УДК [635.21+632.4+632.952]:66-965.61:661.16

КОМПЛЕКСНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ НА ОСНОВЕ ТЕБУКОНАЗОЛА

[1]Халиков С.С., [2]Малюга А.А., [2]Чуликова Н.С.

[1]ФГБУН «Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова» Российской академии наук, Москва, e-mail: salavatkhalikov@mail.ru;

[2]Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства СФНЦА РАН, Краснообск, e-mail: anna_malyuga@mail.ru

Среди различных приемов, позволяющих защитить картофель от распространенных болезней, наиболее экономичным и экологически безопасным является протравливание клубней. На основе тебуконазола, тиурама, карбендазима и нафталевого ангидрида разработаны суспензионные препаративные формы протравителей для использования их на картофеле. Показано, что включение в состав суспензий таких формообразующих веществ, как стабилизаторы (натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы, ламинария), эмульгаторы (сульфонолы, твин-60, тренд-90), пленкообразователи (полисахариды), приводит к улучшению технологических показателей препаративных форм. Анализ показателей качества полученных суспензионных препаратов позволил выбрать наиболее перспективные препаративные формы суспензий. Биологические полевые испытания выявили препараты, которые снижали весовой процент клубней больных сухими гнилями в 1,6–2,0 раза в сравнении с контрольным вариантом и были эффективнее известного препарата-Колфуго Супер. КС-выбранного в качестве стандарта, в 1,2–1,3 раза. Предложенные препараты достоверно снижали развитие болезни в период всходов в 5,8–7,3 раза или растения были полностью здоровы, а в фазу бутонизации-цветения – в 2,7–5,5 раза. Эффективность стандарта была ниже, а именно, в 2,6 и 2,3 раза соответственно. Исследование морфометрических показателей культуры выявило, что в среднем по фактору защита все препараты, как в период всходов, так и в период бутонизации-цветения, не оказывали достоверного влияния на высоту растений в сравнении с контрольным вариантом. При этом Колфуго Супер, КС к фазе бутонизации – начала цветения способствовал существенному снижению данного показателя на 14,5 %. Комплексное действие разработанных нами протравителей на развитие заболевания, развитие и рост растений картофеля обусловило урожайность культуры. Препараты обеспечили достоверную прибавку урожая в размере 1,7–2,3 т/га, а также снизили весовой процент непригодных клубней в 2,9–4,4, и достоверно повысили выход здоровых клубней в 1,4 раза.

Ключевые слова: тебуконазол, суспензионная препаративная форма, фунгицидные протравители, картофель, клубни, сухие гнили хранения, ризоктониоз, биологическая эффективность

COMPLEX CHEMICALS FOR POTATO PROTECTION BASED ON TEBUCONAZOLE

[1]Khalikov S.S., [2]Malyuga A.A., [2]Chulikova N.S.

[1]Institute of Organoelement Conpounds Nesmeyanov RAS, Moskow, e-mail: salavatkhalikov@mail.ru;

[2]Siberian Research Institute of Soil Management and Chemicalization of Agriculture SFNTSA RAS, Krasnoobsk, e-mail: anna_malyuga@mail.ru

Among the various techniques which help to protect potato from common diseases, the most economical and environmentally safe is the potato tubers` treatment. Based on tebuconazole, thiuram, carbendazim and naphthalic anhydride, suspension protectants for potato treatment have been developed. It has been shown that the inclusion of such forming agents as stabilizers (sodium salt of carboxymethylcellulose, Laminaria), emulsifiers (sulfonols, tween-60, trend-90), film-forming agents (polysaccharides) in the suspension lead to the improvement in the technological parameters of the preparations. The analysis of the quality indicators of the resulting suspension preparations allowed the selection of the most promising suspension forms. Biological tests in place revealed the chemicals that reduced the weight percentage of potato tubers having dry rot in 1,6-2,0 times in comparison with the control variant, and were more effective than the known chemical – Colfugo Super, KS, which was selected as the standard, in 1,2-1,3 times. The proposed chemicals significantly reduced the development of the diseases in sprouting period in 5,8-7,3 times or managed the diseases completely, and in the budding-flowering phase they reduced the development of the diseases in 2.7-5.5 times. The efficacy of the standard was lower, in 2.6 and 2.3 times, respectively. The study of the morphometric parameters of the crop revealed that in realization protection function, on average, all chemicals, both during in sprouting season and during budding-flowering one, had no significant effect on plant height in comparison with the control variant. Though, using Colfugo Super, KS, before the budding-flowering phase contributed to a significant decrease in this indicator by 14.5%. The complex effect of the developed protectants on the diseases progress, the development and growth of potato plants determined the crop yield. The chemicals provided a reliable yield increase in 1.7-2.3 t / ha, and reduced the weight percentage of unusable tubers in 2.9-4.4 as well, and significantly increased the yield of healthy tubers in 1.4 times.

