

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СВЧ-ДИАПАЗОНА В ЗАЩИТЕ КАРТОФЕЛЯ ОТ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА (LEPTINOTARSA DECIMLINEATA)

© 2011 В.Г. Каплин, Э.Н. Савельева

Самарская сельскохозяйственная академия, г. Кинель

Поступила 22.10.2010

Для испытаний в полевых условиях против колорадского жука рекомендуется обработка посадок картофеля СВЧ-излучением мощностью 20 Вт с частотой колебаний волн 2450 МГц в течение 7 мин., а также комбинированная обработка СВЧ-излучением в течение 5-7 мин., а затем через 3 дня применение инсектицидов. Обработку СВЧ-излучением рекомендуется проводить при сухих и жарких метеоусловиях в дневное время.

**Ключевые слова:** СВЧ-излучение, колорадский жук

Среди насекомых – вредителей картофеля в большинстве регионов России преобладает колорадский жук, основным методом борьбы с которым является применение инсектицидов. Среди районированных сортов картофеля отсутствуют сорта, высоко устойчивые к колорадскому жуку [9]. Среди инсектицидов к настоящему колорадский жук практически повсеместно приобрел устойчивость к синтетическим пиретроидам и особенно к фосфорорганическим препаратам, применение которых становится экономически невыгодным. Наблюдается появление устойчивости колорадского жука к новым препаратам, в частности, к моспилану и актаре, применение которых начато лишь в 2003 г. [13]. Это вызывает необходимость поисков новых, более эффективных и экологически безопасных методов борьбы с этим вредителем.

В последние годы интенсивно исследуют влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона (КВЧ-облучения) на различные биологические объекты, от микроорганизмов до человека. КВЧ-облучение низкой интенсивности успешно применяется в медицине. Действие излучения сантиметрового диапазона (СВЧ-облучение) изучено слабо [6].

Электромагнитное излучение КВЧ- и СВЧ-диапазонов применяется в сельском хозяйстве при обработке семян перед посевом, при закладке на хранение; обеззараживании почвы; для борьбы с насекомыми-вредителями, а также при переработке сельскохозяйственной продукции [1, 3, 10, 15]. Предпосевная обработка семян электромагнитным излучением КВЧ- и СВЧ-диапазонов позволяет отказаться от использования фунгицидов для протравливания семян перед посевом. Обработка семян электромагнитным излучением при закладке их на хранение полностью обеззараживает семена и позволяет сохранить посевной материал без ухудшения его свойств [1, 2]. Электромагнитное обеззараживание почвы перед посевом или посадкой культур наиболее универсально с точки зрения воздействия на вредителей, возбудителей болезней и патогенные микроорганизмы

почвы, а так же семена сорняков на глубине до 8-10 см [1, 4, 5].

В Самарской области с использованием прибора «Явь-1», излучающим волны КВЧ-диапазона, проводились исследования по предпосевной обработке семян яровой пшеницы и ячменя, которые показали, что под действием КВЧ-излучения повышается энергия прорастания на 7-14%, всхожесть – на 5-7%, устойчивость растений к поражению основными возбудителями болезней этих культур, усиливается рост растений, повышается их сохранность и густота продуктивного стеблестоя, что способствует увеличению урожайности пшеницы и ячменя на 12-14% [7, 8]. Заслуживают внимания также исследования по применению электромагнитного излучения в борьбе с насекомыми – вредителями зерна и муки при хранении. Изучен механизм воздействия электромагнитного излучения КВЧ-диапазона на амбарного (*Sitophilus granarius*) и рисового (*Sitophilus oryzae*) долгоносиков, малого черного (*Tribolium destructor*) и малого булавового (*Tribolium castaneum*) хрущаков, зернового точильщика (*Rhizopertha dominica*), установлена высокая эффективность КВЧ-облучения против яиц и личинок этих вредителей при скрытой и явной форме заражения [11, 12, 14]. Исследования по влиянию СВЧ-излучения на колорадского жука проведены впервые.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению возможности использования электромагнитного излучения СВЧ-диапазона мощностью 20 Вт (частота колебаний 2450 (±49) МГц) в защите картофеля от колорадского жука проводились в 2005-2007 и в 2010 гг. в лабораториях кафедр защиты растений, механики и инженерной графики Самарской ГСХА, в муниципальном учреждении здравоохранения Кинельской центральной районной больницы с помощью медицинского прибора «Луч-3».

