



ISSN 1727-1320 (Print),
ISSN 2308-6459 (Online)

В Е С Т Н И К
ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2020 ТОМ **103** ВЫПУСК **4**
VOLUME ISSUE



СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ ПРОВОЛОЧНИКОВ И ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ИМИ КЛУБНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ВЛАГИ

С.Р. Фасулати*, О.В. Иванова

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

* ответственный за переписку, e-mail: fasulatiser.spb@mail.ru

Наиболее массовыми вредителями клубней картофеля в Северо-Западном регионе РФ среди проволочников являются личинки щелкуна посевного полосатого *Agriotes lineatus* (Coleoptera, Elateridae). В засушливых условиях 2019 года высокая степень поврежденности ими клубней картофеля отмечена только в июле. При длительном дефиците осадков наиболее вероятны периодические кратковременные контакты проволочников с источниками пищи и воды в сухой почве и обратные миграции личинок в более глубокие и влажные почвенные горизонты. В таких условиях личинки могут быть не обнаружены при смене приманок и пробных копках, несмотря на наличие поврежденных клубней. Соответственно, определение численности проволочников перед посадкой картофеля стандартным методом «пробных площадок» может дать необъективные результаты в условиях сухой весны. В таких случаях следует проводить весь комплекс рекомендованных профилактических мероприятий, независимо от результатов весенних учётов численности вредителей. Показано, что личинки *A. lineatus* проявляют пищевую избирательность к клубням разных сортов картофеля в течение всего периода вегетации, начиная с момента их высадки. По результатам многократной полевой оценки в 2015–2019 гг. выделены устойчивые сорта Алый Парус, Лига, Наяда, Сиреневый Туман; по предварительным данным 2019 года – также сорта Рэд Фэнтази, Гала, Гусар, Манифест, Рубин и некоторые другие.

Ключевые слова: картофель, сорт, жуки-щелкуны, личинки, проволочники, поврежденность, почва, влажность

Поступила в редакцию: 10.03.2020

Принята к печати: 31.10.2020

Введение

Одной из наиболее экономически значимых групп многоядных фитофагов считаются личинки жуков семейства щелкунов (Coleoptera, Elateridae), известные как «проволочники». По современным представлениям, это во многом уникальная группа насекомых-вредителей, имеющих разнообразные, видоспецифичные жизненные циклы, поведение и реакции на применяемые средства защиты растений (Vernon, van Herk, 2013). По различным оценкам, насчитывается не менее 100 голарктических видов щелкунов, личинки которых серьёзно повреждают подземные органы большинства основных сельскохозяйственных культур всего мира, включая пшеницу, ячмень, овёс, кукурузу, однако предпочитают овощные (сахарная свёкла, сахарный тростник, батат), некоторые ягодные культуры (земляника) и картофель (Jansson, Seal, 1994; Parker, Howard, 2001; Vernon et al., 2003; Vernon, van Herk, 2013). Указывается, что клубни картофеля способны повреждать личинки 39 видов щелкунов, принадлежащих к 21 роду семейства Elateridae, в том числе в Северо-Западном регионе России – 8 видов (Волгарёв, 2005; Сухорученко и др., 2016; Jansson, Seal, 1994). Отмечается, что в фауне щелкунов Европы наибольшее экономическое значение имеют виды рода *Agriotes* sp., из которых для большинства стран чаще других вредоносных видов упоминается щелкун посевной полосатый *A. lineatus* L. (Toth et al, 2003).

В литературе к 60–70-м годам XX в. накоплена обширная информация по биологии, экологии и вредоносности личинок щелкунов. Многие ценные сведения принадлежат отечественным исследователям, включая первые сообщения о различиях реакций проволочников на клубни разных сортов картофеля, и обобщены в русскоязычных

монографиях и справочниках (Черепанов, 1957, 1965; Бобинская и др., 1965; Крыжановский, 1974). Тем не менее, после середины XX в., главным образом вследствие широкого применения хлорорганических инсектицидов, которое обеспечило длительное снижение численности и вредоносности этих насекомых до минимума, проволочников в большинстве стран мира стали считать второстепенными вредителями, и интерес к их изучению резко упал до конца столетия (Radcliffe et al, 1991; Jansson, Seal, 1994; Parker, Howard, 2001; Vernon, van Herk, 2013).

