

УДК 547.99+632.934.1

## “Биус” – эффективное средство повышения урожайности яровой пшеницы и картофеля

М. П. ПОЛОВИНКА<sup>1</sup>, Н. Г. ВЛАСЕНКО<sup>2</sup>, А. А. МАЛЮГА<sup>2</sup>, М. Т. ЕГОРЫЧЕВА<sup>2</sup>, Н. Ф. САЛАХУТДИНОВ<sup>1</sup>, Г. А. ТОЛСТИКОВ<sup>1</sup><sup>1</sup>Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова Сибирского отделения РАН, проспект Академика Лаврентьева, 9, Новосибирск 630090 (Россия)

E-mail: polovina@nioch.nsc.ru

<sup>2</sup>Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства Россельхозакадемии, Новосибирская обл., пос. Краснообск 630501 (Россия)

(Поступила 18.02.11; после доработки 25.04.11)

### Аннотация

На основе водного раствора солей пихтового экстракта с бисамином с добавлением соли 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты с бисамином и экстракта лишайников рода *Usnea* создан новый эффективный препарат широкого спектра действия, сравнимый по эффективности с химическими фунгицидами. Препарат подавляет развитие грибковых болезней и повышает урожайность яровой пшеницы и картофеля.

**Ключевые слова:** экстракт пихты, бисамин, 2,4-Д, лишайники рода *Usnea*, яровая пшеница, картофель, фитопатогены, урожайность

### ВВЕДЕНИЕ

Высокоэффективное зерновое производство в современных условиях невозможно без успешного решения проблемы болезней растений. Наиболее опасные заболевания пшеницы – бурая ржавчина, мучнистая роса, септориоз, головневые, корневые гнили. Так, потери урожая пшеницы из-за развития только бурой ржавчины составляют 12–40 % [1]. Недобор урожая от корневых гнилей, эпифитотии которых с 1950-х годов регулярно наблюдаются во всех развитых странах мира, ежегодно составляет 10–15 %, а в отдельных случаях 50 % и выше. Одновременно ухудшаются технологические и посевные качества зерна [2]. Прогрессирующие болезни озимой и яровой пшеницы в России – это корневые гнили и септориоз, занимающие в структуре патогенного комплекса 25 и 50 % соответственно [3].

Потери картофеля от ризоктониоза в зависимости от условий возделывания могут колебаться от 5 до 45 %. В Новосибирской об-

ласти этот показатель достигает 25–30 %. Это связано с выпадами всходов и отставанием растений в росте в период вегетации. Кроме того, снижение урожая сопровождается ухудшением качества полученной продукции за счет поражения клубней и изменения их биохимического состава [4].

Использование современных препаратов биологической природы, благодаря их небольшой стоимости и более длительному и безопасному защитному эффекту, – один из важнейших приемов повышения эффективности возделывания зерновых культур, снижающих химический пресс на растения и улучшающих экологическую обстановку в агроценозах. В последние годы все более заметную роль стали играть природные и синтетические органические соединения, которые в малых дозах активно влияют на обмен веществ растений, стимулируя их собственный иммунитет и тем самым позволяя индуцировать у них высокий уровень устойчивости к патогенам и другим неблагоприятным факторам среды [5].

Механизм действия таких препаратов заключается в элиситорных свойствах их компонентов. Иммунокорректоры, попадая в растения, в определенной дозировке вызывают усиление их иммунного статуса и оказывают положительное воздействие, повышая ростовую активность, улучшая качественные показатели и усиливая устойчивость к повреждениям вредителями [6].

