

УДК 632,595.7

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ТРИТИКАЛЕ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА ВЭРВА И ЭКОПИН НА РЕПРОДУКТИВНУЮ СПОСОБНОСТЬ ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАКОВОЙ ТЛИ (*Schizaphis graminum* R.)

© 2024 г. Я. Ю. Голиванов¹, *, Е. В. Захарова¹

¹ФГБНУ “Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии”, Москва, 127550 Россия

*e-mail: gelagen@yandex.ru

Поступила в редакцию 15.10.2024 г.

После доработки 06.11.2024 г.

Принята к публикации 13.11.2024 г.

Зерновые культуры – основа питания человека, составляют более 50% суточного потребления калорий в мире. Ценной фуражной культурой является тритикале, которая в ряде стран успешно используется в хлебобулочном производстве. На сегодняшний день этот злак является хозяином более 40 видов тлей, среди которых обыкновенная злаковая тля *Schizaphis graminum* R. – одна из самых распространенных и наиболее вредоносных. Основным методом регулировки численности сосущих вредителей является применение пестицидов, различных удобрений и регуляторов роста растений (РРР). В данном исследовании изучено влияние РРР Вэрва и Экопин на репродуктивную способность *S. graminum* при питании насекомых на яровой тритикале. Обыкновенную злаковую тлю подсаживали на 20 образцов яровой тритикале. Растения с подсаженной тлей однократно обрабатывали РРР Вэрва в концентрации 1 мл/л и Экопин в концентрации 1 г/10 л. Оценку численности вредителей проводили на второй и четвертый день после подсаживания. На 18 образцах обработанных РРР у тлей было выявлено резкое увеличение количества потомства уже через два дня после посадки, к 4 дню происходило его двукратное увеличение. Только у 2 из исследованных образцов опытных растений обработка использованными РРР практически не влияла на численность вредителей. В будущих исследованиях следует сосредоточить внимание на изучении механизмов хлороза, вызываемого тлями, и роли белков слюны тлей в индукции физиологического ответа у растений.

Ключевые слова: репродуктивная способность тлей, *Schizaphis graminum* R., регуляторы роста растений, Вэрва, Экопин, яровая тритикале

DOI: 10.56304/S0234275824060073

ВВЕДЕНИЕ

Регуляторы роста растений (РРР) на сегодняшний день широко применяются в сельскохозяйственном производстве [1]. Некоторые РРР, такие как, например, 6-бензиламинопурин и гибберелловая кислота, используются на озимой пшенице, они влияют на высоту растений, число узлов, площадь листьев, водный потенциал, фотосинтез, скорость транспирации и другие показатели [2]. Воздействие РРР на рост, физиологию и архитектуру растений может изменить морфологию, развитие и поведение членистоногих. Исследования показали, что РРР имеют потенциальное воздействие на популяции вредителей, время их развития, продолжительность жизни взрослой особи, размер тела, плодовитость и жизнеспособность яиц [3]. Некоторые исследователи рекомендуют использование РРР в качестве химиостерилизаторов против вредителей [4].

Увеличение ареалов сосущих насекомых, в частности тлей, сосредотачивает внимание ученых на проблеме устойчивости злаковых культур к этим вредителям. При благоприятных для них погодных условиях потери урожая могут достигать 50%. Также необходимо отметить, что злаковые тли являются переносчиками таких серьезных вирусных заболеваний, как желтая карликовость ячменя, полосатая мозаика пшеницы, бледно-зеленая карликовость, карликовость пшеницы [5]. Повреждения от обыкновенной злаковой тли *Schizaphis graminum* и от вирусов, которые она передает растениям, обходятся сельскому хозяйству при выращивании пшеницы и сорго более чем в 250 млн долларов в год только на великих равнинах США [6]. В нашей стране потери урожая сорго от обыкновенной злаковой тли могут достигать 85% [7].

Тритикале – перспективная зерновая культура, сочетающая в себе полезные свойства ржи и пшеницы [8]. В 2020 г. в Европе было собрано бо-

лее 13 млн. т зерна этого злака [8]. В России этот показатель неизменно растет, общая площадь возделывания тритикале достигает не менее 500 тыс. га. В 2023 г по данным министерства сельского хозяйства России урожай тритикале составил 13.9 тыс. т зерна [7].