Внимание исследователей к проволочникам вновь возросло на рубеже XX–XXI веков в связи с повсеместным новым нарастанием их численности и активности, в том числе во многих регионах России (Сухорученко и др., 2016; Parker, Howard, 2001; Noronha, 2011), однако признаётся, что к этому времени уровень знаний об этих своеобразных почвообитающих вредителях безнадежно отстал от потребностей агропроизводства. В настоящее время эта группа фитофагов остаётся недостаточно изученной в целом ряде аспектов (Vernon, van Herk, 2013). Такими вопросами видовой диагностики личинок вредоносных видов щелкунов и влияния комплекса абиотических и биотических факторов среды на продолжительность их жизненного цикла, на сезонную динамику миграционной активности и пищевое поведение у разных вредоносных видов. Показано, что для разработки эффективных стратегий защиты растений важна идентификация видов проволочников, однако определение видов щелкунов по личинкам весьма затруднено с помощью как традиционных морфологических, (Черепанов, 1965; Becker, 1991), так и молекулярно-генетических методов (Staudacher et

al., 2011). В результате в Европе до настоящего времени точная видовая принадлежность личинок определена, например, только у 8 из 20 видов щелкунов рода *Agriotes* sp. (Klausnitzer, 1994), а в Северной Америке – не более чем у 10% вредоносных видов (Vernon, van Herk, 2013).

Хорошо известно, что почти все виды щелкунов имеют многолетнюю генерацию – от 2 до 11 лет (у вредоносных видов фауны России – от 3 до 5 лет). Продолжительность развития личинок и количество личиночных возрастов (от 3 до 12) у особей того или иного рода и вида значительно варьирует в зависимости не только от климата местности и гидротермического режима конкретных лет, но и от доступности пищи. Личинки щелкунов традиционно считаются гигрофильными насекомыми, избегающими солнечного света и сухой почвы, поскольку их покровы, несмотря на твёрдость, не препятствуют испарению воды из организма. В то же время среди вредоносных проволочников встречаются и ксерофильные виды, предпочитающие только сухие почвы – например, личинки щелкунов рода *Ctenicera* sp. (Vernon, van Herk, 2013). При недостатке или избытке влаги в почве проволочники (с учётом видовой принадлежности) совершают активные вертикальные миграции в почвенные горизонты с более благоприятными условиями, где они длительное время способны сохранять жизнеспособность без корма и избегать гибели от высыхания или переувлажнения тканей тела (Черепанов, 1957; Крыжановский, 1974; Vernon, van Herk, 2013).

Материалы и методы

Изучение пищевых адаптаций проволочников проводили в 2009–2019 годах на опытных полях Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (Санкт-Петербург, г. Пушкин) и его филиала «Тосненская опытная станция защиты растений» (ТОСЗР) в с. Ушаки Тосненского района Ленинградской области. Для этого ежегодно использовали не менее 20 сортов картофеля, преимущественно из числа возделываемых и перспективных для Северо-Западного региона России и различающихся по морфо-биологическим характеристикам. Опытные посадки сортов создавали на поле ВИЗР в виде 4-рядных делянок по 24 куста; на ТОСЗР – в виде коллекционного участка по 6–12 кустов каждого сорта и увеличенных массивов 3–10 сортов по 100–300 м². В опытах 2019 года изучали 54 сорта картофеля; из них на ТОСЗР – 24 сорта.

В осенний период проводили сравнительный анализ повреждённости личинками клубней всех изучаемых сортов по собственной методике, определяя следующие биологические показатели: 1) доля (%) повреждённых клубней; 2) общее количество червоточин (входных отверстий) в пробе; 3) среднее количество червоточин на 1 повреждённый клубень без учёта неповреждённых (Иванова, Фасулати, 2016; Фасулати, Иванова, 2019). Сорта ранжировали по каждому показателю в порядке возрастания их абсолютных значений и сравнивали методом «суммы рангов», ранее разработанным ВИЗР для выделения устойчивых образцов – имеющих наиболее низкие абсолютные значения показателей численности вредителей и степени повреждённости ими органов растений. Этот метод предусматривает определение среднего ранга устойчивости для каждого сорта и средневзвешенного индекса устойчивости (I) для всей группы оцениваемых образцов, который

Такая специфика абиотических адаптаций проволочников резко отличает их от других экологических групп и видов насекомых-вредителей, жизненный цикл которых частично протекает в почве – например, от колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae), у которого развивающиеся куколки и диапаузирующие имаго в условиях длительного избыточного увлажнения почвы погибают в ней от физиологического удушья (Фасулати, Иванова, 2018). Отмеченное в середине XX века проявление личинками пищевой избирательности в отношении клубней различных сортов картофеля (Бобинская и др., 1965) позволяет выявлять устойчивые к этим вредителям сорта (Иванова, Фасулати, 2016; Фасулати, Иванова, 2019; Olsson, Jonasson, 1995; Kwon et al, 1999; Suszkiw, 2011). Признаётся роль таких сортов как важного компонента защитных стратегий, особенно в органическом земледелии (Parker, Howard, 2001; Vernon, van Herk, 2013), однако механизмы устойчивости форм картофеля к проволочникам остаются слабо изученными.