Keywords: tebuconazole, suspension formulation, fungicidal protectants, potato, tubers, dry rot, black scab, biological efficacy

Картофель поражается широким спектром грибных, вирусных, бактериальных и неинфекционных заболеваний [1]. Одной из причин, препятствующих получению высоких и стабильных урожаев качественных клубней, является широкое распространение болезней, обусловленное особенностями культуры (богатые углеводами клубни

и ботва; поражение возбудителями болезней до всходов, в период вегетации и при хранении; вегетативное размножение), изменение биологических свойств патогенов (повышение их пластичности, адаптивности, патогенности).

Современное сельскохозяйственное производство невозможно представить без рационального и эффективного применения химических и биологических средств защиты растений, так как по данным наших специалистов в РФ потери урожая картофеля от болезней и вредителей в среднем составляют 20–30 %, а иногда достигают 50 % и выше [2].

Основным методом борьбы с вредными организмами, получившим наибольшее распространение на практике, стал химический, в связи с его достаточно высокой эффективностью [3].

Цель работы – разработка методов получения многокомпонентных протравителей на основе тебуконазола и других действующих веществ, изучение их биологической эффективности в отношении возбудителей гнилей при хранении и ризоктониоза картофеля в период вегетации, а также их влияния на урожайность культуры.

Материалы и методы исследования

В качестве химических объектов исследования были выбраны:

– *тебуконазол* (ТБК), д.в. которого (RS)-1р-хлорфенил-4,4-диметил-3-(1Н-1,2,4-триазол-1-ил-метил)пентан-3-ил. Бесцветные кристаллы, хорошо растворяются в органических растворителях, плохо в воде (1 мг/л) [4].

– *Тиурам Д* (ТМТД), д.в. которого бис (диметилтиокарбамил)дисульфид. Белый или светло-серый порошок. Хорощо растворяется в большинстве органических растворителей, плохо в воде (16 мг/л) [4].

– *Карбендазим* (БМК), д.в. которого N-(бензимидазолил-2)-О-метилкарбамат. Сероватый порошок, плохо растворим в воде и многих органических растворителях [4].

– *Нафталевый ангидрид* (НА), д.в. которого ангидрид нафталин-1,8-дикарбоновой кислоты. Слегка желтоватые кристаллы, которые растворимы в органических растворителях и не растворимы в воде (2,5 мг/л) [4].

В качестве формообразуюших компонентов использованы натриевая соль карбоксиметил-целлюлозы марки Cekol 700, растворители (изопропанол, ПЭГ-400, вода), эмульгаторы, ПАВы и пр.

Планировали получение многокомпонентных композиций с комплексным (фунгицидное, инсектицидное, антидотное) действием. Суспензионные формы ТБК и его комбинаций с ТМТД, БМК и НА готовили с использованием валковой мельницы в условиях, описанных нами ранее [5]. Полученные суспензионные концентраты (СК) протравителей следующего состава:

– СК-210 (10 мг ТБК и 160 мг ТМТД в 1 г СК);

– СК-211 (7,2 мг ТБК и 121 мг ТМТД и 21,1 мг БМК в 1 г СК);

– СК-213 (14 мг ТБК + 233 мг ТМТД + 58 мг НА в 1 г СК);

были переданы на биологические испытания, которые провели в 2014–2015 гг. При этом были поставлены следующие задачи исследования:

– изучить распространенность гнилей в зимний период при обработке клубней протравителями перед закладкой на хранение;

– изучить особенности формирования фитосанитарной ситуации в посадках картофеля в отношении ризоктониоза при обработке клубней протравителями перед посадкой культуры;

– дать оценку продуктивности культуры под действием разработанных протравителей.

