,3% (Краснодарская СТАЗР, 2004 г.). Полученная зависимость биологической эффективности от уровня инфекции имеет линейную форму с высоким коэффициентом корреляции (рис. 1).

Аналогичным образом в опыте Владимирской СТАЗР (2004 г.) на высоком инфекционном фоне гельминтоспориоза ячменя (60-100%) отмечена эффективность Альбита против данного заболевания на уровне 20-40%, в то время как в среднем она составляла 60,4%. Эффективность препарата против бактериоза капусты (возбудитель *Xanthomonas campestris* Dowson) при уровне распространённости болезни 4% составила 100% (Владимирская СТАЗР, 2004 г.) и лишь 60% – при распространённости 13% (ВНИИССОК, 2003 г.).

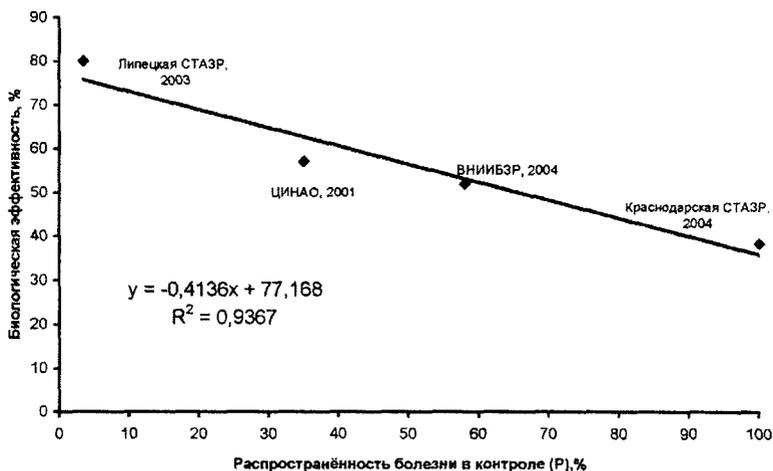


Рисунок 1 – Биологическая эффективность препарата Альбит против буройржавчины озимой пшеницы в зависимости от инфекционного фона заболевания.

Вклад приёмов протравливания и опрыскивания Альбитом в эффект защиты от болезней различен. Иммунизация от почвенной и семенной инфекции (например, корневых гнилей) наиболее результативна при использовании приёма обработки семян, от листостебельных болезней – при опрыскивании в период вегетации растений. Например, в опыте, проведённом ВНИИЗБК в Орловской области (2003 г.) на горохе сортов Орлус, Труженик и Вега, биологическая эффективность предпосевного протравливания семян Альбитом против корневых гнилей составила 35,7-59,1% (практически на уровне эталона на основе тирама). В то же время однократная либо двукратная обработки Альбитом в период вегетации против данной болезни оказались полностью неэффективными. Следовательно, для защиты гороха от корневых гнилей целесообразно использовать только предпосевную обработку препаратом, хотя для повышения урожайности эффективна как предпосевная обработка, так и опрыскивание.

Иммунизация овощных культур и картофеля достигается, главным образом, при помощи опрыскивания Альбитом в период вегетации. Как показали опыты, проведённые во ВНИИЗР, ВНИИС, ВНИИВиВ и ряде других учреждений, для надёжной защиты яблони, смородины и винограда требуется, по меньшей мере, две обработки препаратом за вегетационный период.

На льне (опыт ВНИИ льна, 2004 г.) предпосевная обработка семян Альбитом показала высокую эффективность на уровне 81-90% против болезней, проявляющихся на ранних стадиях развития культуры (антракноз, озониз, бактериоз). Наоборот, обработка семян Альбитом практически не сказалась на уровне поражённости льна септориозом в фазу созревания. Однако сочетание предпосевной обработки Альбитом с опрыскиванием растений позволило обеспечить эффективность против данной болезни на уровне 70-77%.

По данным, полученным в Воронежской области (ВНИИЗР, 2004 г.), эффективность Альбита (предпосевная обработка семян) против пузырчатой головни кукурузы достигала 65,9%, одна обработка в период вегетации (в стадии 4-6 листьев) увеличивала этот показатель на 10 %, а вторая обработка (в начале цветения) не влия-

ла на развитие болезни. Таким образом, наиболее эффективной была более ранняя обработка.