Ввиду недостаточной изученности влияния комплекса абиотических факторов на детерминацию миграционной активности и пищевого поведения проволочников с учётом видов, зон обитания щелкунов и их кормовых растений, задачи наших исследований с 2019 года дополнены изучением сезонной динамики пищевой активности личинок щелкуна посевного полосатого *A. lineatus* в условиях Северо-Западного региона России.

всегда равен полусумме первого и последнего номеров. Вычисление величины среднеквадратического отклонения (σ) индекса I позволяет выделить область средних значений рангов устойчивости сортов ($I \pm 2/3 \sigma$), которая при нормальном распределении включает 50% всех вариантов, и соответственно – границы градаций уровня устойчивости испытываемых сортов (Шапири и др., 1980; Иванова, Фасулати, 2016).

В 2019 г. исследования дополнены проведением на полях ТОСЗР мониторинга активности и пищевого поведения личинок *A. lineatus* в сезонной динамике в течение всего периода от предпосадочной подготовки почвы до окончания уборки урожая. Для этого в период с мая по июль использовали пищевые приманки, которые заменяли 5 раз. Приманки готовили по образцу методики корейских исследователей, применяемой ими при оценке численности проволочников на полях непосредственно перед посадкой картофеля (Kwon e.a., 1999). Однако мы видоизменили упомянутую методику тем, что не разрезали клубни картофеля на части и помещали их не в твёрдые открытые ёмкости, а заворачивали по 3–5 штук в сетчатый материал разного цвета. Это позволило использовать в опыте одновременно 4 сорта картофеля, в различной степени предпочитаемые проволочниками: Невский и Удача – сильно повреждаемые; Гусар и Ломоносовский – менее повреждаемые. Приманки закапывали на глубину 10–12 см в 5-кратной повторности в постоянных точках на двух полях ТОСЗР: 1) экологический стационар с луговым разнотравьем на опушке леса; 2) посев озимой ржи рядом с опытной посадкой картофеля; предшественник – белокочанная капуста. Далее в августе-сентябре провели 3 пробные копки формирующихся клубней выборочно с 4 кустов

каждого из 7 сортов картофеля, высаженных массивами по 100–200 м². При механизированной уборке урожая этих сортов отбирали пробы по 30 клубней в 4 точках-повторностях, выбранных равномерно по длине массивов; всего по 120 клубней каждого сорта. Также отмечали количество личинок III-IV возрастов, найденных на клубнях и вблизи кустов при уборке изучаемых сортов картофеля на

мелкоделяночных опытных посадках в ВИЗР и на ТОСЗР, а в 2019 г.– также при смене приманок и проведении пробных копок.

Все клубни из приманок и отобранных проб со всех сортов картофеля во все сроки их взятия были проанализированы по 3 показателям поврежденности, названным выше.

Результаты

Вегетационный период 2019 г. отличался не типичными для климата Ленинградской области и всего Северо-Запада РФ засушливыми условиями с суммой осадков летних месяцев в 2.7 раза ниже климатической нормы и меньшей, чем в предшествовавшем 2018 г. (табл. 1, 2). В связи с этим мониторинг сезонной динамики активности личинок щелкуна посевного полосатого *A. lineatus*, доля которых, по нашим данным, составляет 85–100% всех проволочников на полях ВИЗР и ТОСЗР (Фасулати, Иванова, 2019), проведён в условиях дефицита влаги в почве. По данным анализа биоматериала приманок и пробных копок на полях ТОСЗР, в 2019 г. общая высокая доля поврежденных клубней (40–76% от общего количества) отмечена только в июле с последующим резким спадом до 1–3% в августе-сентябре (табл. 1). При этом живые личинки щелкунов полностью отсутствовали на клубнях и в почве возле них во время непосредственных наблюдений

как во все сроки проведения замены приманок и пробных копок с 15.05 по 4.09.2019 г. (табл. 1), так и при ручной уборке коллекционного участка на ТОСЗР 24.09.2019 г., когда был проанализирован значительный объём биоматериала: 2130 клубней с 288 кустов всех 24 сортов (табл. 2). Сравнение результатов трёх лет исследований показывает, что в годы с различными суммами осадков и, соответственно, с различным увлажнением почвы имеют место выраженные несоответствия между степенью поврежденности клубней и частотой встречаемости личинок щелкуна *A. lineatus* в пахотном слое почвы, что иллюстрируют данные 2017 и 2018 гг. (табл. 2).

В то же время в условиях 2019 г., как и ранее в различных условиях полевых и лабораторных опытов (Иванова, Фасулати, 2016; Фасулати, Иванова, 2019; Фасулати, Иванова, Жуковская, 2019), личинки щелкунов проявляли различные реакции на клубни разных сортов картофеля,

Таблица 1. Сезонная динамика активности личинок щелкунов по показателю процента поврежденных клубней картофеля на полях Тосненского филиала ВИЗР, 2019 г.