Обработка имаго колорадского жука излучением СВЧ-диапазона проводилась с изменением времени обработки от 4 до 7 мин., с интервалом в 1 мин. Во время проведения облучения имаго колорадского жука помещали в специальные картонные емкости, предназначенные для работы с излучением СВЧ-диапазона, затем на них был

Каплин Владимир Григорьевич, докт. биол. наук, проф.,  
Савельева Эллона Николаевна, асп.

направлен излучатель от прибора и проводилась обработка. Расстояние до обрабатываемых объектов не превышало 10 см. После облучения жуки были помещены на кусты картофеля в вегетационных сосудах по 10 экземпляров. В контрольных сосудах на кустах картофеля находились необработанные жуки. Всего в каждом варианте опыта было по 10 самок и 10 самцов. Самцы и самки помещались на отдельные кусты. Вегетационные сосуды с обработанными и контрольными жуками были изолированы мелкоячеистой сеткой и помещены на поверхность почвы в открытом грунте для наблюдений за поведением и развитием обработанных и контрольных стадий вредителя в течение 20 дней. В опытах использовали картофель ранних сортов Розара, Красная роза, Жигулевский. Повторность опыта трехкратная.

После того, как обработанные и контрольные самки прекращали откладывать яйца, их отсаживали на неиспользованные кусты картофеля, и проводился второй этап опытов, где к отсаженным обработанным и контрольным самкам подсаживали самцов, подвергшихся различной обработке СВЧ-излучением. Целью второго этапа опыта было выявить сохранилась ли способность обработанных излучением самок к откладыванию яиц, а у самцов к оплодотворению. Для проведения этого опыта использовали по 5 самок и самцов из первого этапа опыта.

В 2006 г. проводился также опыт по выяснению влияния обработки имаго колорадского жука СВЧ-излучением мощностью 20 Вт в течение 5 и 7 мин. на динамику массы тела самцов и самок. Имаго колорадского жука нового поколения выбирали в поле, затем при помощи бинокля они были разделены на группы по 10 экземпляров самцов и самок. В день обработки все особи колорадского жука были взвешены и после обработки СВЧ-излучением помещены на опытные кусты картофеля в вегетационных сосудах. Результаты взвешивания оценивались по среднему показателю в каждом варианте в течение 20 дней. Опыт проводился в трехкратной повторности.

В июле 2006 г. были проведены опыты по оценке эффективности комбинированного применения против колорадского жука излучения СВЧ-диапазона и инсектицидов. Как и в предыдущих опытах, в поле были собраны имаго колорадского жука нового поколения, разделены на группы по 10 самок и самцов и обработаны электромагнитным излучением СВЧ-диапазона в течение 5 и 7 мин. Затем контрольные и обработанные СВЧ-излучением жуки были помещены на кусты картофеля и обработаны инсектицидами. Контрольные (необлученные) экземпляры жуков были обработаны химическими препаратами в первый день проведения опыта, а облученные – на 3-й день самки и на 4-й – самцы, в момент начала их питания на картофеле и восстановления массы тела. Для химической обработки были использованы инсектициды: регент, актара, суми-альфа и карбофос с диагностическими концентрациями препаратов, соответственно, 0,06, 0,06,

0,2 и 1%. Регент и актара – системные, суми-альфа и карбофос – несистемные контактно-кишечные инсектициды. Регент относится к фенилпиразолам, актара – к неоникотиноидам, суми-альфа – к синтетическим пиретроидам, а карбофос – к фосфорорганическим соединениям.

В июле 2010 г. оценивалось влияние экстремальных засушливых условий на выживаемость имаго, обработанных СВЧ-излучением. Опыт включал пять вариантов: контроль (без обработки); имаго, обработанные в течение 4, 5, 6 и 7 мин.