Фунгицидный эффект Альбита против белой и серой гнили подсолнечника практически полностью (на 94%) был обусловлен предпосевной обработкой, и лишь 6% эффекта – однократной обработкой по вегетации (НИИСХ Юго-Востока, 2003 г.). В опыте в Воронежской области на базе ВНИИЗР (2002 г.) на подсолнечнике сорта Воронежский-638 эффективность двукратной обработки подсолнечника Альбитом по вегетации против прикорневой и стеблевой формы белой гнили была примерно в 3 раза ниже, чем эффективность протравливания семян. С другой стороны, двукратное опрыскивание в том же опыте примерно в 2 раза эффективнее снижало поражение подсолнечника корзиночной формой белой и серой гнили, чем протравливание семян. Наиболее высоким был эффект комбинации протравливание + двукратное опрыскивание. В большинстве случаев наивысший защитный эффект Альбита достигался при сочетании предпосевной обработки и опрыскивания.

Защитный эффект Альбита, как правило, тем выше, чем раньше был применён препарат. Альбит должен применяться до появления первых внешних признаков болезни, чтобы в полной мере иммунизировать растения.

Зависимость фунгицидного эффекта Альбита от нормы расхода препарата в целом совпадает с таковой для ростстимулирующего действия, что позволяет в большинстве случаев формулировать общие оптимальные рекомендации. Однако оптимум защитного действия препарата, как правило, несколько смещён в сторону более высоких концентраций. В частности, на зерновых колосовых для ростстимуляции более подходит концентрация Альбита 30-40 мл/т, в то время как для иммунизации – 100 мл/т; у льна-долгунца соответственно 50 и 100 мл/т.

Установлено, что зависимость как ростстимулирующего, так и фунгицидного эффекта от дозы Альбита описывается формулой хорошо известной в экологии логистической зависимости согласно уравнению Ферхюльста-Пирла:

$$\frac{dE}{dc} = rE\left(1 - \frac{E}{K}\right)$$

(в дифференциальной форме)

$$E = \frac{KE_0 e^{rc}}{K + E_0(e^{rc} - 1)}$$

(в интегральной форме), где

E – эффект Альбита: урожайность в вариантах с обработкой Альбитом (ц/га) либо биологическая эффективность (%),

E_0 – урожайность в контроле (ц/га) либо эмпирический коэффициент 0,3% для защитного действия,

c – норма расхода препарата, мл/т либо мл/га

r – эмпирический коэффициент, показывающий отзывчивость культуры на увеличение дозировки Альбита

K – максимальный эффект: максимальная урожайность (ц/га) либо биологическая эффективность (%), полученные с использованием Альбита.

Например, данные опытов ВНИИЛ по всем изученным болезням льна аппроксимируются этой зависимостью со следующими коэффициентами: $r = 0,31$, $K = 76\%$. Графически данная зависимость выражается логистической кривой (Рис. 2).

В случае длительной иммунизации (например, эффекта предпосевной обработки семян против болезней листового аппарата) наблюдаются в целом схожие, но более сложные закономерности. В этом случае зависимость характеризуется наличием двух максимумов и лучше описывается полиномиальными уравнениями 3 и 4 порядка [7].

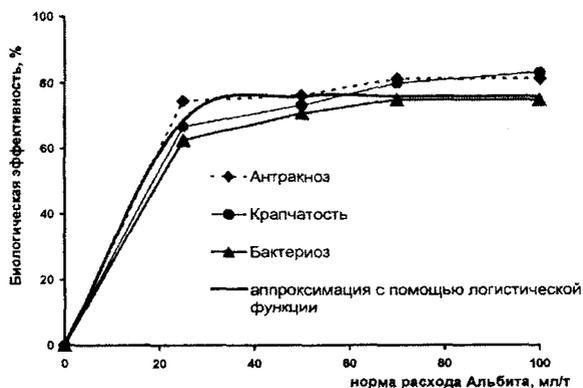


Рисунок 2 – Влияние дозировки Альбита на эффективность препарата против болезней льна (ВНИИ льна, Тверская обл., 2009 г.).

Например, эффективность предпосевной обработки семян по контролю мучнистой росы пшеницы (учёт в фазу колошения) описывается уравнением:

$$E = 3 \cdot 10^{-6}c^4 - 0,0011c^3 + 0,1654c^2 - 9,4183c + 224,45$$

То же для септориоза (учёт на флаговом листе):

$$E = -5 \cdot 10^{-6}c^4 + 0,0022c^3 - 0,3028c^2 + 17,341c - 296,99$$

где E – биологическая эффективность Альбита, %

c – норма расхода Альбита, мл/т.

По сравнению с ростстимуляцией, которая носит более универсальный характер, важным фактором, влияющим на уровень защитной активности Альбита, является сортовая (конституциональная) устойчивость растений к заболеваниям.

