

УДК.632.951:633.1:632.76

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕОНИКОТИНОИДНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ ПРОТИВ ЛИЧИНОК ЖУКОВ-ЩЕЛКУНОВ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР

О.М. Зеленская, В.Н. Орлов

Краснодарский научно-исследовательский институт им. П.П. Лукьяненко, Краснодар

Проволочники (личинки жуков сем. Elateridae) являются серьёзными вредителями сельскохозяйственных культур. Их широкое распространение, скрытый образ жизни, как жуков, так и личинок ежегодно сказываются на урожайности зерновых культур. Эффективность мероприятий по защите всходов от повреждения проволочниками, в первую очередь, зависит от целенаправленных организационно-хозяйственных мероприятий, а также своевременного применения агротехнических, химических и биологических приёмов. Изучалась эффективность инсектицидных протравителей из класса неоникотиноидов и пиретроидов против личинок жуков-щелкунов. В результате изучения препаратов на основе клотианидина, тиаметоксама и имидаклоприда установлена их биологическая эффективность по снижению численности и поврежденности растений проволочниками. В некоторых схемах использовали пиретроидные протравители на основе бифентрина и тefлутрина.

**Ключевые слова:** *Agriotes*, проволочники, пшеница, ячмень, тиаметоксам, имидаклоприд, клотианидин, бифентрин.

Западное Предкавказье – один из ведущих аграрных регионов, где выращивается широкий спектр сельскохозяйственных культур. Значительная часть урожая колосовых культур теряется из-за ежегодного влияния вредителей, болезней и сорняков.

В период интенсивного возделывания зерновых культур роль химических мероприятий не теряет своей актуальности, а разработка экологически рациональных технологий защиты растений от вредителей и возбудителей болезней и снижения пестицидной нагрузки в аграрном секторе региона по-прежнему остается приоритетным направлением исследований. Это определяет необходимость совершенствования системы защиты зерновых колосовых культур, в том числе и от почвообитающих вредителей.

К областям с повышенной активностью почвообитающих вредных объектов относятся южные регионы РФ [Захаренко, 2000; Долженко, 2005; Орлов, 2006]. Важное хозяйственное значение жуков-щелкунов предполагает изучение их вредоносности, распространения и мероприятий, позволяющих контролировать их жизнедеятельность в условиях агроценозов. Обычно в одной стадии обитают личинки нескольких видов, где один или два вида являются доминирующими [Долин, 1978; Зеленская, 2012]. Значительное влияние на численность проволочника оказывают предшествующие культуры [Willis, 2010; Esser, 2015]. Повреждение высеванных семян колосовых культур часто проходит незаметно, т.к. равномерные выпадения всхо-

дов и молодых растений зависят от большого числа факторов и диагностируются обычно только при высокой численности и распространении вредителей очагами. В свою очередь, адаптация химических мер борьбы к современным условиям возделывания зерновых колосовых культур привела к преимущественному переходу на ресурсосберегающие и биологизированные системы защиты [Горбачев 2003; Долженко, 2010, 2014]. Наиболее востребованным приемом во всех системах остаётся протравливание семян. Совершенствование элементов технологии защиты семян является одним из факторов эффективного контроля численности проволочников [Долженко, 2014; Raveton, 2007]. Из широкого спектра препаратов для обработки семян в последние годы наиболее востребованы неоникотиноиды и инсектицидные композиции на их основе [Huiting, 2009; Ulrich, 2012]. Есть сведения, что неоникотиноиды могут быть токсичны для пчёл, поэтому протравливание семян значительно снижает экологические риски [Stanley, 2016; Domenica, 2017; Silvina, 2017]. Среди неоникотиноидов, в производстве приобрели популярность препараты на основе тиаметоксама и имидаклоприда [Maienfisch, 2001; Huiting, 2009; Ulrich, 2012]. Неоникотиноиды нового поколения в настоящий момент наиболее активно способствуют расширению ассортимента инсектицидных протравителей. В этой работе показана эффективность инсектицидов против проволочников на зерновых колосовых культурах.

### Материалы и методы исследований

Опыты проводились в 2014–2016 гг. на выщелоченных чернозёмах в центральной зоне Краснодарского края. Объектами исследований являлись личинки почвообитающих видов жуков-щелкунов (род *Agriotes*, сем. *Elateridae*). Делянки в опыте были площадью 50–100 м<sup>2</sup> повторность в 4-кратная. Использовали следующие сорта: Гром – озимая пшеница, Кондрат – озимый ячмень, Ласточка – яровая пшеница. Для протравливания семян использовали сертифицированные коммерческие препараты.