Статистическая обработка материала проводилась с помощью дисперсионного анализа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Влияние электромагнитного излучения СВЧ-диапазона на репродуктивную способность колорадского жука.* Средняя выживаемость самцов и самок в опытах, проведенных в 2005-2007 гг. с применением электромагнитного излучения СВЧ-диапазона мощностью 20 Вт против колорадского жука составила в контроле 100%, при обработке излучением в течение 4 мин. 100%, 5 мин. 90-100%, 7 мин. 70-80%; количество активных после обработки самок, соответственно – 100, 70-100, 70-90 и 50-80%. Количество яиц в яйцекладке в контроле без облучения составило 23,5-29,0, а в опыте с облучением оно уменьшалось до 8,5-14,5. Плодовитость самок в контроле была 1,4-1,8 яйцекладок (33-42 яйца), при обработке излучением в течение 4 мин. – 0,9-1,1 (8-12), 5 мин. – 0,1-0,9 (2-12), 7 мин. – 0,1-0,6 (2-6). Количество личинок, отродившихся из отложенных яиц, в контроле составило 73-77%; при обработке в течение 4 мин. – 11-16; 5 мин. – 0-9; 7 мин. – 0% (табл. 1).

Яйцекладки, отложенные обработанными самками, были неровными и с первого же дня отличались цветом, одни были светло-желтые, другие ярко оранжевые; оранжевые яйцекладки впоследствии высохли. Количество высохших яиц в контроле составило 2-3%, при обработке самок в течение 4-5 мин. – 0-13; 7 мин. – 90-100%. Оставшиеся яйца сохраняли жизнеспособность при обработке 4-5 мин. и были полностью нежизнеспособными при обработке в течение 7 мин., из них не отродилось ни одной личинки.

Выживаемость перезимовавших и молодых самок при СВЧ-облучении была одинаковой и составила при облучении в течение 5 мин. 90; 7 мин. 80%. У перезимовавших и молодых самцов она отличалась и составила при облучении в течение 5 мин., соответственно – 90 и 80%, 7 мин. – 80 и 40% (табл. 2). Облученные перезимовавшие самки были более активными, откладывали больше яиц в яйцекладке, чем облученные молодые самки. Однако выжившие молодые самки, облученные в течение 7 мин., были более плодовитыми и отложенные ими яйца высохали в меньшей степени, чем у аналогичных перезимовавших самок.

**Таблица 1.** Влияние времени обработки самок колорадского жука электромагнитным излучением СВЧ-диапазона на их выживаемость и плодовитость в 2005-2007 гг.

Время обработки, минут	Год	Выживаемость, %	Количество активных самок в опыте, шт.	Количество отложенных яйцекладок, шт.	Среднее количество яиц в яйцекладке, шт.	Плодовитость самок, шт. яйцекладок	Плодовитость самок, шт. яиц	Количество яиц, съеденных самками, %	Количество высохших яиц, %	Количество оставшихся яиц, %	Количество отродившихся личинок из отложенных яиц, %	Количество отродившихся личинок из оставшихся яиц, %
-	2005	100	10	16	29,0±4,9	1,5	41,7	0	2,8	97,2	75,0	77,2
	2006	100	10	18	24,5±6,8	1,8	34,1	0	1,7	98,3	77,4	78,6
	2007	100	10	14	23,5±5,7	1,4	32,9	0	2,8	100	73,4	73,4
4	2005	100	7	8	10,5±2,3	1,1	12,1	75,3	0	24,7	16,4	66,7
	2007	100	10	9	8,5±2,1	0,9	7,6	65,4	0	34,0	11,3	34,6
5	2005	90	8	1	13,0	0,1	1,6	100	0	0	0	0
	2006	90	7	6	14,5±3,6	0,9	12,4	80	13,0	20,7	9,2	44,4
	2007	90	9	4	9,5±2,2	0,4	3,8	81,4	11,6	7,0	7,0	100
7	2005	70	5	3	9,5±2,6	0,6	6,0	0	100	0	0	0
	2006	80	6	3	9,5±2,8	0,5	4,8	10	90,0	0	0	0
	2007	80	8	1	13,0	0,1	1,6	0	100	0	0	0

**Таблица 2.** Влияние времени обработки перезимовавших и молодых самок колорадского жука электромагнитным излучением СВЧ-диапазона на их выживаемость и плодовитость в 2006 г.