Table 1. A seasonal dynamics of the click beetles larvae activity for the criteria of percent damaged potato tubers on the Tosno fields of VIZR, 2019

Анализируемый биоматериал	Доля поврежденных клубней по датам учетов, % (среднее ± ошибка)										
	15.05	20.06	04.07	12.07	24.07	07.08	21.08	04.09	24.09		
Клубни урожая 2018 г. в пищевых приманках без учёта сортов	4.2 ± 2.0	4.2 ± 1.7	40.0 ± 2.8	76.0 ± 8.5	74.0 ± 1.4						
Магочные клубни в пробных копках – среднее по 7 сортам						18.9 ± 8.4					
Клубни 2019 г. в пробных копках и при уборке – среднее по 7 сортам						1.1 ± 1.0	2.6 ± 1.2	2.7 ± 1.2	3.2 ± 0.9		
Клубни 2019 г. на коллекционном участке (24 сорта) при уборке									5.0 ± 0.8		
Агрометеорологические условия вегетационного периода 2019 г.											
Месяцы	Май		Июнь			Июль			Август		
Декады	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Средняя температура, °С: 2019 г.	13.6	13.7	19.4	16.9	17.6	14.0	15.3	18.4	14.8	17.6	17.2
Климатическая норма	11.1	12.3	14.3	15.7	16.6	17.3	17.8	17.9	17.2	16.0	14.4
Сумма осадков, мм: 2019 г.	7.1	15.5	3.8	0.5	4.7	15.4	27.7	1.5	11.7	4.3	0.5
Климатическая норма	12.2	14.7	13.8	17.0	24.5	22.1	21.2	22.7	24.2	20.4	24.8

Таблица 2. Сравнительная поврежденность клубней картофеля личинками щелкуна *A. lineatus* и встречаемость личинок III-IV возрастов в почве в зонах гнёзд клубней при уборке урожая на полях Тосненского филиала ВИЗР в 2017–2019 гг.

Table 2. A comparative damaging of the potato tubers by the larvae of the click beetle *A. lineatus* and the detection of the its larvae in the soil near the tubers in the harvesting time on the Tosno fields of VIZR in 2017–2019

Год	Сумма осадков за июнь – август, мм	Выборка биоматериала: сортов / кустов / клубней	Найдено личинок при копках проб клубней:		Доля поврежденных клубней, % ± ошибка:	
			всего	в среднем на 1 пробу *	средняя без учёта сортов	пределы значений для разных сортов
2017	216.7	6 / 72 / 360	42	1.75 ± 0.37	35.6 ± 2.1	30.0 ... 45.0
2018	100.3	4 / 51 / 439	15	0.88 ± 0.32	38.7 ± 8.2	16.7 ... 55.8
2019	70.1	24 / 288 / 2130	0	0	5.0 ± 0.8	0.0 ... 17.2
Климат. норма = 190.7			* Проба – копка 3 кустов; средние данные без учёта сортов			

включая опыт с пищевыми приманками (таблица 3). В приманках личинки из 4 предлагавшихся им сортов избирали клубни только сортов Удача и Невский, которые в полевых опытах разных лет, на разных типах почвы и при различном гидротермическом режиме характеризовались в основном как сильно повреждаемые. Такие различия проявились и в 2019 г., несмотря на пониженный общий уровень повреждённости клубней на полях ТОСЗР и ВИЗР. Так, на поле ТОСЗР при средней доле

повреждённых клубней на момент уборки урожая на коллекционном участке в 5.0% значения этого показателя для 24 сортов колебались в пределах от 0 до 17.2% (табл. 1); на поле ВИЗР при средней доле повреждённых клубней в 7.3% - соответственно для 54 сортов от 0 до 23.3%. В обоих вариантах оценки выделены 3 группы сортов – со слабой, средней и сильной степенью повреждённости и соответствующими градациями устойчивости (табл. 4).

Таблица 3. Различия в предпочтении проволочниками клубней сортов картофеля, использованных в приманках на полях Тосненского филиала ВИЗР в 2019 г.
Table 3. The differences in preference by the wireworms of the tubers of potato varieties which was used in the baits on the Tosno fields of VIZR in 2019

Сорт картофеля	Всего клубней в 5 пробах	% повреждённых клубней				Среднее ± ошибка
		Учёт 15.05.2019 г.		Учёт 20.06.2019 г.		
		Поле № 1*	Поле № 15**	Поле № 1	Поле № 15	
Гусар	15	0	0	0	0	0.0 а
Ломоносовский	15	0	0	0	0	0.0 а
Удача	15	13.3	13.3	6.7	6.7	10.0 ± 1.65 б
Невский	15	0	6.7	6.7	13.3	6.7 ± 2.35 б

а, б – разными буквенными символами отмечены статистически достоверные различия в столбце (между сортами) при $p < 0.01$;

* – посев озимой ржи, смежный с посадкой картофеля в 2019 г., предшественник – капуста;