Учеты численности вредителя проводили в соответствии с утверждёнными методиками [Методические указания..., 2009].

### Результаты исследований

Скрытность обитания личинок жуков-щелкунов, разнообразие вредящих видов и условий возделывания колосовых культур предполагает применение в хозяйствах сегодня как профилактических, так и активных мероприятий по защите сельскохозяйственных культур. Предпо-

биологическую эффективность препарата определяли по снижению численности вредителя и поврежденности растений относительно аналогичных показателей в контроле. Статистическая обработка результатов исследований проведена по Б.А. Доспехову [1985].

На опытных делянках озимых и яровых колосовых выявлен видовой состав личинок жуков-щелкунов: крымский (*Agriotes tauricus* Heyd.) – 82%; посевной щелкун (*Agriotes sputator* L.) – 10%, на остальные виды (*Melanotus fusciceps* Gyll., и виды рода *Agriotes*) приходилось 8%.

севная обработка инсектицидными протравителями семян яровых и озимых колосовых культур может значительно снижать поврежденность растений в фазу всходов и одновременно обеспечивает меньшее применение пестицидов в агробиоценозе.

В ходе проведенных почвенных раскопок на опытных участках установлено преобладание личинок 2-го и 3-го годов жизни. Необходимо отметить, что личинки (8–12 возрастов), за счёт большей массы тела, менее подвержены действию инсектицидных композиций, нанесённых на семена. Некоторые виды щелкунов контактируют с протравителем минимально – они, прогрызая отверстие в семени, выгрызают только эндосперм, при этом, почти не потребляя обработанную оболочку.

Средняя численность личинок на озимой пшенице составляла 8.5 экз./м<sup>2</sup>, на озимом ячмене – 9.8 экземпляров, а на яровой пшенице – 9.7 экземпляров. В целом за весь период исследований посевы колосовых культур, обработанные инсектицидными протравителями, повреждались в 3.2–6.8 раз меньше, чем посевы в контрольных вариантах.

Протравливание семян инсектицидным препаратом с содержанием бифентрина в нормах расхода д.в. 0.125 и 0.2 л/т семян снизило численность личинок в фазу всходов на 77 и 88%, а повреждённость растений на 69 и 83%. При предпосевной обработке семян тиаметоксамом в нормах расхода д.в. 0.18, 0.22 и 0.25 л/т семян биологическая эффективность против вредителей составила 75, 78 и 81%, а эффективность, оценённая по повреждённости растений, 72; 77 и 84% (табл. 1).

Повышение норм расхода как бифентрина, так и тиаметоксама привело к тенденции роста биологической эффективности. Так, при повышении нормы расхода бифентрина в 1.6, а тиаметоксама в 1.4 раза показатели эффективности возросли на 15–20%.

Смесь имидаклоприда с клотианидином применялась для решения задачи преодоления резистентности при длительном применении препаратов на основе одного д.в. Клотанидин дополнительно способствует более высокой биологической эффективности в начальный период применения за счёт более высокой токсичности для целевых

объектов. Учитывая, что стоимость клотианидина сейчас выше, чем других неоникотиноидов, его обычно добавляют в меньшем количестве. В таблице 2 представлена эффективность смеси имидаклоприда с клотианидином в соотношении 4:1. При увеличении нормы расхода в 1.3 раза эффективность смеси увеличилась в 1.2 раза.

Учитывая, что клотианидин достаточно близок к тиаметоксаму (является одним из продуктов распада препарата), его включение в антирезистентные схемы требует мониторинга эффективности. В перспективе это можно решить увеличением норм расхода препарата или его заменой инсектицидом с действующим веществом иного механизма действия.

Имидаклоприд в качестве протравителя эффективен против почвообитающих вредителей на колосовых культурах.

В условиях данного опыта на яровой пшенице биологическая эффективность протравителя с содержанием имидаклоприда против личинок жуков-щелкунов возрастала незначительно при увеличении нормы расхода в 3 раза (с 0.25 до 0.75) и находилась в пределах 82 и 81% по показателям снижения численности личинок и повреждённых растений относительно контроля (таблица 3).

