

## РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ ЖИДКИХ ХИТОЗАНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ФОСФАТА КАЛИЯ И ХИТОЗАНА *Artemia sp.*

**Ключевые слова:** жидкий биопрепарат, *Artemia sp.*, хитозан, фосфат калия, комплексонаты биогенных металлов, зерновые, зернобобовые, эффективность применения, предпосевная обработка, обработка в фазу кущения.

### Введение

В последние годы хитозан является объектом пристального изучения в качестве средства для создания индуцированного иммунитета сельскохозяйственных растений к грибным заболеваниям. Широкому внедрению хитозановых препаратов, полученных из панцирей морских ракообразных (Нарцисс, Фитохит, АгроХит, Солихит, Хитозар), в сельском хозяйстве препятствует их достаточно высокая стоимость и поэтому они находят применение преимущественно при выращивании растений в закрытом грунте [1, 2].

С целью снижения расходов при выращивании сельскохозяйственных культур авторами было разработано удобрение из хитинового сырья Алтайского края – цист *Artemia sp.*

Для опытов были использованы хитозановые препараты «Артемия» и «Хорион», полученные, соответственно, из цист *Artemia sp.* с проклеиваемостью 50% (выловлены в 2004 г.) и хорионов (пустых оболочек), выловленных в озере Большое Яровое в 2007 г. Препараты были получены щелочным гидролизом при комнатной температуре с последующей нейтрализацией ортофосфорной кислотой [3]. Препараты представляют собой темно-коричневые жидкости с плотностью 1,4 г/см<sup>3</sup>.

Результаты агрохимического анализа полученных образцов удобрения «Артемия» представлены в таблице 1.

Хитозан в составе препаратов имеет молярную массу 2 kDa – наименьшую среди других хитозановых препаратов.

Для стимулирования ферментативной системы растений в состав препаратов вводились комплексонаты биогенных металлов (цинк, медь, кобальт и молибден),

совместимые с фосфатами в обычно применяемых соотношениях, например, как в препаратах «Миком» и «Реаком» [4].

Таблица 1

Показатели качества хитозановых препаратов

Показатель	Препарат	
	артемия	хорион
Массовая доля сухого остатка, %	34,0	34,0
Кислотность, pH	10-11	10-11
Содержание:		
общего азота, %	0,5	0,5
общего фосфора, %	12,0	12,0
общего калия, %	11,5	11,5
оксида кальция, %	0,4	0,4
хитозана, %	0,1	0,4

Примечания. NPK препаратов «Артемия» и «Хорион» – 240 кг/т.

Препараты «Артемия» и «Хорион» применяли в норме 30 мл/т семян зерновых и зернобобовых культур. Для обработки семян использовался рабочий раствор, полученный растворением 30 мл препарата в 10 л воды. При обработке по вегетирующим растениям готовили рабочий раствор путем разбавления 30 мл препарата в 30 л воды. Опрыскивание проводилось в норме 30 л/га.

**Микрополевые испытания.** Результаты испытаний, проведенных в 2005 г. в АНИ-ЗИСе на пшенице сорта Алтайская 98 (предшественник горох), за счет предпосевной обработки семян с препаратом «Артемия» представлены в таблице 2 (опыты проводились в четырехкратной повторности).

Из данных таблицы 2 следует, что применение данного препарата достоверно повышало урожайность яровой мягкой пшеницы и было на уровне химических протравителей. Лучшим был вариант разведения 0,003 л/т, но достоверно варианты между собой не различались. Прибавка урожая была на уровне химических протравителей. Не отмечено достоверных различий с контролем при применении ортофосфата калия. Содержание клейко-

вины было на 2-3% больше, чем на контроле.

Таблица 2  
Урожайность яровой пшеницы  
Алтайская 98 (14%-ная влажность,  
100%-ная чистота) [6]

Вариант	Среднее, ц/га	± к контролю, ц/га
1 Контроль (без обработки)	28,9	
2 Раксил КС – 0,5 л/т семян (эталон)	32,2	3,3
3 Премис 200 КС – 0,2 л/т семян (эталон)	32,2	3,3
4 Артемия – 0,03 л/т семян	31,4	2,5
5 Ортофосфат калия – 0,03л/т семян (фон)	30,8	1,9
6 Артемия – 0,003 л/т семян	32,8	3,9
7 Ортофосфат калия – 0,003 л/т (фон)	29,7	0,8
8 Артемия – 0,0003 л/т семян	31,9	3,0
9 Ортофосфат калия – 0,0003 л/т (фон)	29,8	0,9

$HCP_{05} = 2,1$  ц/га

Изучение фитосанитарного состояния посевов перед уборкой (учет 14 августа 2005 г.) представлено в таблице 3.