Время обработки, минут	Самки перезимовавшие (1), молодые (2)	Выживаемость, %	Количество активных самок в опыте, шт.	Количество отложенных яйцекладок, шт.	Среднее количество яиц в яйцекладке, шт.	Плодовитость самок, шт. яйцекладок	Плодовитость самок, шт. яиц	Количество яиц, съеденных самками, %	Количество высохших яиц, %	Количество оставшихся яиц, %	Количество отродившихся личинок из отложенных яиц, %	Количество отродившихся личинок из оставшихся яиц, %
-	1	100	10	18	24,5±6,8	1,8	34,1	0	1,7	98,3	77,4	78,6
	2	100	10	15	24,5±5,2	1,5	39,6	0	0	100	71,7	71,1
5	1	90	7	6	14,5±3,6	0,9	12,4	80	13,0	20,7	9,2	44,4
	2	90	7	5	14,0±2,4	0,7	10,4	16,3	41,1	42,5	9,7	30,9
7	1	80	6	3	9,5±2,8	0,5	4,8	10,0	90,0	0	0	0
	2	80	4	3	9,0±2,0	0,8	7,3	20,0	25,9	0	0	0

На втором этапе опытов через десять дней после начала первого этапа, описанного выше, когда изолированные самки первого этапа с обработкой имаго СВЧ-излучением прекратили откладку яиц, брали по пять самок и столько же самцов первого этапа с разным временем обработки излучением, и к отсаженным на кусты картофеля обработанным и контрольным самкам подсаживали самцов, подвергшихся различной обработке, для выяснения влияния электромагнитного излучения СВЧ-диапазона на их репродуктивную способность (табл. 3).

Было установлено, что самки значительно устойчивее к СВЧ-излучению по сравнению с самцами. Самки, обработанные СВЧ-излучением в течение 7 мин. на первом этапе, спаривались с необлученными самцами и откладывали жизнеспособные яйца, их плодовитость незначительно снижалась по сравнению с необработанными самками в контроле (на 6-8 яиц). Однако около 42% яиц в их яйцекладках высохли, но из оставшихся яиц отродилось 61% личинок (в контроле 71-

74%). Самцы, обработанные СВЧ-излучением в течение 4-5 мин., сохраняли способность к оплодотворению, но при этом плодовитость самок снижалась до 0,2-1,4 яйцекладок, 4-25 яиц, а количество личинок, отродившихся из отложенных яиц, до 6-46%. Самцы, обработанные СВЧ-излучением в течение 6-7 мин., были стерильными, они не спаривались с самками и самки не откладывали яиц (табл. 3). Обработка имаго СВЧ-излучением в течение 6-7 мин. обеспечила 100% эффективность приема и рекомендуется к испытанию в полевых условиях.

**Влияние излучения СВЧ-диапазона на массу тела колорадского жука.** Так как при проведении опыта в июне 2005 г. на следующий день после обработки СВЧ-излучением было замечено опорожнение кишечника и резкое снижение массы тела у имаго колорадского жука нового поколения, то в 2006 г. была поставлена задача количественно выявить потерю массы тела облученных самцов и самок и динамику ее восстановления.

**Таблица 3.** Влияние обработки электромагнитным излучением СВЧ–диапазона на откладку яиц и отрождение личинок при спаривании имаго колорадского жука с различным временем обработки в 2005–2007 гг.