Тиаметоксам широко используется в схемах защиты большинства сельскохозяйственных культур от почвообитающих вредителей. Регламенты применения на колосовых культурах достаточно хорошо отработаны для защиты от личинок двукрылых и хлебной жужелицы. Сведений о его эффективности против проволочников на колосовых культурах недостаточно. Поэтому нами были испытаны рекомендуемые против спектра почвообитающих вредителей нормы расхода тиаметоксама. Препарат в испытываемых нормах расхода показал биологическую эффективность 69–80% и 59–80% по показателям снижения численности личинок и поврежденности растений относительно контроля (таблица 4). Такая эффективность позволяет сдер-

Таблица 1. Биологическая эффективность инсектицидов на озимой пшенице против проволочников рода *Agriotes* в Краснодарском крае 2014–2016 гг.

| Вариант опыта     | Норма расхода д.в., (л/т) | Среднее число личинок на м <sup>2</sup> через 14 суток после появления всходов | Среднее число поврежденных растений на погонный метр через 14 суток после появления всходов | Снижение относительно контроля, % |                         |
|-------------------|---------------------------|--|---|-----------------------------------|-------------------------|
|                   |                           |  |   | численности личинок               | поврежденности растений |
| Бифентрин         | 0.125                     | 1.88   | 0.84  | 76.7                              | 68.9                    |
| Бифентрин         | 0.2                       | 0.94   | 0.45  | 88.4                              | 83.3                    |
| Тиаметоксам       | 0.18                      | 2.0  | 0.8   | 75.0                              | 71.6                    |
| Тиаметоксам       | 0.22                      | 1.8  | 0.6   | 78.1                              | 77.1                    |
| Тиаметоксам       | 0.25                      | 1.5  | 0.5   | 81.3                              | 83.5                    |
| Имидаклоприд      | 0.25                      | 1.5  | 0.4   | 81.3                              | 85.3                    |
| Контроль          |                           | 8.0  | 2.7   | -                                 | -                       |
| НСР <sub>05</sub> |                           | 1.39   | 0.49  |                                   |                         |

Таблица 2. Производственные испытания биологической эффективности смеси инсектицидов имидаклоприда (400 г/л) с клотианидином (100 г/л) на озимой пшенице в борьбе с проволочниками рода *Agriotes* в Краснодарском крае (2015 г.)

| Вариант опыта              | Норма расхода д.в., (л/т) | Среднее число личинок на м <sup>2</sup> | Среднее число поврежденных растений на погонный метр | Снижение относительно контроля, % |                         |
|----------------------------|---------------------------|---|--|-----------------------------------|-------------------------|
|                            |                           |   |  | численности личинок               | поврежденности растений |
| Имидаклоприд + клотианидин | 0.3 +0.075                | 3.25                                    | 1.83   | 63.9                              | 48.2                    |
| Имидаклоприд + клотианидин | 0.4+0.1                   | 2.0                                     | 1.15   | 77.8                              | 67.4                    |
| Тиаметоксам                | 0.35                      | 3.0                                     | 2.35   | 66.7                              | 33.3                    |
| Контроль                   | -                         | 9.0                                     | 3.53   | -                                 | -                       |
| НСР                        |                           | 1.14                                    | 0.39   |                                   |                         |

живать численность и вредоносность проволочников при низкой и средней численности на озимом ячмене.

Таким образом, препараты на основе неоникотиноидов эффективны против почвообитающих вредителей и перспективны в схемах защиты сельскохозяйственных культур. Эффективность имидаклоприда, тиаметоксама,

клатианидина и бифентрина достаточна для контроля численности проволочников в изученных нормах расхода на колосовых культурах (70–80%). Представленные регламенты применения смеси имидаклоприда с клатианидином позволяют снижать численность проволочников до 79%.

Таблица 3. Биологическая эффективность инсектицида на основе имидаклоприда на яровой пшенице в борьбе с проволочниками рода *Agriotes* в Краснодарском крае (2015 г.)

| Вариант опыта     | Норма расхода д.в., (л/т) | Среднее число личинок на м <sup>2</sup> через 14 суток после появления всходов | Среднее число поврежденных растений на погонный метр через 14 суток после появления всходов | Снижение относительно контроля, % |                         |
|-------------------|---------------------------|--|---|-----------------------------------|-------------------------|
|                   |                           |  |   | численности личинок               | поврежденности растений |
| Имидаклоприд      | 0.25                      | 2.00   | 1.48  | 79.5                              | 77.4                    |
| Имидаклоприд      | 0.5                       | 2.25   | 1.75  | 76.9                              | 73.3                    |
| Имидаклоприд      | 0.75                      | 1.75   | 1.25  | 82.1                              | 80.9                    |
| Контроль          | –                         | 9.75   | 6.55  | –                                 | –                       |
| НСР <sub>05</sub> | 0.25                      | 1.69   | 2.04  |                                   |                         |

Таблица 4. Биологическая эффективность инсектицидов на озимом ячмене в борьбе с проволочниками рода *Agriotes* в Краснодарском крае (2016 г.)