Таблица 3  
Фитосанитарное состояние посевов  
яровой пшеницы Алтайская 98

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Биологическая эффективность, %	-	45	17	66	61	36	26	16	26
Распространенность корневых гнилей, %	96	72	88	52	64	88	100	96	92

Полученные данные показали, что наибольшая биологическая эффективность подавления корневых гнилей (66%) была достигнута при использовании препарата «Артемия» с нормой внесения 30 мл/т семян. Препарат положительно влиял на рост культурных растений, снижая поражение их корневыми гнилями, в первую очередь грибом *Bipolaris sorokiniana*.

В последующих промышленных опытах были использованы полученные данные.

**Промышленные испытания.** Промышленные испытания проведены в КХ «Малогрнево» Бийского района в 2008 г.

**Яровая пшеница. Сорт Новосибирская-29.** Площадь опыта составила 499 га. Площадь контрольной делянки – 20 га. Предшественником на участке была сахарная свекла. Посев был проведен

15 мая 2008 г. Была применена предпосевная обработка семян. Общее количество осадков в период вегетации было недостаточным. Урожай был убран 20 августа. Урожайность в пересчете на зерно с влажностью 14,5% составила на опытном участке 18,7 ц/га, на контроле – 14,5, прибавка – 4,2 ц/га. На опытном участке было получено зерно со следующими показателями: натура – 680-710 г/л, клейковина – 28,4%, (контроль – 22,3%), ИДК – 75 ед.

**Ячмень. Сорт Сигнал.** Площадь опыта была 400 га. Контроль – 20 га без применения препарата «Артемия». Применялась предпосевная и обработка по вегетации в фазу кущения. Урожай на опытном участке составил 14,0 ц/га. Прибавка составила 6,9 ц/га, натура зерна – 640-658 г/л.

**Овес. Сорт Корифей.** Проводилась внекорневая подкормка препаратом «Артемия» с нормой внесения 30 мл/га. На опытном поле урожайность составила 18,9 ц/га, а на контроле – на 5,7 ц/га меньше. Натура зерна была в диапазоне значений 432-480 г/л.

**Гречиха. Сорт Диккуль.** Обработка производилась по вегетации в фазу полного цветения. Урожайность составила 7,6 ц/га, что на 2,0 ц/га превышало контроль. Выход ядра при переработке составил 75%.

**Горох. Сорт Агат.** Применялась предпосевная обработка. На опытном поле получена урожайность 20,0 ц/га, что на 3,0 ц/га превышало контроль. При этом на опытном поле горох был примерно одного и того же размера – при зерноочистке отсутствовал проход сита с диаметром 5,0 мм. Следует отметить, что в данном случае не была обнаружена зараженность гороховой зерновкой.

Результаты промышленных испытаний, которые проводились в ОАО «Смоленская птицефабрика» в Смоленском районе в 2008 г. представлены далее.

**Горох. Сорт Новосибирец, класс семян суперэлита.** Применялась предпосевная обработка семян с расходом препарата «Артемия» 30 мл/т. Предшественник овес, осенняя обработка производилась культиватором КТС-7,2 на глубину 10-12 см. Осуществлялось раннее весеннее боронование в два следа зубowymi боронами в сцепке С-11. Посев производился сеялкой СЗС-2,8 25-27 апреля. Норма высева семян – 1,2 млн семян/га. Опыт был заложен на площади 110 га

(опыт и контроль по 55 га) поле № 3, севооборот I отделения «Восток», кошение в валок проводилось жаткой ЖРБ-4,2, а уборка – комбайном «Енисей-1200». Урожай опытного участка составил 19,7 ц/га (контроль – 18,2 ц/га).

**Пшеница.** На этом же поле на площади 140 га (опыт и контроль по 70 га) были высеяны семена пшеницы Обская-14 с нормой посева 5 млн семян/га. Уборка производилась напрямую. На опытном участке урожайность была на 1,2 ц/га выше по сравнению с контролем (18,4 и 17,2 ц/га соответственно).