В связи с поставленными целью и задачами исследований объектами исследований были выбраны картофель (*Solanum tuberosum* L.), ризоктониоз картофеля (*Rhizoctonia solani Küch*.), сухие гнили при хранении (*Fusarium* spp. и *Phoma exiqua* sp.). Методика проведения биологических исследований описана нами ранее [6]. В качестве химического контроля был выбран фунгицид Колфуго-Супер, КС (200 г/л) [7] .

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение влияния препаратов на возбудителей фузариозов и фомоза показали, что препараты СК-210, СК-211 и стандарт имели достаточно высокую эффективность в период хранения, а именно весовой процент клубней больных сухими гнилями был соответственно ниже в 1,6; 2,0 и 1,9 раза в сравнении с контрольным вариантом (рис. 1). И в то же время препараты СК-210 и СК-211 были эффективнее стандарта в 1,3–1,4 раза (рис. 2).

Изучение действия препаратов против ризоктониоза картофеля показало, что разработанные нами протравители в данном случае также оказывали влияние на развитие болезни, но их эффективность варьировал в зависимости от срока их применения (табл. 1).

Установлено, что в среднем по фактору защита препараты серии СК достоверно снижали развитие болезни в период всходов в 5,8–7,3 раза или растения были полностью здоровы, а в фазу бутонизации-цветения – в 2,7–5,5 раза. Эффективность химического контроля была ниже, а именно, в 2,6 и 2,3 раза соответственно. В среднем по фактору срок эффективность протравителей была выше при весенней обработке посадочного материала. Так, развитие ризоктониоза на растениях в фазу полных всходов было достоверно ниже в 2,1 раза, а в период бутонизации-цветения – в 1,3 раза при использовании защитных составов перед посадкой.

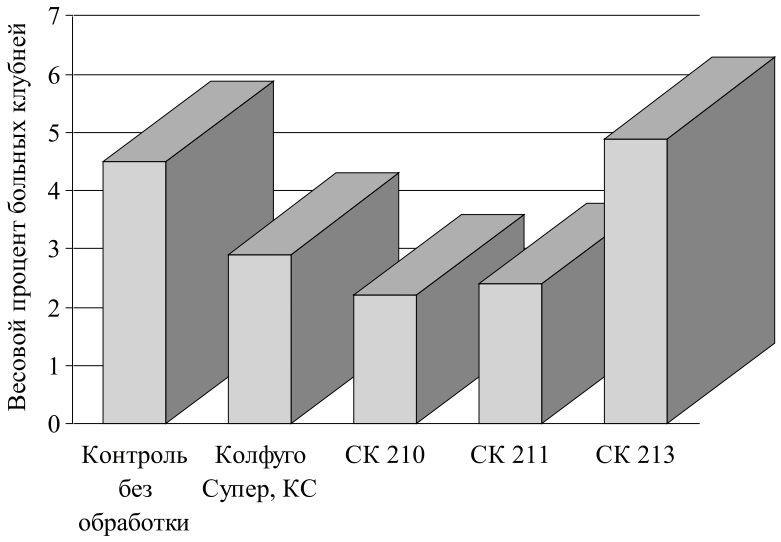


Рис. 1. Влияние препаратов на сухие гнили при хранении

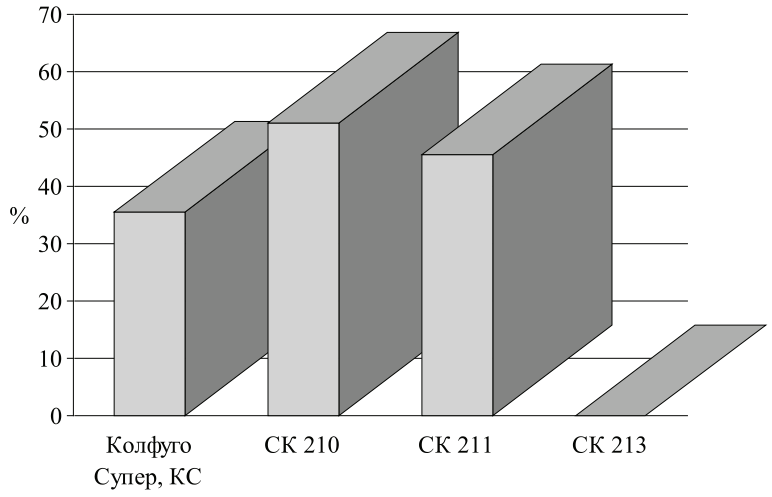


Рис. 2. Биологическая эффективность препаратов в отношении сухих гнилей при хранении, %