| Вариант опыта         | Норма расхода д.в., (л/т) | Среднее число личинок на м <sup>2</sup> через 14 суток после появления всходов | Среднее число поврежденных растений на погонный метр через 14 суток после появления всходов | Снижение относительно контроля, % |                         |
|-----------------------|---------------------------|--|---|-----------------------------------|-------------------------|
|                       |                           |  |   | численности личинок               | поврежденности растений |
| Тиаметоксам           | 0.18                      | 3.0  | 0.6   | 69.2                              | 59.3                    |
| Тиаметоксам           | 0.22                      | 2.5  | 0.3   | 74.4                              | 75.9                    |
| Тиаметоксам           | 0.25                      | 2.0  | 0.3   | 79.5                              | 79.6                    |
| Имидаклоприд (эталон) | 0.25                      | 2.3  | 0.3   | 76.9                              | 77.8                    |
| Контроль              | –                         | 9.8  | 1.4   | –                                 | –                       |
| НСР <sub>05</sub>     |                           | 2.12   | 0.36  |                                   |                         |

#### Библиографический список

- Горбачев И.В. Защита растений от вредителей / И.В. Горбачев, В.В. Гриценко, Ю.А. Захваткин и др.; [Под ред. проф. Исаичева В.В.]. М.: Колос, 2003. 472 с.
- Долженко В.И. Защита растений: проблемы и перспективы их решения в зерновом производстве / В.И. Долженко, А.И. Силаев // Агро XXI. 2010. N 7–9. С. 3.
- Долженко В.И. Протравливание семян зерновых культур / В.И. Долженко, Г.И. Сухорученко, Л.Д. Гришечкина, Л.А. Буркова, С.Д. Здражевская, С.Б. Бельх, А.С. Комарова // Защита и карантин растений. 2014. N 2. С. 54–92.
- Долженко В.И. Химический метод защиты растений: состояние и перспективы повышения экологической безопасности / В.И. Долженко, К.В. Новожилов // Защита и карантин растений. 2005. N 3. С. 80–84.
- Долин В.Г. Определитель личинок жуков-щелкунов фауны СССР. Киев, Урожай, 1978. 124 с.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта, М.: 1985. 351 с.
- Захаренко В.А. Защита растений в третьем тысячелетии / В.А. Захаренко // Агрохимия. 2000. N 4. С. 75–93.
- Зеленская О.М. Экологический контроль размножения щелкунов (Coleoptera, Elateridae) / О.М. Зеленская // LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH and Co. KG. 2012. 145 с. 4.
- Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве / Под ред. В.И. Долженко. СПб., 2009. 321 с.
- Орлов В.Н. Вредители зерновых колосовых культур / В.Н. Орлов. М.: Печатный двор, 2006. 102 с.
- Domenica A. Neonicotinoids and bees: The case of the European regulatory risk assessment /Domenica A., Maria A., Stefania B., Alessio I., Alberto L., Tunde M., Rachel S., Csaba S., Benedicte V., Alessia V.// Sci Total Environ. 2017. Feb 1; 579: 966–971. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.10.158. Epub 2016 Nov 23.
- Esser A.D. Effects of Neonicotinoids and Crop Rotation for Managing Wireworms in Wheat Crops /Esser A.D., Milosavljević I., Crowder D.W.// J. Econ. Entomol. 2015 Aug;108(4):1786–94. doi: 10.1093/jee/tov160. Epub 2015 Jun 22.
- Huiling H.F. Neonicotinoids as seed potato treatments to control wireworms / Huiling H.F., Ester A. // Commun. Agric. Appl. Bio. I Sci.- 2009.-74 (1): P. 207–216.
- Maienfisch P. Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid / Maienfisch P., Angst M., Brandl F., Fischer W., Hofer D., Kayser H., Kobel W., Rindlisbacher A., Senn R., Steinemann A., Widmer H. //Pest Manag Sci. 2001. Oct; 57(10): P. 906–913.
- Raveton M. Soil distribution of fipronil and its metabolites originating from a seed-coated formulation /Raveton M., Aajoud A., Willison J, Cherifi M, Tissut M, Ravanel P. //Chemosphere. 2007. Oct; 69(7):1124–1129. Epub 2007 May 16.
- Silvina N. Neonicotinoids transference from the field to the hive by honey bees: Towards a pesticide residues biomonitor /Silvina N., Florencia J., Nicolás P., Cecilia P., Lucia P., Abbate S., Leonidas C.L., Sebastián D., Yamandú M., Verónica C., Horacio H.// Sci. Total. Environ. 2017 Mar 1; 581–582:25-31. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.011. Epub 2017 Jan 7.
- Stanley D.A. Investigating the impacts of field-realistic exposure to a neonicotinoid pesticide on bumblebee foraging, homing ability and colony growth /Stanley D.A., Russell A.L., Morrison S.J., Rogers C., Raine N.E. // J Appl Ecol. 2016. Oct; 53 (5). P.1440–1449. Epub 2016 May 30.
- Ulrich E.M. Chiral pesticides: identification, description, and environmental implications/ Ulrich E.M., Morrison C.N., Goldsmith M.R., Foreman W.T. // Rev. Environ. Contam. Toxicol. 2012. 217. P. 1–74.
- Willis R.B. Influence of preceding crop on wireworm (Coleoptera: Elateridae) abundance in the coastal plain of North Carolina/ Willis R.B., Abney M.R., Holmes G.J., Schultheis J.R., Kennedy G.G. // J. Econ. Entomol. 2010. Dec; 103 (6):2087–2093.