**Соя.** Использовался сорт Алтом второй репродукции при норме посева 1,2 млн семян/га. Сев состоялся 27 мая, предшественник – пар. Паровое поле было разделено на два участка по 84 га. Уборка состоялась 30 сентября комбайном «Енисей-1200» напрямую, урожайность составила 15,3 и 14,2 ц/га (контроль). Была отмечена повышенная ветвистость сои на опытном участке, где семена обрабатывались препаратом «Артемия».

**Опыты 2009 г.** В Заринском районе (ООО «ПрогрессАгро») были получены следующие результаты. Гречиха Дикуль: опыт – 18 (двукратная обработка Артемией посевов в фазу вегетации), контроль – 12 ц/га, прибавка – 6 ц/га.

Ячмень Маргрет: опыт – 30,2 ц/га; контроль – 24,7 ц/га; прибавка – 5,5 ц/га.

**Микрополевые испытания на культуре картофеля.** Полевые испытания на культуре картофеля проводили в городе Бийске на личном садовом участке. Площадь опытной делянки 25 м<sup>2</sup>. Почва опытного участка – лугово-чернозёмная средне-мощная среднегумусная супесчаная. Содержание нитратного азота в почве 20 мг/кг.

Посадку растений осуществляли 30 мая по схеме 45×45 см на глубину 12-14 см. Для посадки были отобраны здоровые, чистые, сухие, без механических повреждений проросшие клубни картофеля сорта Архидея, белорусской селекции массой 50-70 г. Опыт проводили в трехкратной повторности, в каждом варианте опыта было 10 кустов картофеля.

Перед посадкой проросшие клубни картофеля замачивали в течение 2 ч в рабочих растворах, полученных разведением исходных препаратов водой в соотношении 1:100 с последующим подкислением ортофосфорной кислотой до pH=5,5-6,0. Контрольную партию картофеля пе-

ред посадкой на 2 ч замачивали в воде. В фазу появления первых всходов (23 июня) и в фазу бутонизации (13 июля) проводилось опрыскивание листовой поверхности растений препаратами «Артемия» и «Хорион» при степени разведения 1:1000 и pH = 6,5-7,0. Уборку урожая осуществляли 20 сентября. Учет урожая провели покустовой.

Применяемые препараты не влияли на всхожесть и время наступления цветения. Надземная часть контрольных растений и растений, обработанных препаратом «Артемия», высохла к 10.09.08. В случае растений, обработанных препаратом «Хорион», на момент уборки урожая (20.09.08) надземная часть оставалась зеленой, что указывает на незавершенность процессов созревания клубней. Возможно, это связано с увеличенной фунгицидной активностью препарата «Хорион» за счет более высокой массовой доли хитозана в нем (табл. 4).

Таблица 4  
Урожайность картофеля сорта Архидея в зависимости от способа обработки

Показатели	Контроль	Артемия	Хорион	НСР <sub>05</sub>
Урожайность клубней, г/гнездо	755	600	2215	215
Отношение к контролю, %	-	79	293	-
Количество клубней в гнезде, шт.	12	8	21	3
Средняя масса клубня, г	125	200	222	37

Из данных таблицы 4 следует, что применение препарата «Хорион» способствует существенному повышению урожайности по сравнению с контрольным значением и увеличению числа клубней в гнезде. Можно также отметить значительное увеличение массы клубней, наблюдаемое при применении хитозансодержащих препаратов.

Таким образом, установлено, что повышенное содержание хитозана в препарате «Хорион» приводит к увеличению урожайности картофеля за счет увеличения количества клубней в гнезде и увеличению средней массы клубня за счет удлинения вегетационного периода. Было также установлено, что при повышении массовой доли хитозана в ростостимулирующем препарате снижается скорость расходования витамина С в картофеле во время хранения.

**Полевые испытания.** Пшеница сорта Новосибирская-15 и ячмень сорта Лакомб. Опыт проводился в трехкратной

повторности на полях ОАО «Птицефабрика Смоленская». Площадь каждого опытного участка 1 га. Почва представляет собой среднемощный среднегумусный чернозем. Удобрения на опытном поле не применялись. Норма высева семян пшеницы составила 5 млн всхожих зерен на 1 га. Посев был произведен 17 мая. Всходы появились 20-21 мая. В качестве предшественника выступал пар. Посев осуществляли сеялкой СЗС 2,8, затем производилось боронование. Все делянки обрабатывались гербицидом «Триатлон». Норма расхода гербицида 0,5 л/га, норма расхода рабочего раствора 40 л/га. Обработку проводили малообъемным опрыскивателем.