В фазу полных всходов эффективно снижали данный показатель все протравители серии СК, как при протравливании семенных клубней перед закладкой их на хранение, так и весной. Развитие ризоктониоза в вариантах с образцами СК-211, СК-212 и СК-213 в данный период были достоверно ниже в 3,0–20,4 раза, в сравнении с контролем и в 1,7–11,7 – в сравнении со стандартом. Тенденции, наблюдаемые в фазу полных всходов, сохранились и в период бутонизации – начала цветения культуры. Наибольшую эффективность в данный период в отношении ризоктониоза имели все препараты серии СК и стандарт. Минимальные значения развития болезни в этом случае наблюдали при использовании их весной перед посадкой, которые в сравнении с контрольным вариантом были ниже в 2,4–32,5 раза. При осеннем протравливании клубней максимально эффективны были препараты СК 210 и СК 213, в этих случаях развитие ризоктониоза было существенно ниже в 3,2 и 32,5 раза соответственно.

Исследование морфометрических показателей культуры выявило, что в среднем по фактору защита все препараты, как в период всходов, так и в период бутонизации-цветения не оказывали достоверного влияния на высоту растений в сравнении с контрольным вариантом. При этом Колфуго Супер,

КС к фазе бутонизации – начала цветения способствовал существенному снижению данного показателя на 14,5% (табл. 2). В среднем по фактору срок более благоприятным для растений картофеля оказалось осеннее использование протравителей. Так картофель, выросший из клубней обработанных осенью был достоверно выше на 3,2 см, в сравнении с культивируемым из посадочного материала протравленного весной (к фазе бутонизации-цветения это влияние нивелировалось).

Анализ частных средних показал достоверное снижение темпов роста, как в фазу полных всходов, так и в период бутонизации – начала цветения в варианте с использованием препарата СК-211 для весеннего протравливания. Подобное явления также отмечено в фазу бутонизации – начала цветения для стандарта (при весеннем и осеннем протравливании).

Таблица 1

Влияние препаратов на развитие ризоктониоза, %

№ п/п	Вариант защиты	Срок применения фунгицида		Средние по фактору защита
		осень	весна	
Фаза полных всходов				
1	Контроль без обработки	20,4		20,4
2	Колфуго Супер, КС	11,7	4,2	7,9
3	СК 210	0	0	0
4	СК 211	6,9	0	3,5
5	СК 213	5,6	0	2,8
Средние по фактору срок		10,1	4,9	
$НСР_{0,95}$		по факторам: защита – 2,5; срок – 1,6; частных средних – 3,5		
Фаза бутонизации-цветения				
1	Контроль без обработки	32,5		32,5
2	Колфуго Супер, КС	22,5	5,8	14,2
3	СК 210	0	11,7	5,9
4	СК 211	20,0	0	10,0
5	СК 213	10,0	13,7	11,9
Средние по фактору срок		17,0	12,7	
$НСР_{0,95}$		по факторам: защита – 2,0; срок – 1,3; частных средних – 2,9		

Таблица 2

Влияние препаратов на высоту растений картофеля, см

№ п/п	Вариант защиты	Срок применения фунгицида		Средние по фактору защита
		осень	весна	
Фаза полных всходов				
1	Контроль без обработки	28,7		28,7
2	Колфуго Супер, КС	32,8	29,9	31,4
3	СК 210	32,3	27,0	29,7
4	СК 211	30,4	22,8	26,6
5	СК 213	31,6	30,5	31,1
Средние по фактору срок		31,2	28,0	
$НСР_{0,95}$		по факторам: защита – 3,1; срок – 2,0; частных средних – 4,4		
Фаза бутонизации-цветения				
1	Контроль без обработки	59,5		59,5
2	Колфуго Супер, КС	49,3	52,4	50,9
3	СК 210	60,1	59,5	59,8
4	СК 211	58,2	52,0	55,1
5	СК 213	55,4	56,3	55,9
Средние по фактору срок		56,5	55,9	55,9
$НСР_{0,95}$		по факторам: защита – 4,8; срок – 3,1; частных средних – 6,9		