** – экологический стационар с луговой растительностью.

Таблица 4. Устойчивость сортов картофеля к личинкам щелкунов по данным оценки на двух опытных полях ВИЗР в 2019 г.
Table 4. The resistance of the potato varieties to the click beetles larvae according the evaluance data on the two experimental fields of VIZR in 2019

Градации устойчивости сортов по критерию доли повреждённых клубней	Пределы значений доли повреждённых клубней, %	Сорта картофеля * :
А. Опытное поле ВИЗР		
Слабая повреждённость – устойчивые сорта:	0.0 ... 3.1	Наяда, Алый Парус, Лига , Ред Фэнтази, Сиреневый Туман, Гусар, Гала, Мираж, Манифест, Рубин, Дельфине, Нандина, Эльдорадо, Дамарис, Феррари, Балтик Роуз, Кристель, Розара
Средняя повреждённость:	3.2 ... 11.4	Ред Скарлетт, Ломоносовский , Елизавета, Ладожский, Эволюшен, Лабадиа
Сильная повреждённость – неустойчивые сорта:	11.5 ... 23.3	Невский, Удача, Майский Цветок, Королева Анна , Аврора, Гармония, Чародей, Рябинушка, Бриз, Мадейра, Пароли
Среднее ± ошибка ($X \pm s$): 7.3 ± 0.83		
Область средних значений ($X \pm 2/3 \sigma$) и её пределы при оценке 54 сортов: 7.3 ± 4.1		
Б. Опытное поле Тосненского филиала ВИЗР		
Слабая повреждённость – устойчивые сорта:	0.0 ... 2.2	Наяда, Алый Парус, Лига , Елизавета, Лабадиа, Эстрелла, Инара, Аксения
Средняя повреждённость:	2.3 ... 7.7	Ред Скарлетт, Ломоносовский , Чародей, Гала
Сильная повреждённость – неустойчивые сорта:	7.8 ... 17.2	Невский, Удача, Майский Цветок, Королева Анна , Восторг, Эволюшен
Среднее ± ошибка ($X \pm s$): 5.0 ± 0.82		
Область средних значений ($X \pm 2/3 \sigma$) и её пределы при оценке 24 сортов: 5.0 ± 2.7		

* Выделены названия сортов с совпадением результатов оценки на обоих полях.

Обсуждение

Отмеченные в период вегетации картофеля 2019 г. в Ленинградской области факты высокой степени повреждённости клубней картофеля личинками щелкунов (преимущественно посевного полосатого) в течение июля, и весьма незначительная доля повреждённых ими клубней как в мае-июне, так и в августе-сентябре (табл.1) могут свидетельствовать о следующем. Учитывая, что дефицит осадков и низкая влажность верхнего горизонта почвы в

мае-июне имели место при температурах выше климатических норм, представляется вероятным, что миграционная и пищевая активность перезимовавших личинок III-IV возрастов в таких условиях резко возросли не столько по мере весеннего прогрева почвы на глубине их залегания, сколько по мере обострения их потребности в пище и восстановлении водного баланса организма. На это указывают: 1) многократное возрастание доли повреждённых

клубней картофеля в пищевых приманках при учётах с 4 по 24 июля по сравнению с двумя первыми учётами (15 мая и 20 июня) на обоих полях размещения приманок; 2) значительная доля повреждённых маточных клубней, сохранившихся к моменту проведения первых пробных копков формирующихся клубней нового урожая (табл. 1).

Отсутствие живых личинок в пахотном слое почвы во время проведения любых её раскопок (смена приманок, пробные копки клубней, ручная уборка урожая) указывает на кратковременность контактов личинок с источниками пищи и доступной воды, после чего следовала незамедлительная обратная миграция личинок в более глубокие и влажные почвенные горизонты во избежание гибели от высыхания тканей тела. Вполне вероятно, что в течение июля такие вертикальные миграции личинок в обе стороны были многократными, однако они имели место в редкие дождливые дни и в ночные часы, т.е. не в фактическое время проведения копков. Наблюдавшееся с начала августа 2019 г. резкое снижение степени повреждённости проволочниками формирующихся клубней нового урожая по сравнению с клубнями в приманках и маточными клубнями (табл. 1) могло быть обусловлено прекращением питания личинок IV возраста в связи с подготовкой к окукливанию в типичные для них сроки в сочетании со спецификой влияния на личинок более младших возрастов продолжающихся засушливых условий, что согласуется с данными других авторов, полученными в разных регионах (Черепанов, 1957; Крыжановский, 1974; Vernon, van Herk, 2013).