В связи с этим задачей исследований стало создание на основе экстракта пихтовой зелени нового препарата “Биус” и определение эффективности его применения для обработки семенного материала картофеля и пшеницы, а также вегетирующих посевов пшеницы с целью улучшения фитосанитарного состояния агроценозов в отношении болезней, повышения продуктивности и качества получаемой продукции.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Созданный препарат “Биус” по составу наиболее близок к препаратам “Биосил”, “Силк”, “Новосил” на основе тритерпеновых кислот из хвои пихты сибирской. В то же время “Биус” отличается от этих препаратов тем, что входящие в него тритерпеновые кислоты экстракта пихты переводятся в водорастворимую форму в виде солей с бисамином. Биологически активные лишайниковые вещества ранее использовались нами для создания препарата “Биоклад” [7]. “Биус” получали экстракцией воздушно-сухой пихтовой зелени при кипячении метилтретбутиловым эфиром. Далее полученный экстракт вводили в реакцию с N,N'-тетраметилдиаминометаном (бисамином), в результате которой кислотные компоненты экстракта пихтовой зелени переходят в водорастворимые аминные соли. К полученной аминной соли пихтового экстракта добавляли соли 2,4-дихлорфеноксисуксусной кислоты (2,4-Д) с бисамином и экстракт смеси лишайников рода *Usnea*.

Бисамин представляет собой жидкость с температурой кипения 85 °С, смешивается с водой в любых соотношениях, мало токсичен, является многотоннажным продуктом нефтехимической промышленности, легко синтезируется из водных растворов формаль-

дегида и диэтиламина. Известно о его использовании в качестве стимулятора роста растений [8]. Соли бисамина с карбоновыми кислотами (муравьиной и щавелевой) проявляют фунгицидные свойства [9]. Обработка экстракта пихтовой зелени бисамином позволяет получить аминные соли тритерпеновых кислот, что повышает их растворимость в воде, улучшает их фунгицидные свойства и биодоступность.

2,4-Дихлорфеноксисуксусная кислота – вещество с высокой биологической активностью, относится к синтетическим регуляторам роста растений [10]. Аминная соль 2,4-Д широко используется в сельском хозяйстве как гербицид, не действующий на злаковые, в том числе на пшеницу [11].

Экстракт смеси лишайников рода *Usnea*, полученный трехкратным кипячением воздушно-сухой смеси лишайников в изопропиловом спирте, содержит в качестве основного компонента (+)-усниновую кислоту – вещество с мощными фунгицидными свойствами. Использование экстракта лишайников рода *Usnea* более экономично, чем экстракта лишайников рода *Cladonia*, поскольку лишайники рода *Usnea* могут быть собраны как отходы лесозаготовляющей промышленности [12].

“Биус” представляет собой водный раствор смеси компонентов, что очень удобно в использовании. Для обработки семян и вегетирующих посевов смесь разбавляют водой до нужной концентрации и наносят в количествах, соответствующих эксперименту.

Исследования показали, что препарат “Биус” положительно влияет на фитосанитарную ситуацию в посевах пшеницы в отношении возбудителей корневых гнилей. В среднем за два года препарат подавил развитие болезни в фазе кущения пшеницы на 44 %, при этом распространенность заболевания уменьшилась на 13 % (что сопоставимо с химическим протравителем “Раксил”), а в фазе молочно-восковой спелости зерна при применении “Биуса” развитие корневых гнилей снизилось на 39 %. Биологическая эффективность “Раксила” была выше и составила 78 и 59 % соответственно указанным фазам учета.

Оздоровление посевного материала оказало положительное влияние на густоту стояния растений пшеницы: в фазе 2–3-го лис-

ТАБЛИЦА 1

Влияние протравливания семян препаратами на биометрические показатели яровой пшеницы (2009–2010 гг.)

Варианты	Высота растений, см	Фаза кущения, г/100 раст.		Фаза цветения, г/м <sup>2</sup>	
		Биомасса		Биомасса	
		надземная	корневая	надземная	корневая
Контроль	82.2	16.7	2.0	617.3	62.9
“Биус”	86.2	21.2	2.3	687.3	72.1
“Раксил”	85.8	22.5	2.3	664.0	69.0

та при применении “Биуса” она повысилась на 19 раст./м<sup>2</sup> (в контроле – 501 раст./м<sup>2</sup>), а к уборке урожая разность с контролем (419 раст./м<sup>2</sup>) составила 40 раст./м<sup>2</sup>. Обработка семян “Раксилом” максимально увеличила густоту стояния растений на 92 и 84 шт./м<sup>2</sup> соответственно фазам 2–3-го листа и полной спелости зерна.