Таблица 3

Влияние препаратов на фитомассу картофеля, г/1 растение

№ п/п	Вариант защиты	Срок применения фунгицида		Средние по фактору защита
		осень	весна	
Фаза полных всходов				
1	Контроль без обработки	118,7		118,7
2	Колфуго Супер, КС	175,0	92,5	133,7
3	СК 210	153,8	71,3	112,6
4	СК 211	165,0	95,0	130,0
5	СК 213	175,0	146,3	160,7
Средние по фактору срок		157,5	104,8	
$НСР_{0,95}$		по факторам: защита – 72,3; срок – 45,7; частных средних – 97,3		
Фаза бутонизации – начала цветения				
1	Контроль без обработки	406,2		406,2
2	Колфуго Супер, КС	180,0	433,7	306,8
3	СК 210	431,3	378,8	405,1
4	СК 211	411,3	286,3	348,8
5	СК 213	350,0	260,0	305,0
Средние по фактору срок		355,8	353,0	
$НСР_{0,95}$		по факторам: защита – 295,8; срок – 187,1; частных средних – 300,5		

Таблица 4

Влияние препаратов на валовый урожай культуры, т/га

№ п/п	Вариант защиты	Срок применения фунгицида		Средние по фактору защита	Прибавка урожая,%	
		осень	весна		осень	весна
1	Контроль без обработки	17,7		17,7	–	
2	Колфуго Супер, КС	17,6	19,3	18,4	–	9,0
3	СК 210	19,8	20,2	20,0	11,9	14,1
4	СК 211	17,5	16,9	17,2	–	-
5	СК 213	18,3	20,5	19,4	3,4	15,8
Средние по фактору срок		15,0	18,9			
$НСР_{0,95}$		по факторам: защита – 1,5; срок – 0,9; частных средних – 2,1				

Отмечены тенденции влияния разработанных протравителей серии СК на массу растений картофеля (табл. 3). Также следует отметить, что в период всходов в среднем по фактору растения, выросшие из клубней протравленных осенью, были достоверно выше, чем таковые, полученные из семенного материала, обработанного весной, а к фазе бутонизации-цветения в основном все различия сглаживались.

Комплексное действие разработанных нами протравителей на развитие заболевания, развитие и рост растений картофеля обусловило урожайность культуры (табл. 4). В среднем по фактору защита препараты СК 210 и СК 213 обеспечили достоверную прибавку урожая в размере 1,7–2,3 т/га. Обработка клубней перед посадкой разработанными протравителями позволила в среднем по фактору срок существенно поднять урожайность картофеля на 3,9 т/га.

Протравители серии СК влияли не только на валовую урожайность культуры, но и на его качество (рис. 3–5). Так в среднем по фактору защита они снижали весовой процент непригодных клубней в 2,9–4,4, и достоверно повысить урожай здоровых клубней в 1,4 раза. Срок применения протравителей также оказал влияние на данный показатель. Протравливание клубней перед посадкой позволило снизить весовой процент непригодных клубней, а также увеличить выход здоровой продукции в 1,2 раза.