В фазу кущения растения опрыскивание производилась малообъемным опрыскивателем растворами хитозановых препаратов «Артемия» и «Хорион» со степенью разведения 1:1000 и рН = 6. Норма расхода препарата составила 30 мл/га. Уборка осуществлялась 15 и 16 августа напрямую комбайном «Енисей 1200» (табл. 5).

Таблица 5  
Влияние обработки хитозановыми препаратами на урожайность зерновых, 2009 г.

Варианты опыта	Пшеница Новосибирская-15		Ячмень Лакомб	
	ц/га	% от контроля	ц/га	% от контроля
Контроль	22,1	100	25,4	100
Хорион	23,9	108	26,6	105
Артемия	<b>25,9</b>	117	<b>30,5</b>	120
НСР <sub>05</sub>	3,0	-	3,4	-

Из данных таблицы 5 следует, что применение препарата «Хорион» в полевых условиях позволяет добиться незначительной прибавки урожая зерновых культур (на 5-8%), находящейся в пределах допустимых отклонений. Применение же препарата «Артемия» позволяет повысить урожайность зерновых на 17-20%, возможно, это объясняется более богатым органическим составом препарата, в котором кроме хитозана присутствуют аминокислоты, жирные кислоты и каротиноиды.

Данные, полученные по результатам микрополевых и промышленных опытов, показывают, что используемые дозы препаратов (10-15 г) в пересчете на 1 га сопоставимы с действием минеральных удобрений. Попытаемся проанализировать это кажущееся противоречие. Объем па-

хотного слоя почвы 1 га составляет  $0,25 \times 10^4 = 2,5 \times 10^3 \text{ м}^3$ . Объем семян пшеницы, высеваемых на 1 га, составляет  $250/1500 \approx 0,17 \text{ м}^3$ . Объемная доля зерна в пахотном слое равна  $0,17/2,5 \times 10^3 = 0,7 \times 10^{-4}$ . Отсюда следует, что при внесении 100 кг минеральных удобрений (при равномерном распределении в пахотном слое) в непосредственной близости от семян будет находиться 70 г удобрений ( $10^5 \times 0,7 \times 10^{-4}$ ). Эта величина одного порядка с нормами внесения препаратов «Артемия» и «Хорион». Часть повышения урожайности от применения препарата следует отнести к его фунгицидной активности к подавлению грибных инфекций.

Таким образом, хитозановые препараты «Артемия» и «Хорион», сочетающие действие полного минерального удобрения и протравителя, перспективны для применения на зерновых и зернобобовых культурах, районированных в Алтайском крае в норме 10-15 г/га.

#### Библиографический список

1. Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение / под ред. К.Г. Скрябина, Г.А. Вихоревой, В.П. Варламова. – М.: Наука, 2002. – 365 с.
2. Чекалова К.В. Биопрепарат нового поколения для салатных линий / К.В. Чекалова, Н.С. Марквичев // Гавриш. – 2005. – № 3. – С. 21-22.
3. Патент РФ № 2255924 от 10.07.2005. Способ получения жидкого органо-минерального удобрения из хитозаносодержащего сырья / А.Л. Верещагин, О.И. Антонова, В.В. Шикера, Е.Ю. Егорова, И.А. Кузьменко, С.И. Кузьменко, Н.Г. Брегвадзе.
4. Цыганов А.Р. Эффективность применения микроудобрений при возделывании гороха / А.Р. Цыганов, О.И. Вильдфлуш // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2004. – № 3. – С. 53-54.
5. Yamashita T.T. Foliar fertilizer and method for using the same / T.T. Yamashita // United States Patent № 6,475,258 from November 5, 2002.
6. Стецов Г.Я. Изучение препарата «Артемия» на яровой пшенице Алтайская-98 / Г.Я. Стецов // Производные хитозана и стимуляторы роста в сельском хозяйстве: матер. конф. (март 2005 г.). – Бийск: АлтГТУ, 2005. – С. 16-20.