#### Translation of Russian References

- Dolzhenko V.I., Silaev A.I. Plant protection: problems and prospects for their solution in grain production. Agro XXI. 2010. N 7–9. P. 3. (In Russian).
- Dolzhenko V.I., Suhoruchenko G.I., Grishechkin L.D., Burkova L.A., Zdravzhskaya S.D., Belykh S.B., Komarova A.S. Etching of seeds of grain crops // Zashchita i karantin rastenii. 2014. N 2. P. 54–92. (In Russian).

- Dolzhenko V.I., Novozhilov K.V. Chemical method of plant protection: state and prospects for improving environmental safety // *Zaschita i karantin rastenii*. 2005. N 3. P. 80–84. (In Russian).
- Dolin V.G. The keys of the larvae of the beetles of the fauna of the USSR. Kiev. Harvest. 1978. 124 p. (In Russian).
- Dospekhov B.A. Methodology of field experience. Moscow. 1985. 351 p. (In Russian).
- Gorbachev I.V., Grytsenko V.V., Zakhvatkin Yu.A. et al. Protection of plants against pests. Ed. Prof. Isacheva V.V. Moscow, Kolos. 2003. 472 p. (In Russian).
- Methodical instructions on registration tests of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides in agriculture. Ed. Prof. Dolzhenko V.I. S-Pb. 2009 321p. (In Russian).
- Orlov V.N. Pests of grain cereal crops. Moscow. Pechatnyy dvor. 2006. 102 p. (In Russian).
- Zakharenko V.A. Protection of plants in the third millennium. *Agrokimiya*. 2000. N 4. P. 75–93. (In Russian).
- Zelenskaya O.M. Ecological control of the reproduction of click beetles (Coleoptera, Elateridae). LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH and Co. KG. 2012. 145 p. (In Russian).

Plant Protection News, 2017, 4(94), p. 54–57

## FIELD EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF NEONICOTINOID GRAIN SEED TREATMENTS AGAINST ELATERID LARVAE

O.M. Zelenskaya, V.N. Orlov

*Lukyanenko Research Institute of Agriculture, Krasnodar, Russia*

Wireworms (fam. Elateridae) are important pests of many crops. Both adults and larvae of wireworms are widespread, reducing the yield of grain crops. Efficient protection of plantlets depends on the optimized economic measures, application of chemicals and biopesticides. The biological efficacy of neonicotinoid and pyrethroid insecticides was tested against larvae of wireworms. The effectiveness of clothianidin, thiamethoxam and imidacloprid was revealed on the basis of reduction of larva numbers and damaged plants found. Some trials included also insecticides based on bifenthrin and teflutrin.

**Keywords:** *Agriotes*, wireworm; click beetle; wheat; barley; seed treatment; acetamiprid; imidacloprid; thiamethoxam; clothianidin.

### Сведения об авторах

Краснодарский НИИ им. П.П. Лукьяненко, Центральная Усадьба  
КНИИСХ, Краснодар, 350012, Российская Федерация

\*Зеленская Ольга Михайловна. Ведущий научный сотрудник,  
кандидат биологических наук, e-mail: olya\_zelenskaya@mail.ru  
Орлов Валерий Николаевич. Ведущий научный сотрудник,  
кандидат биологических наук, e-mail: elater@mail.ru

### Information about the authors

Lukyanenko Research Institute of Agriculture,  
Central Estate of KNIISH, Krasnodar, 350012, Russian Federation  
\*Zelenskaya Olga Mihaylovna. Leading Researcher, PhD in Biology  
e-mail: olya\_zelenskaya@mail.ru  
Orlov Valeriy Nikolaevich. Leading Researcher, PhD in Biology  
e-mail: elater@mail.ru

\* Ответственный за переписку

\* Responsible for correspondence