Препарат “Биус” обладает выраженным ростостимулирующим действием на пшеницу (табл. 1). Так, высота растений в фазе цветения увеличивается на 4 см относительно контроля, а при использовании “Раксила” – на 3.6 см.

В фазе кущения пшеницы надземная биомасса накапливалась интенсивнее при применении “Раксила”, а в фазе цветения – при использовании “Биуса”. Корневая биомасса нарастала одинаково к первому учету (кущение) и была на 15 % больше по сравнению с контролем. В фазе цветения больше надземной и корневой биомассы накапливалось при применении “Биуса” (на 11.3 и 14.6 % по сравнению с контролем). В варианте с “Раксилом” эти показатели составили 7.5 и 9.7 % соответственно.

В результате обработки семян “Биусом” урожайность возросла на 0.52 т/га, или на 13.8 % относительно контроля (табл. 2). При использовании химического фунгицида урожайность повысилась на 0.74 т/га, или на

19.6 %. При этом масса 1000 зерен после обработки семян “Биусом” увеличилась на 2.7 г, а при применении “Раксила” – на 2.2 г.

Оздоровление посевного материала новыми препаратами привело к повышению показателей качества конечной продукции, а содержание белка в зерне увеличилось при применении “Биуса” на 0.4 %. В то же время протравливание семян “Раксилом” не оказало влияния на содержание белка и повысило количество клейковины в зерне пшеницы на 1 %.

“Биус” использовали и для опрыскивания вегетирующей пшеницы с целью снижения пораженности растений аэрогенными инфекциями. Биологическая эффективность препарата при применении в фазе кущения культуры относительно мучнистой росы, септориоза и бурой листовой ржавчины составила 70, 25, 35 % соответственно. При опрыскивании пшеницы в фазе колошения показатель оказался выше по отношению к септориозу (45 %) и ниже для двух других болезней (57 и 8 % соответственно). Обработка посевов пшеницы в фазе колошения химическим фунгицидом “Фалькон” обеспечила максимальную защиту растений от мучнистой росы, септориоза и ржавчины (86.4, 80.0 и 100 % соответственно).

Ростостимулирующее действие изучаемых препаратов проявилось в увеличении высоты

ТАБЛИЦА 2

Влияние обработки семян пшеницы на продуктивность и качество зерна (2009–2010 гг.)

Варианты	Урожайность, т/га		Масса 1000 зерен, г		Клейковина, %	Белок, %
	Абсолютная	Прибавка	Абсолютная	Прибавка		
Контроль	3.77	–	39.8	–	28.6	13.8
“Биус”	4.29	0.52	42.5	2.7	26.2	14.2
“Раксил”	4.51	0.74	42.0	2.2	29.6	13.7

Примечание. НСР<sub>05</sub> по урожайности составляет 0.52, по массе 1000 зерен – 2.5.

ТАБЛИЦА 3

Влияние опрыскивания растений препаратами в период вегетации на биометрические показатели пшеницы (2009–2010 гг.)

Варианты	Высота растений, см		Биомасса, г/м <sup>2</sup>	
	Средняя	Различие	Надземная	Корневая
		<i>Кущение</i>		
Контроль	72.5	–	641	57.0
“Биус”	74.6	2.1	672	63.6
		<i>Колошение</i>		
“Биус”	78.0	5.5	610	69.4
“Фалькон”	77.4	4.9	619	64.6

растений пшеницы в период ее цветения: при обработке пшеницы в фазе кущения “Биус” обеспечил рост показателя на 2.1 см, в фазе колошения – на 5.5 см, а “Фалькон” – на 4.9 см (табл. 3). Обработка посевов по вегетации оказала влияние и на биомассу растений в фазе цветения культуры. Так, надземная биомасса увеличилась только при опрыскивании посевов “Биусом” в фазе кущения пшеницы (на 31 г/м<sup>2</sup> по сравнению с контролем); корневая – при применении препарата в обе фазы развития растений (на 6.6 и 12.4 г/м<sup>2</sup> соответственно). В варианте с “Фальконом” подземная биомасса превысила контроль на 7.6 г/м<sup>2</sup>.