Выявленные на примере *A. lineatus* несоответствия между высокой степенью повреждённости клубней картофеля проволочниками и различной частотой встречаемости личинок в пахотном слое почвы в те или иные годы и сроки наблюдений (табл. 1, 2) требуют уточнения отдельных методических рекомендаций. Так, проводимое весной в местах планируемых посадок картофеля определение численности проволочников методом «пробных площадок», который предусматривает разовый отбор и просеивание почвенных проб (Волгарёв, 2005; Kwon et al, 1999), может дать необъективные результаты в условиях сухой весны, особенно после малоснежной зимы. Вероятное в таких случаях отсутствие живых личинок в пробах верхнего слоя почвы не будет означать, что их здесь нет, поскольку они могут находиться в более глубоких и влажных почвенных горизонтах. В таких случаях, независимо от результата анализа проб, перед посадкой картофеля целесообразно выполнение всего комплекса профилактических и защитных мероприятий, включая предпосадочную обработку семенных клубней и борозд рекомендованными препаратами (Сухорученко и др., 2016).

Заключение

В условиях дефицита влаги личинки шелкоунов могут быть не обнаружены в пахотном слое почвы при проведении учётов их численности стандартными методами копки клубней или отбора почвенных проб вследствие миграции в более увлажнённые нижние горизонты почвы. Учитывая эту особенность жизнедеятельности вредителя в условиях сухой весны, независимо от результата анализа проб почвы, перед посадкой картофеля целесообразно проводить весь комплекс мероприятий, предусмотренных системой интегрированной защиты картофеля.

С другой стороны, ранее полученные (Фасулати, Иванова, 2019) и новые результаты изучения экологии и сезонной динамики активности личинок шелкоунов позволяют заключить, что для их обитания не являются оптимальными условиями как низкая влажность почвы в засушливые сезоны (пример – 2019 год), так и её длительное избыточное увлажнение (пример – 2017 год). В связи с этим личинок вредоносных для картофеля видов шелкоунов – в частности, шелкоуна посевного полосатого *A. lineatus* – более объективно следует относить не к гигрофильным, а к мезофильным насекомым.

В то же время результаты многолетнего изучения пищевой специализации проволочников при различных сочетаниях абиотических условий, дополненные данными 2019 г., не только подтверждают роль качества корма, включая сортовые особенности картофеля, в детерминации пищевого поведения проволочников (Иванова, Фасулати, 2016; Фасулати, Иванова, 2019; Kwon et al, 1999), но и указывают на преобладающее значение этих факторов. Проявление личинками *A. lineatus* в весенний период избирательности в отношении клубней разных сортов в пищевых приманках (табл. 3) свидетельствует, что вредоносность проволочников на посадках картофеля различных сортов может различаться в течение всего периода их вегетации, начиная с высадки семенных клубней, а не только в период формирования урожая. Результаты полевых опытов 2019 г. (табл. 4) показывают возможность проведения полевого скрининга слабо повреждаемых проволочниками сортов на фоне не только высокого, как в период 2015–2018 гг. но и низкого уровня естественного фона заселения полей вредителями.

Нами были изучены более 50 сортов картофеля преимущественно из числа возделываемых и перспективных для выращивания на Северо-Западе России. Из изученных нами сортов такие сорта картофеля, как Наяда, Алый Парус и Лига могут быть отнесены к устойчивым образцам, а сорта Невский, Аврора, Удача и Майский Цветок – к неустойчивым, как многократно подтвердившие соответственно ту или иную характеристику при различных условиях полевой оценки. Из числа сортов, которые в 2019 г. изучались впервые, представляются наиболее перспективными Рэд Фэнтази (отмечено полное отсутствие повреждений его клубней личинками шелкоунов и гусеницами подгрызающих совок), Балтик Роуз, Гала, Гусар, Дамарис, Кристель, Манифест, Рубин, Нандина, Феррари, Эльдorado. С другой стороны, клубни сортов Королева Анна, Бриз, Гармония, Пароли и некоторых других представляются одними из наиболее аттрактивных для личинок шелкоунов.

В связи с тем, что по нашим наблюдениям 2017–2019 годов для личинок шелкоунов, повреждающих клубни картофеля (в Северо-Западном регионе это преимущественно *A. lineatus*), неблагоприятны условия как дефицита влаги, так и длительного избыточного увлажнения почвы в дождливые годы, их более объективно следует относить не к гигрофильным, а к мезофильным насекомым.

Данные многолетних исследований свидетельствуют о значении качества корма, включая сортовые особенности картофеля, как об основном факторе детерминации

пищевого поведения личинок щелкунов при различных абиотических условиях. Различия в выборе ими клубней разных сортов в пищевых приманках в весенний период показывают, что вредоносность проволочников может различаться на посадках картофеля разных сортов в течение всего периода их вегетации с момента высадки семенных клубней. Полевой скрининг слабо повреждаемых

проволочниками сортов возможен как при высоком, так и при низком уровне естественного фона заселения полей вредителями. По данным многократной полевой оценки сорта картофеля Наяда, Алый парус и Лига могут быть отнесены к устойчивым образцам, а сорта Невский, Аврора, Удача и Майский цветок – к неустойчивым.