В ходе испытаний Альбита в 2006 г. в Ростовской области (ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко) на озимой пшенице и яровом ячмене на повышенном искусственном инфекционном фоне была установлена зависимость его эффективности от уровня сортовой устойчивости растений к заболеваниям. Со снижением уровня устойчивости озимой пшеницы к бурой ржавчине эффективность препарата также снижалась. БЭ Альбита против данной болезни на восприимчивом сорте Альбатрос одесский составила 61%, среднеустойчивом Донская юбилейная – 77%, устойчивом сорте Ермак – 96%. У химэталопа на основе пропиконазола

и ципроконазола проявлялась аналогичная закономерность (92%–95% – 100 %). На различных сортах ячменя эффективность Альбита возрастала по мере усиления устойчивости сорта, как к мучнистой росе, так и комплексу пятнистостей листьев.

Таким образом, защитная активность Альбита на зерновых в целом коррелировала с сортовой устойчивостью. Возможно, препарат-иммунизатор способен наиболее полно раскрыть имеющиеся резервы сортового иммунитета, а в отсутствие таковых эффект Альбита снижается.

Резюмируя, необходимо отметить, что фунгицидная активность Альбита против большинства болезней растений стабильно проявлялась лишь при уровне поражённости растений комплексом внешней инфекции менее 30% (низкая и средняя поражённость) и в отсутствии внутренних инфекций.

Поэтому для практического использования Альбита в качестве фунгицида предложена следующая схема:

1. При поражённости семян комплексом внешней инфекции не более 30%, при отсутствии головнёвых заболеваний и другой внутренней инфекции Альбит может применяться как фунгицид (иммунизатор) или регулятор роста.

2. При средней заражённости семян (до 10% внутренней и 30-50% внешней инфекции) Альбит целесообразно применять со сниженной (до 50%) или минимальной рекомендованной дозировкой химического протравителя. В данном случае Альбит действует как фунгицид-иммунизатор и антидот.

3. В случае высокой заражённости семян (более 10% внутренней инфекции и более 50% – внешней, заражённость пыльной головнёй – свыше 0,3%, твёрдой головнёй – более 100 спор на зерновку) посевной материал должен быть обработан Альбитом с системным химическим фунгицидом в полной норме расхода. В данном случае Альбит действует, главным образом, как антидот.

Аналогичные рекомендации разработаны и для применения препарата в период вегетации. При этом, «пограничными» значениями являются уровни распространённости комплекса инфекций 30 и 50%.

При этом следует помнить, что на биологическую эффективность фунгицида в полевых условиях способны также влиять многочислен-

ные иные факторы: стадия развития растений, погодно-климатические, почвенно-агрохимические условия и т. д. Оценка их влияния на эффективность применения Альбита была предпринята в ранее опубликованных работах [6].

Литература

1. Говоров Д.Н., Живых А.В., Ипатова Н.В. Защита растений в Российской Федерации: сколько стоит, что даёт? // Защита и карантин растений. 2015. № 2. – С. 7-8.
2. Lartey R.T., Conway K.E. Novel considerations in biological control of plant pathogens: Microbial interactions // Emerging Concepts in Plant Health Management. Eds. R.T. Lartey & A.J. Caesar – 2004. – P. 141-157.
3. Lord J.C. From Metchnikoff to Monsanto and beyond: The path of microbial control // Journal of Invertebrate Pathology. 2005. V. 89(1). – P. 19-29.
4. Общая и молекулярная фитопатология / Дьяков Ю.Т., Озерецковская О.Л., Джавахия В.Г. [и др.]. – М.: изд-во Общества фитопатологов, 2001. – 302 с.
5. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений. – М.: Наука, 2002. – 294 с.
6. Биопрепарат Альбит для повышения урожая и защиты растений: опыты, рекомендации, результаты применения / Злотников А.К., Алёхин В.Т., Андрианов А.Д. [и др.]. Сб. под ред. акад. В.Г. Минеева. – М.: «Издательство Агрорус», 2008. – 248 с.
7. Рябчинская Т.А., Харченко Г.Л., Саранцева Н.А., Бобрешова И.Ю., Злотников А.К. Полифункциональное действие препарата Альбит при предпосевной обработке семян яровой пшеницы // Агрохимия. 2009. № 10. – С. 39-47.
8. Тютерев С.Л. Протравливание семян зерновых колосовых культур // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2005. № 3 – С. 89(1)-132(44).
9. Захаренко В.А. Состояние и перспективы фундаментальных и прикладных исследований индуцированного иммунитета сельскохозяйственных растений к вредным организмам // «Индуцированный иммунитет с/х культур – важное направление в защите растений» – м-лы всеросс. науч.-практич. конф., 15-16 ноября 2006 г. Большие Вязёмы – С.-Петербург, 2006. – С. 5-7.
10. Котляров В.В., Коростелева Л.А., Дьяченко А.А. Бактериальная корневая гниль зерновых колосовых культур // Защита и карантин растений. 2004. № 12. – С. 42.