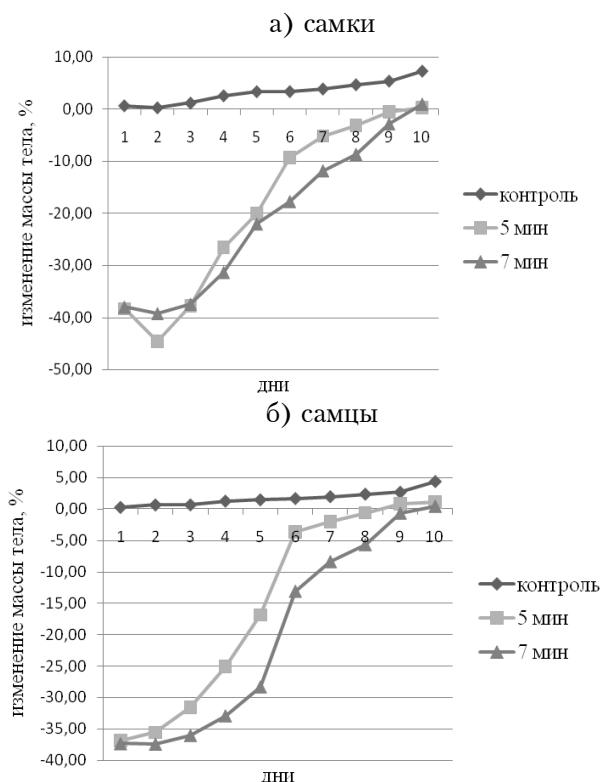
Имаго(время обработки, мин.)	Год	Количество активных самок в опыте, шт.	Количество отложенных яиц/кладок, шт.	Среднее количество яиц в яйцекладке, шт.	Плодовитость самок, шт. яйцекладок	Плодовитость самок, шт. яиц	Количество вышедших яиц, %	Количество оставшихся яиц, %	Количество отродившихся личинок из отложенных яиц, %	Количество отродившихся личинок из оставшихся яиц, %
Самки (-), самцы (-)	2005	5	9	22,0±5,3	1,8	38,6	0	100	71,5	71,5
	2006	5	8	23,5±4,7	1,6	36,8	0	100	74,0	74,0
	2007	5	9	22,0±5,3	1,8	38,6	0	100	71,5	71,5
Самки (7), самцы (-)	2005	5	8	18,0±3,6	1,6	30,4	42,1	58,9	35,5	61,4
Самки (4), самцы (4)	2005	5	5	15,5±3,4	1,0	15,6	84,8	15,2	6,4	41,7
Самки (5), самцы (4)	2007	5	5	14,5±4,3	1,0	14,5	0	100	42,6	42,6
Самки (6), самцы (4)	2007	5	2	10,5±2,2	0,4	4,2	0	100	30,4	30,4
Самки (4), самцы (5)	2007	5	2	13,5±2,7	0,4	5,4	0	100	46,6	46,6
Самки (5), самцы (5)	2005	5	7	17,5±2,9	1,4	25,2	24,6	75,4	44,4	63,2
Самки (7), самцы (5)	2006	5	1	13,0	0,2	2,6	82,7	17,3	15,0	66,6
Самки (-), самцы (6)	2005	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Самки (4), самцы (6)	2007	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Самки (5), самцы (7)	2006	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Самки (6), самцы (7)	2007	5	0	0	0	0	0	0	0	0

Результаты проведенного опыта показывают, что в течение 2-3 дней после обработки у самок и самцов наблюдается резкое снижение массы тела, потом, начиная с 4-го дня, идет ее постепенное увеличение и на 9-10-й день масса тела выживших имаго полностью восстанавливается и в последующие 10 дней незначительно отличается от массы тела контрольных особей (рис. 1). Выживаемость после облучения имаго в течение 5 мин. составила у самок 100%, у самцов 90%, а при обработке 7 мин., соответственно – 90% и 80%.

Влияние обработки электромагнитным излучением СВЧ–диапазона на снижение и восстановление массы тела у самок и у самцов колорадского жука примерно одинаково. Потеря массы тела жуков в первый день, составила у самок и самцов, обработанных в течение 5 мин., соответственно – 38,4 и 36,9%, второй – 44,6 и 35,6%; а обработанных в течение 7 мин. в первый день – 38,1 и 37,3%, второй – 39,3 и 37,5%. Потеря массы тела у самок и самцов, обработанных в течение 5 и 7 мин., в первый день была практически одинаковой, на второй день у самок, обработанных в течение 5 мин., она была на 5% больше, а у самцов – на 2% меньше, чем у особей, обработанных в течение 7 мин. Потери массы тела у самок, обработанных в течение 5 мин., в первый день были на 1,5%, второй – на 9%, а облученных в течение 7 мин., соответственно – на 0,8 и 1,8% больше, чем у самцов. Восстановление массы тела длилось в течение 7-8 дней.

Анализ результатов опыта, проведенного в 2006 г., позволил выдвинуть предположение, что если в период восстановления массы тела имаго колорадского жука провести химическую обработку, то эффективность химического метода за-

щиты картофеля от колорадского жука может повысится.



**Рис 1.** Влияние продолжительности (мин.) обработки имаго излучением СВЧ–диапазона на живую массу тела колорадского жука

**Влияние электромагнитного излучения на эффективность инсектицидов.** Результаты опыта показали, что в контроле без применения облучения эффективность регента против имаго

колорадского жука составила 100%, актара – около 95%, суми-альфа – 5%, карбофоса – 0%; после облучения имаго в течение 5 мин. – соответственно 100%, 95, 34,8 и 29,6%; 7 мин. – 100, 100, 52,8 и 37,2% (табл. 4). Иными словами, системные инсектициды имели высокую эффективность

как против необлученных, так и облученных имаго. Среди несистемных кишечного-контактных инсектицидов эффективность суми-альфа при облучении жуков в течение 5 мин. возросла на 29,5%, 7 мин. – на 47,8%, а карбофоса, соответственно на 29,6 и 37,2%.