Библиографический список (References)

- Бобинская СГ, Григорьева ТГ, Персин СА (1965) Проволочники и меры борьбы с ними. Л.: Колос. 223 с.
- Волгарёв СА (2005) Эколого-токсикологическое обоснование использования новых инсектицидов против проволочников в агроценозе картофеля в Северо-Западном регионе Российской Федерации. *Автореф. дисс. ... к.б.н.* СПб. 19 с.
- Иванова ОВ, Фасулати СР (2016) Многоядные вредители паслёновых культур и устойчивость сортов картофеля к проволочникам. *Защита картофеля* 1:29–34
- Крыжановский ОЛ (ред.) (1974) Насекомые и клещи – вредители сельскохозяйственных культур. Том II Жёсткокрылые. Л.: Наука. 336 с.
- Сухорученко ГИ, Иванова ГП, Волгарёв СА, Вилкова НА и др. (2016) Система интегрированной защиты репродукционного семенного картофеля от комплекса вредных организмов в Северо-Западном регионе Российской Федерации. СПб.: ВИЗР, ИЦЗР. 64 с.
- Фасулати СР, Иванова ОВ (2018) Роль абиотических факторов в ограничении распространения колорадского жука на Северо-Западе России. *Вестник защиты растений* 4(98):27–30. [http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-4\(98\)-27-30](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-4(98)-27-30)
- Фасулати СР, Иванова ОВ (2019) Сравнительная повреждаемость сортов картофеля личинками жуков-щелкунов в различных агроэкологических условиях. *Вестник защиты растений* 2(100):33–40. [http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-2\(100\)-33-40](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-2(100)-33-40)
- Фасулати СР, Иванова ОВ, Жуковская МИ (2019) Атрактивность клубней различных сортов картофеля для личинок щелкуна полосатого *Agriotes lineatus* L. (Coleoptera, Elateridae). *Журнал эволюционной биохимии и физиологии* 55(3):223–225. <http://doi.org/10.1134/S0044452919030057>
- Черепанов АИ (1957) Жуки-щелкуны Западной Сибири. Новосибирск: АН СССР, Западно-Сибирский филиал. 382 с.
- Черепанов АИ (1965) Проволочники Западной Сибири. М.: Наука, 1965. 190 с.
- Шапиро ИД (отв.ред.) (1980) Методические рекомендации по оценке устойчивости картофеля и кукурузы к главным вредителям. Л.: ВИЗР. 120 с.
- Becker EC (1991) Elateridae (Elateridae). In: Stehr FW (ed) *Immature Insects*. Kendal/Hunt: Dubuque IA. 409–410
- Jansson RK, Seal DR (1994) Biology and management of wireworm on potato. In GW Zehnder, ML Powelson, RK Jansson, KV Raman (eds) *Advances in Potato Pest Biology and Management*. St. Paul: Amer Phytopathol Soc Press, MN: 31–53
- Klausnitzer B (1994) Familie Elateridae. In B Klausnitzer (ed) *Die Larven der Kafer Mitteleuropas: Myxophaga/Polyphaga, Vol.2*. Gustav Fisher Verlag, Jena, Germany:118–189
- Kwon M, Hahm YI, Shin KY, Ahn YJ. (1999) Evaluation of various potato cultivars for Resistance to wireworms (Coleoptera: Elateridae). *Amer J Potato Res* 76(5):317–319
- Noronha C (2011) Crop rotation as a management tool for wireworm in potatoes. *IOBC/WPRS Bull* 66:467–471
- Olsson K, Jonasson T (1995) Genotypic differences in susceptibility to wireworm attack in potato: mechanisms and implications for plant breeding. *Plant Breeding* 114:66–69
- Parker WE, Howard JJ (2001) The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to the UK. *Agric Forest Entomol* (3):85–98
- Radcliffe EB, Flanders KL, Ragsdale DW, Noetzel DM (1991) Pest management systems for potato insects. In CRC Handbook of Pest Management in Agriculture, III. Boka Ration, FL: CRC Press:587–621
- Staudacher K, Pitterl P, Furlan L, Cate PC, Traugott M (2011) PCR-based species identification of *Agriotes* larvae. *Bull Entomol Res* 101:201–210
- Suszkiv J (2011) New potatoes with stand destructive wireworms. *Agric Res* 59:22
- Toth M, Furlan L, Yatsynin VG Ujvary I, Szarukan I, Imrei Z, Tolasch T, Francke W, Jossi W (2003) Identification of pheromones and optimization of bait composition for click beetle pests (Coleoptera, Elateridae) in Central and Western Europe. *Pest Manag Sci* 59:417–425
- Vernon RS, Kabaluk T, Behringer A (2003) Aggregation of *Agriotes obscurus* (Coleoptera, Elateridae) at cereal bait stations in the field. *Can Entomol* 135:379–389
- Vernon RS, van Herk WG (2013) Wireworms as pests of potato. In Giordanengo Ph, Vincent Ch, Alyokhin A (eds) *Insect pests of potato: global perspectives on biology and management* V. Amsterdam...- Tokyo: Academic Press, Elsevier. 103–164