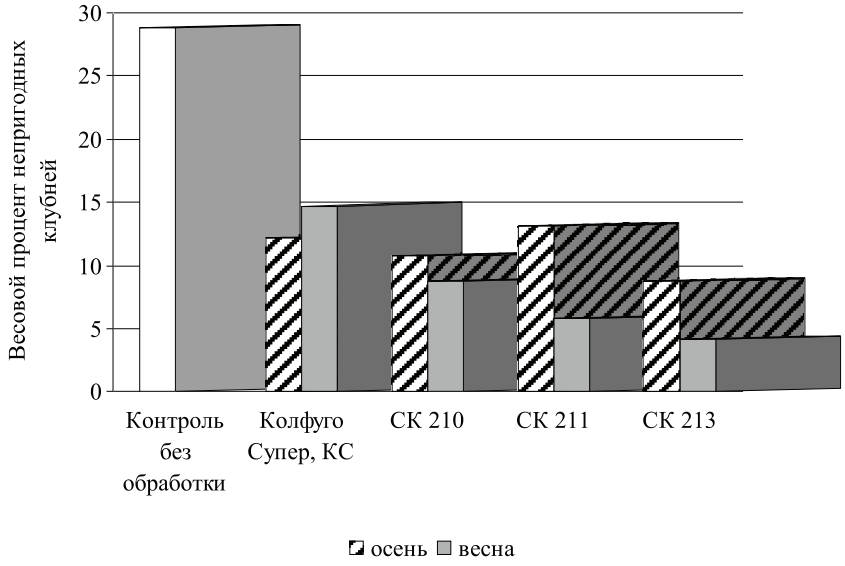
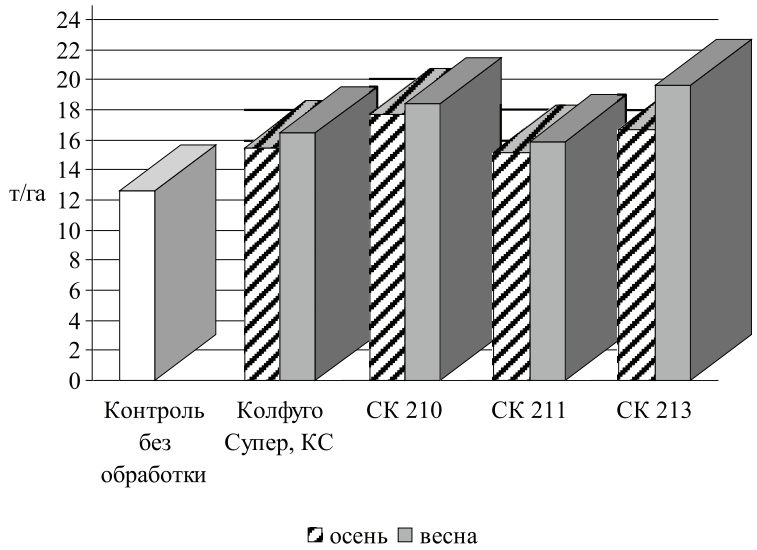


Рис. 3. Влияние препаратов на качество клубней нового урожая



$НСР_{0,95}$=1,8

Рис. 4. Влияние препаратов на урожай здоровых клубней, т/га

В целом по опыту применение препаратов серии СК весной снижало весовой процент непригодных клубней в 3,3–6,6 раза в сравнении с контролем и в 1,7–3,5 раза в сравнении со стандартом. Использование разработанных протравителей осенью не было столь эффективно. В этом случае минимальный весовой процент непригодных клубней наблюдали при использовании СК 213, где показатель был ниже в 3,3 раза в сравнении с контролем и в 1,4 раза в сравнении со Колфуго Супер. Препараты СК 210 и СК 211, при использовании их для осеннего протравливания, показали эффективность на уровне стандарта. Максимальный выход здоровой продукции был получен в вариантах СК 210 (осеннее и весеннее протравливание клубней) и СК 213 (весеннее протравливание клубней), что выше в 1,4–1,5 раза, чем в контроле, и в 1,2 раза, чем в варианте с Колфуго Супер.