Комплексное влияние обработки посевов “Биусом” проявилось в росте урожайности зерна на 0.40 т/га при его применении в фазе кущения пшеницы и на 0.23 т/га – в фазе колошения (табл. 4). Опрыскивание посевов “Фальконом” обеспечило максимальное увеличение сбора зерна на 0.82 т/га.

Масса 1000 зерен достоверно повысилась лишь при применении “Фалькона”. Интерес-

но, что содержание белка в зерне при применении “Биуса” повышается.

Наиболее вредоносным заболеванием на посадках картофеля в течение двух лет исследований был ризоктониоз – основная причина снижения всхожести культуры. При применении “Биуса” уменьшилось количество выпавших растений в 1.7 раза по сравнению с контролем, фунгицида “Максим” – в 5.5 раза (в контроле выпало 12 % всходов). Данные по учету пораженности ростков ризоктониозом через 4 недели после посадки указывают на высокий уровень развития болезни – 30 %. С помощью препаратов “Максим” и “Биус” удалось достоверно снизить этот показатель в 2.5 и 1.5 раза соответственно. Через 10 недель после посадки (фаза цветения) развитие ризоктониоза на стеблях продолжало нарастать и составило 73 %. В этот период наиболее эффективно подавил развитие болезни препарат “Максим” – в 3.7 раза по сравнению с контролем, “Биус” – в 1.3 раза. Все изучаемые препараты достоверно умень-

ТАБЛИЦА 4

Влияние опрыскивания посевов препаратами в период вегетации пшеницы на урожайность и качество зерна (2009–2010 гг.)

Варианты	Урожайность, т/га		Масса 1000 зерен, г		Клейковина, %	Белок, %
	Абсолютная	Прибавка	Абсолютная	Прибавка		
			<i>Кущение</i>			
Контроль	2.22	–	34.7	–	31.0	13.4
“Биус”	2.62	0.40	36.3	1.6	30.2	14.2
			<i>Колошение</i>			
“Биус”	2.45	0.23	36.1	1.4	31.0	13.8
“Фалькон”	3.04	0.82	37.4	2.7	31.0	13.6

Примечание. НСР<sub>05</sub> по урожайности составил 0.40, по массе 1000 зерен – 1.9.

ТАБЛИЦА 5

Влияние весенней обработки клубней на продуктивность культуры и качество нового урожая, т/га (2009–2010 гг.)

Вариант	Общая урожайность, т/га	Здоровых клубней, т/га
Контроль	28.0	17.6
“Максим” (0.4 л/т)	42.1	34.6
“Биус”	34.0	26.0

Примечание. НСР<sub>05</sub> по урожайности составил 2.4, по здоровым клубням – 1.5

шали количество поврежденных ризоктониозом столонов: биологическая эффективность “Максима” достигала 75 %, а “Биуса” – 43 % (в контроле было 64 % поврежденных и опавших столонов).

Общая урожайность при использовании препаратов оказалась высокой: “Максим” способствовал повышению урожайности на 14.1 т/га, а “Биус” – на 6.2 т/га (табл. 5).

Существенному увеличению выхода здоровых клубней способствовало применение как протравителя (в 2 раза по сравнению с контролем), так и “Биуса” – в 1.5 раза.

Таким образом, исследование эффективности применения препарата “Биус” для снижения пораженности яровой пшеницы и картофеля болезнями, повышения их урожайности показало перспективность его включения в системы защиты культур от вредных организмов.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Экстракцию воздушно-сухой пихтовой зелени проводили при кипячении метилтретбутиловым эфиром (3 × 4 ч); затем полученный экстракт вводили в реакцию с N,N’-тетраметилдиаминометаном (бисамином). Воздушно-сухую пихтовую зелень (320 г) загружали в круглодонную колбу вместимостью 2 л, заливали метилтретбутиловым эфиром и кипятили с обратным холодильником в течение 4 ч. Экстракт отфильтровали, растворитель простой перегонкой возвращали обратно в колбу со шротом. Операцию экстрагирования повторили еще дважды. После отгонки растворителя суммарный экстракт выдержали в течение 30 мин на ротационном испарителе при 50 °С. Получили 24.75 г (7.73 %) стеклообразной массы темно-зеленого цвета.