Translation of Russian References

- Bobinskaya SG, Grigorjeva TG, Persin SA (1965) The wireworms and the fight measures against them. Leningrad: Kolos. 223 p. (In Russian)
- Volgarev SA (2005) *Ekologo-toksikologicheskoe obosnovanie ispolzovaniya novykh insektitsidov protiv provolochnikov v agrotsenoze kartofelya v Severo-Zapadnom regione Rossiyskoi Federatsii* [The ecotoxicological basis of using the new insecticides against the wireworms in potato agroecosystem in the Northwestern Region of the Russian Federation]. *Abstr. Cand. Biol. Thesis*. St. Petersburg: 19 p. (In Russian)
- Ivanova OV, Fasulati SR (2016) [The polyphagous pests of solanaceous crops and the resistance of potato varieties to wireworms]. *Zashchita kartofelya* 1:29–34. (In Russian)

- Kryzhanovskiy OL (ed.) (1974) The insects and mites as the pests of agricultural crops. Vol II Coleoptera. Leningrad: Nauka. 336 p. (In Russian)
- Sukhoruchenko GI, Ivanova GP, Volgarev SA, Vilkova NA, Fasulati SR, Ivanova OV et al. (2016) The system of the integrated protection of the reproductive seed potato plantations from a complex of pest organisms. St. Petersburg: VIZR, ICZR. 64 p. (In Russian)
- Fasulati SR, Ivanova OV (2018) [Role of environmental abiotic factors in limiting the Colorado potato beetle distribution in Northwestern Russia]. *Vestnik zashchity rasteniy* 4:27–30. (In Russian)
- Fasulati SR, Ivanova OV (2019) [The comparative damage of potato varieties by the click beetles larvae in different agroecological conditions]. *Vestnik zashchity rasteniy* 2:33–40. (In Russian)
- Fasulati SR, Ivanova OV, Zhukovskaya MI (2019) [The attractiveness of different potato varieties tubers for the larvae of the click beetle *Agriotes lineatus* L. (Coleoptera, Elateridae)]. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology* 55(3):223–225. (In Russian)
- Cherepanov AI (1957) The click beetles of the Western Siberia. Novosibirsk: AN SSSR, Zapadno-Sibirskiy filial. 382 p. (In Russian)
- Cherepanov AI (1965) The wireworms of the Western Siberia. Moscow: Nauka. 190 p. (In Russian)
- Shapiro ID (ed.) (1980) The methodical recommendations for the evaluation of the potato and maize resistance to the major pests. Leningrad: VIZR. 138 p. (In Russian)

Plant Protection News, 2020, 103(4), p. 255–261

OECD+WoS: 1.06+IY (Entomology)

<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-4-13957>

Full-text article

THE SEASONAL DYNAMICS OF WIREWORM ACTIVITY AND DAMAGE OF THE DIFFERENT POTATO VARIETIES IN THE NORTHWEST OF RUSSIA UNDER CONDITION OF WATER DEFICIENCY

S.R. Fasulati*, O.V. Ivanova

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

*corresponding author, e-mail: fasulatiser.spb@mail.ru

The dominant pests of potato tubers in the Northwestern Region of Russia among the wireworms are the larvae of the click beetle *Agriotes lineatus* (Coleoptera, Elateridae). Under arid conditions of 2019, the high level of potato tubers damage by wireworms has been recorded in July only. Over dry seasons a short-time contacts of wireworm larvae with food and water sources in the dry soil and their migrations to the deeper and more humid levels are most possible. Under such conditions, the larvae could not be observed during the attractive baits changing or the dig-upping of potato samples, despite the damaged tubers presence. Thus, in case of dry spring the evaluation of the wireworm population density before the potato planting using the standard method of “sample plots” could give the biased results. In this case, it is necessary to undertake the entire complex of preventive measures independently from the results of pest number evaluations over the spring season. It has been shown that the larvae of *A. lineatus* developed the food preferences for the tubers of different potato varieties during entire vegetative period starting from the potato planting. As a result of the numerous field evaluations over 2015–2019 the resistant varieties Alyi Parus, Liga, Nayada, Sirenevyy Tuman has been distinguished. Preliminary data of the 2019 have shown that the varieties Red Fantasy, Gala, Gusar, Manifest, Rubin and others are also resistant to wireworms.

Keywords: potato, variety, click beetles, larvae, wireworms, damage, soil, humidity

Received: 10.03.2020

Accepted: 31.10.2020