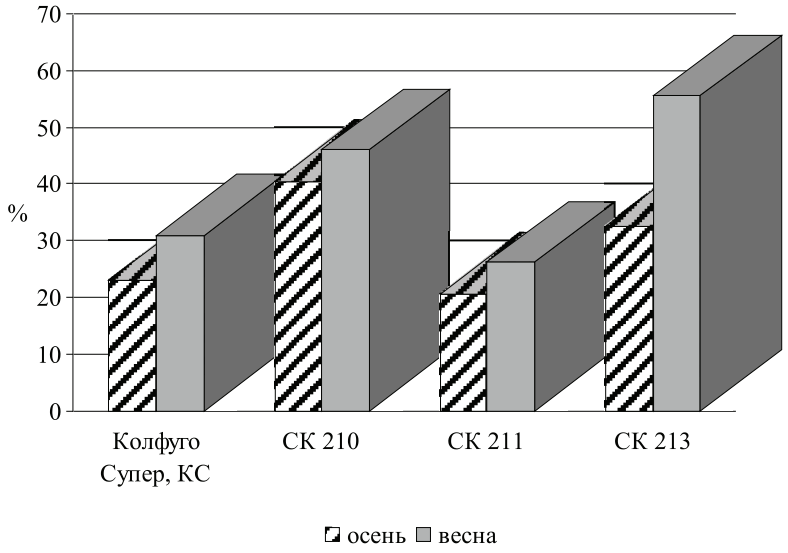


Рис. 5. Увеличение выхода здоровых клубней, %

Выводы

Разработаны рецептуры суспензионных протравителей на основе ТБК, определена их биологическая эффективность в отношении сухих гнилей при хранении и ризоктониоза картофеля и выявлено их влияние на биометрические показатели растений и урожайность культуры и качество нового урожая. Наибольшую биологическую эффективность против сухих гнилей при хранении показали СК-210 и СК-211 с нормой расхода 560 и 580 мл/т, соответственно. Более всего снижал развитие ризоктониоза в период вегетации СК-210 с нормой расхода 560 мл/т. Наибольшую продуктивность у растений картофеля и выход здоровых клубней наблюдали при использовании препаратов СК-210 и СК-213 с нормой расхода 560 и 570 мл/т соответственно. Таким образом, универсальным составом для снижения распространенности сухих гнилей при хранении и развития ризоктониоза в период вегетации, а также повышения продуктивности культуры и качества полученной продукции является СК-210. Для снижения развития ризоктониоза в период вегетации и повышения продуктивности культуры и качества полученной продукции целесообразно применять СК-213.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант по. 15-29-05792).

Список литературы

1. Иванюк В.Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В.Г. Иванюк, С.А. Банадысев, Г.К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 696 с.

2. Захаренко В.А. Инновационное развитие интегрированного управления фитосанитарным состоянием картофельных экосистем / В.А. Захаренко // В сборнике «Картофелеводство: история развития и результаты научных исследований по культуре картофеля». – Москва, 2015. – С. 346–352.

3. Защита картофеля от ризоктониоза, антракноза и серебристой парши / М.А. Кузнецова [и др.] // Картофель и овощи. – 2017. – № 4. – С. 27–29.

4. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение / Н.Н. Мельников. – М.: Химия, 1987. – 712 с.

5. Новый препарат для предпосевной обработки семян с комплексной защитой от болезней и остатков гербицидов в почве / С.С. Халиков [и др.] // Агрохимия. – 2016. – № 6. – С. 39–45.

6. Малюга А.А. Комплексные препараты для зашиты картофеля на основе карбендазима / А.А. Малюга, Н.С. Чуликова, С.С. Халиков // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 2. – С. 15–20.

References

1. Ivanjuk V.G. Zashhita kartofelja ot boleznej, vreditelej i sornjakov / V.G. Ivanjuk, S.A. Banadysev, G.K. Zhuromskij. Minsk: Belprint, 2005. 696 p.

2. Zaharenko V.A. Innovacionnoe razvitie integrirovannogo upravlenija fitosanitarnym sostojaniem kartofelnyh jekosistem / V.A. Zaharenko // V sbornike «Kartofelevodstvo: istorija razvitija i rezultaty nauchnyh issledovanij po kulture kartofelja». Moskva, 2015. pp. 346–352.

3. Zashhita kartofelja ot rizoktonioza, antraknoza i serebristoj parshi / M.A. Kuznecova [i dr.] // Kartofel i ovoshhi. 2017. no. 4. pp. 27–29.

4. Melnikov N.N. Pesticidy. Himija, tehnologija i primenenie / N.N. Melnikov. M.: Himija, 1987. 712 p.

5. Novyj preparat dlja predposevnoj obrabotki semjan s kompleksnoj zashhitoj ot boleznej i ostatkov gerbicidov v pochve / S.S. Halikov [i dr.] // Agrohimija. 2016. no. 6. pp. 39–45.

6. Maljuga A.A. Kompleksnye preparaty dlja zashity kartofelja na osnove karbendazima / A.A. Maljuga, N.S. Chulikova, S.S. Halikov // Uspehi sovremennogo estestvoznanija. 2017. no. 2. pp. 15–20.