Определение кислотного числа экстракта осуществляли нейтрализацией спиртовым раствором гидроксида калия свободных жирных кислот, содержащихся в навеске исследуемого экстракта (ГОСТ 5476–80). Получили 0.112 г КОН на 1 г экстракта, что соответствует 0.002 моль КОН на 1 г экстракта.

Бисамин (N,N’-тетраметилдиаминометан) синтезировали по методике, описанной в работе [13], из водных растворов формальдегида и диметиламина.

Соль пихтового экстракта с бисамином получали следующим образом: 2.13 г экстракта пихтовой зелени (условно 0.004 моль тритерпеновых кислот, по кислотному числу экстракта) растворяли при перемешивании в смеси 20 мл этилового спирта и 10 мл диэтилового эфира. К раствору темно-зеленого цвета по каплям добавили 0.41 г (0.004 моль) бисамина, раствор выдержали при перемешивании при комнатной температуре в течение 3 ч. Растворитель отогнали на ротационном испарителе, получили массу темно-зеленого цвета (2.55 г), которую растерли шпателем с 1.00 г эмульгатора (жидкого мыла). Полученную субстанцию растворили в теплой воде (~40–50 °С, 9.2 г воды) из расчета 0.2 г экстракта на 1 мл раствора.

Соль 2,4-Д с бисамином получали при смешивании кислоты и амина в молярном соотношении 1 : 1 в водном растворе. В коническую колбу загрузили 0.85 г белого порошка 2,4-Д в 3.5 мл воды, к полученной суспензии при перемешивании на магнитной мешалке по каплям добавили 0.40 г бисамина. Порошок 2,4-Д белого цвета полностью растворился; далее смесь выдержали при перемешивании в течение 3 ч. Получили 5.16 г желтоватого раствора с 1.25 г аминной соли, который разбавили до 10 г водой для удобства использования.

Воздушно-сухую смесь лишайников рода *Usnea* (110 г) измельчили и экстрагировали трижды при кипячении (по 4 ч) изопропиловым спиртом. Из объединенных экстрактов растворитель удалили простой перегонкой, следы растворителя удалили на ротационном испарителе при выдерживании на бане в течение 30 мин. Получили 7.6 г (6.9 %) твердого экстракта коричневого цвета. Базовый компонент экстракта – (+)-усниновая кислота (ВЭЖХ). К 0.03 г экстракта лишайников рода *Usnea* добавили каплю жидкого мыла, тща-

тельно растерли шпателем до получения однородной массы желто-коричневого цвета, разбавили горячей (50–60 °С) водой до 1.60 г.

Мерной пипеткой в пенициллиновый флакон отобрали 1 мл раствора, содержащего 0.2 г смеси пихтового экстракта с бисамином, по массе добавили 0.024 г раствора соли 2,4-Д с бисамином (0.003 г соли, 1.5 %) и 0.108 г раствора экстракта лишайников рода *Usnea* (0.002 г экстракта, 1.0 %). Полученный раствор темно-зеленого цвета довели до 10 г и таким образом получили препарат “Биус”, который далее использовали в соответствии с экспериментом.

Исследования проводили в 2009–2010 гг. на опытном поле СибНИИЗиХ Россельхозакадемии, расположенном в центрально-лесостепном Приобском агроландшафтном районе Новосибирской области на посевах яровой пшеницы и посадках картофеля.