**Таблица 4. Эффективность инсектицидов против имаго колорадского жука после обработки электрофизическим излучением СВЧ-диапазона**

Вариант	Имаго	Время обработки	Выживаемость после обработки излучением, %	Выживаемость через трое суток после обработки инсектицидами, %			
				Регент	Актара	Суми-альфа	Карбофос
1	самки	-	100	0	10	100	100
	самцы	-	100	0	0	90,0	100
2	самки	5	100	0	10	75,0	77,7
	самцы	5	90	0	0	55,5	63,0
3	самки	7	90	0	0	50,0	70,0
	самцы	7	80	0	0	44,4	55,5

**Влияние экстремальных метеоусловий на выживаемость имаго колорадского жука после воздействия электромагнитного излучения**

Летом 2010 г. на территории Среднего Поволжья стояла аномальная жара, дневная температура во время сезона вегетации картофеля достигала 40°C, а осадки в июне, июле и первой половине августа практически отсутствовали. В связи с этим была поставлена задача выяснить эффективность электромагнитного облучения СВЧ-диапазона против имаго колорадского жука при его развитии в экстремально-засушливых условиях. Имаго вредителя были собраны в поле, разделены на группы по 10 самок и самцов, обработаны СВЧ-излучением в течение 4, 5, 6 и 7 мин. в двухкратной повторности; контрольные и обработанные излучением особи помещены на кусты картофеля в вегетационных сосудах.

В первый день после обработки СВЧ-излучением в течение 4 мин. погибли 45% (3 самки и 6 самцов), 5 мин. – 45% (4 самки и 5 самцов), 6 мин. – 55% (4 самки и 7 самцов), 7 мин. – 60% особей (6 самок и 6 самцов). На второй день погибли все жуки, обработанные излучением в течение 5, 6 и 7 мин., при обработке в течение 4 мин. погибли еще 40% имаго (4 самки и 4 самца). Оставшиеся жуки, обработанные СВЧ-излучением в течение 4 мин., погибли на 3-й день проведения опыта. Все контрольные экземпляры были живыми, но вели себя вяло.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что при длительной сухой и жаркой погоде эффективность использования электромагнитного излучения СВЧ-диапазона против колорадского жука резко повышается.

**ВЫВОДЫ**

1. Под влиянием электромагнитного излучения СВЧ-диапазона мощностью 20 Вт с частотой

колебаний волн 2450 МГц выживаемость и активность имаго колорадского жука составила в контроле и при обработке излучением в течение 4 мин. 100%, 5-6 мин., соответственно – 80-100 и 50-90%, 7 мин. – 40-80%. Количество яиц в яйцекладке в опыте с облучением уменьшалось на 41-68%. Плодовитость самок при обработке в течение 4 мин. снижалась на 27-36% по числу яйцекладок (71-77% по количеству отложенных яиц), 5-7 мин. – 50-93 (64-96); количество личинок, отродившихся из отложенных яиц, при обработке самок в течение 4 мин. – на 78-85%, 5 мин. – 88-100%, 7 мин. – 100%, по сравнению с контролем. Обработка самцов излучением СВЧ-диапазона в течение 6-7 мин. приводит к их полной стерильности.

2. Излучение СВЧ-диапазона оказывает существенное влияние на изменение массы тела обработанных имаго. Масса их тела резко снижается в первые два дня после обработки, затем она постепенно восстанавливается, практически достигая массы тела контрольных особей без обработки через 10 дней. Потеря массы тела имаго, обработанных в течение 5-7 мин., в первые два дня составляет 38-45%.

3. Комбинированная обработка имаго колорадского жука СВЧ-излучением, а через 3-4 дня – инсектицидами значительно повышает эффективность защиты картофеля от вредителя. Системные инсектициды имели высокую эффективность как против необлученных, так и облученных имаго. Среди несистемных кишечного-контактных инсектицидов эффективность суми-альфа при облучении жуков в течение 5 мин. возросла на 29,5%, 7 мин. – на 47,8%, а карбофоса, соответственно – на 29,6 и 37,2%.