Препарат “Биус” использовали для протравливания семян перед посевом (15 и 25 мая) и опрыскивания пшеницы в фазе кущения (18 и 21 июня) и колошения (16 и 13 июля соответственно годам исследований). Для приготовления рабочей жидкости препарат разводили водой в соотношении 1 : 1000. При протравливании семян норма расхода рабочей жидкости составила 10 л/т, при обработке посевов в период вегетации – 200 л/га. Химические препараты “Раксил” (0.5 л/т) и “Фалькон” (0.6 л/га) включены в опыт в качестве эталонов. Растения в опыте с протравливанием семян препаратом “Биус” также обрабатывали “Фальконом” (0.6 л/га) в фазе колошения для снижения вредности листостеблевых инфекций. Опыты проводились в четырехкратной повторности, размещение вариантов по обработке семян – систематическое, по обработке посевов – рендомизированное; площадь делянок в первом случае (в опытах по обработке семян) составляла 33.0 и 50.4 м<sup>2</sup>, во втором (в опытах по обработке посевов) – 14.8 и 21.6 м<sup>2</sup> соответственно годам исследований. Пшеницу выращивали по паровому предшественнику согласно принятой технологии.

Полевые исследования по выявлению влияния “Биуса” на фитосанитарное состояние и урожайность посадок картофеля проводили в однофакторном полевом опыте на сорте “Лина”. Предшественник – картофель, агро-

техника – принятая для региона исследований. Обработку клубней методом опрыскивания препаратом “Биус” (разведение в соотношении 1 : 1000) осуществляли за 1–3 сут до посадки. Эталон служил фунгицид “Максим” 0.25 КС (400 мл/т). Норма расхода рабочей жидкости составляла 30 л/т. Повторность опыта трехкратная, размер делянки 16.3 м<sup>2</sup>, густота посадки 35.7 тыс./га.

Все учеты и наблюдения, а также статистическую обработку полученных данных осуществляли по общепринятым методикам и рекомендациям.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные полевые исследования показали, что новый биопрепарат “Биус” на основе водного раствора солей пихтового экстракта с бисамином с добавлением соли 2,4-Д с бисамином и экстракта лишайников рода *Usnea* перспективен для включения в фитосанитарные технологии при возделывании яровой пшеницы и картофеля в качестве стимулятора роста растений с фунгицидными свойствами по отношению к грибным патогенам.

Использование комплексных препаратов на основе природных экстрактов на примере “Биуса” позволяет снизить химическую нагрузку на поля при применении синтетических фунгицидов и увеличить производство экологически чистых продуктов питания [14].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Лебедев В. Б., Юсупов Д. А., Михайлин Н. В., Кудимова Л. М., Назарова Л. Н., Минаева Е. М. // Защита и карантин растений. 2009. № 12. С. 35–37.
- 2 Демина Е. А., Кинчаров А. И. // Защита и карантин растений. 2010. № 11. С. 23–24.
- 3 Назарова Л. Н., Мотовилин А. А., Корнева Л. Г., Санин С. С. // Защита и карантин растений. 2006. № 7. С. 12–14.
- 4 Малюга А. А. Сухие фомозно-фузариозные гнили клубней картофеля при хранении. Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд. СибНИИЗХим., 2007. 108 с.
- 5 Смолин Н. В., Савельев А. С. // Защита и карантин растений. 2007. № 6. С. 30–32.
- 6 Логачев В. В., Анисимов М. М., Золотарева Е. В., Федотова О. В., Заостровных В. И., Трофимова Т. Ф., Ващенко А. П. // Защита и карантин растений. 2010. № 6. С. 36–37.
- 7 Егорычева М. Т., Власенко Н. Г., Половинка М. П., Салахутдинов Н. Ф. // Химия уст. разв. 2010. Т. 18, № 6. С. 729–733.

- 8 Pat. No. 220157 SU, 1984.
- 9 Pat. No. 1643526 SU, 1990.
- 10 Баскаков Ю. А., Шаповалов А. А. Регуляторы роста растений. М.: Знание, 1982.
- 11 Чканников Д. И., Соколов М. С. Гербицидное действие 2,4-Д и других галоидфеноксикислот. М.: Наука, 1973.
- 12 Пат. 2317076 РФ, 2006.
- 13 Gaudry M., Jator Y., Khac T. B. // Org. Synth. 1988. Coll. Vol. 6. P. 474.
- 14 Алехин В. Т., Рябчинская Т. А., Бобрешова И. Ю., Харченко Г. Л., Саранцева Н. А. // Защита и карантин растений. 2010. № 3. С. 44–46.