4. Опыт проведенный в острозасушливом 2010 г. показал, что неблагоприятные метеоусловия условия при высоких дневных и среднесуточных температурах и длительном отсутствии осадков

угнетающе действуют на имаго колорадского жука и повышают эффективность использования против него СВЧ-излучения до 100%.

5. Для испытаний в полевых условиях против колорадского жука рекомендуется обработка посадок картофеля СВЧ-излучением мощностью 20 Вт с частотой колебаний волн 2450 МГц в течение 7 мин., а также комбинированная обработка СВЧ-излучением в течение 5-7 мин., а затем через 3 дня применение инсектицидов. Обработку СВЧ-излучением рекомендуется проводить при сухих и жарких метеоусловиях в дневное время.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бородин, И.Ф.* Электричество управляет растениями // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1996. № 4. С. 28–30.
2. *Диденко А.Н.* СВЧ-энергетика. М.: Наука, 2000. 264 с.
3. *Ерошенко Г.П.* Электрическое и магнитное воздействие при переработке сельскохозяйственной продукции // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2003. № 4. С. 27–28.
4. *Кабалов Т.Х.* Электрический способ нагрева почвы // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2001. № 9. С. 4–6.
5. *Кабалов Т.Х.* Термоэлектрический способ обеззараживания почвы в защищенном грунте // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2002. № 10. С. 11–13.
6. *Лихачева А.А., Лукьянов А.А. Зенова Г.М., Тамбиев А.Х.* Влияние СВЧ-излучения на физиологические характеристики культур актиномицетов и бактерий // Биотехнология. 2000. № 5. С. 31–35.
7. *Нижарадзе Т.С.* Эффективность предпосевной обработки семян яровой пшеницы и ячменя электромагнитным излучением КВЧ-диапазона // Физика и технические приложения волновых процессов. Самара, 2003. С. 385.
8. *Нижарадзе Т.С.* Сравнительная оценка влияния физических, химических и биологических методов предпосевной обработки семян на устойчивость к болезням, развитие и продуктивность зерновых культур в лесостепи Среднего Поволжья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Кинель, 2004. 22 с.
9. *Павлюшин В.А. Сухорученко ., Г.И., Фасулати С.Р., Вилкова Н.А.* Колорадский жук: распространение, экологическая пластичность, вредоносность, методы контроля // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2009. № 3. 32 с.
10. *Рахматулин Р.А., Нугманов С.С.* Электрофизические методы борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур // Современные технологии, средства механизации и техническое обслуживание в АПК. Самара, 2003. С. 8–83.
11. *Ромадина Ю.А.* Влияние электромагнитного КВЧ-излучения на жизнедеятельность и развитие вредителей хлебных запасов // Актуальные вопросы агрономической науки в XXI веке. Самара, 2004. С. 344–348.
12. *Ромадина Ю.А.* Комплексная оценка влияния КВЧ-излучения на особенности биологии вредителей запасов зерна: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Кинель, 2005. 22 с.
13. *Рославецова С.А.* Резистентность к инсектицидам в популяциях колорадского // Агрехимия. 2009. № 1. С. 87–92.
14. *Федотова З.А., Ромадина Ю.А.* Комплексная оценка влияния КВЧ-излучения на особенности биологии вредителей запасов зерна. Самара: Книга, 2010. 212 с.
15. *Цугленок Н.В., Юсупова Г.Г., Цугленок Г.И.* Использование СВЧ-энергии при разработке технологий диетических сортов хлеба // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2004. № 2. С. 16–17.

### SUBSTANTIATION OF APPLICATION OF MICROWAVE RANGE ELECTROMAGNETIC RADIATION IN PROTECTION OF POTATO AGAINST COLORADO POTATO BEETLE (LEPTINOTARSA DECIMLINEATA)

© 2011 V.G. Kaplin, E.N. Savel'eva

Samara State Agricultural Academy, Kinel'

For tests in field conditions against Colorado potato beetle processing of potato plantings by microwave range electromagnetic radiation of capacity of 20 Wt with wave fluctuation frequency of 2450 MHz within 7 minutes, and, also, combined processing by microwave radiation within 5-7 minutes and then in three days application of insecticides are recommended. Microwave radiation processing is recommended to be made under dry and hot meteoconditions in the afternoon.

**Keywords:** *electromagnetic radiation, Colorado potato beetle*