Злаковые тли — это глобальные вредители зерновых культур [9]. Но абсолютно нет данных по влиянию обработок РРР на репродуктивную способность и вредоносность злаковых тлей. Кроме того, совершенно не изучено действие РРР на тлей, уже заселивших растения. В связи с этим, цель нашей работы заключалась в изучении репродуктивной способности обыкновенной злаковой тли (*Schizaphis graminum* R.) на образцах яровой тритикале в условиях применения РРР Вэрва и Экопин, которые оказывают стимулирующее действие на рост и развитие злаковых растений, и повышают иммунный ответ растительного организма на стресс.

УСЛОВИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Содержание обыкновенной злаковой тли

Партеногенетическую популяцию обыкновенной злаковой тли (*S. graminum* R.) содержали на проростках ячменя по оригинальной методике (ноу-хау № 2022019). Исходным материалом для лабораторной популяции послужили 50 особей обыкновенной злаковой тли, собранные в Московском регионе. Тлей содержали в 16-литровых пластиковых контейнерах с боковой вентиляцией. В качестве субстрата использовали нейтрализованный верховой торф “AGROBALT-C” (“АгроБалт трейд”, Россия). Световой день составлял 16 ч, температуру поддерживали на уровне 26°C, влажность воздуха 80%.

Растительный материал и обработка РРР

В качестве опытных растений использовали 20 образцов яровой тритикале (\times *Triticosecale* sp. Wittmack ex A. Camus 1927): 8514, Памяти Мережко, П2-16-20, С 238, Соловей Харьковский, Л8665, Лана, Абасо, С 99, П13-5-13, 09302, 8857, Л8666, Ril-130 R22-2, Укро, 8833, Ril 202 R72, С 242, П 13-5-2. Данные образцы были отобраны исходя из предыдущих исследований [10] по оценке устойчивости в отношении обыкновенной злаковой тли.

Опыты проводили двумя последовательными сериями.

(1) В первой серии опытов изучали влияние действия РРР Вэрва ВЭ (ООО НТП Института химии Коми НЦ УрО РАН, Россия) на репродуктивную способность обыкновенной злаковой тли. Действующее вещество регулятора роста Вэрва — тритерпеновые кислоты (10 г/л) [11].

(2) Во втором — Экопина ТПС (ООО “Фирма “Зеленая Аптека Садовода”, Россия). В состав

препарата Экопин входят поли-бета-гидроксимасляная кислота (6.2 г/кг), магний серноокислый (29.8 г/кг), калий фосфорнокислый (91.1 г/кг), калий азотнокислый (91.2 г/кг), карбамид (181.5 г/кг) [11].

Семена яровой тритикале (по 30 шт. для каждого образца) прорастивали в лабораторных условиях в чашках Петри на дисках из фильтровальной бумаги, смоченных дистиллированной водой. На 3 день от закладки в чашки Петри производили отбор 9 проростков с одинаковым габитусом для дальнейшей высадки в субстрат. Проростки высаживали в пластиковые контейнеры объемом 500 мл (рис. 1*d*) по 3 штуки на контейнер. Повторность опыта — трехкратная. Фаза была выбрана для удобства проведения исследования в лабораторных условиях исходя из существующей корреляции между проростками и взрослыми растениями. Имаго тлей, подсаживаемые на растения, все бескрылые девственницы были примерно одного возраста середины репродуктивного периода (~7 сут). Контейнеры размещали в лабораторных условиях в мини теплицах (рис. 1*b*).

После высадки (4 день вегетации) проростки однократно обрабатывали соответствующим РРР, Вэрва в концентрации 1 мл/л и Экопин в концентрации 1 г/10 л путем опрыскивания наземной части (контрольные растения опрыскивали дистиллированной водой). К РРР добавляли ПАВ Твин-20 (Sigma, USA) (1 мл на 1 л воды).

Подсаживание тлей и оценка их репродуктивной способности

Спустя сутки после обработки РРР на каждый проросток яровой тритикале подсаживали по 1 особи имаго обыкновенной злаковой тли. Особи отбирали после заключительной третьей линьки, в среднем на 7 сут от рождения (рис. 1*c*). Оценка численности тлей проводили на второй и четвертый день после подсаживания методом тотального подсчета без учета первоначальной особи.

Статистическая обработка данных

На рис. 3 и 4 представлены средние арифметические значения и стандартные ошибки по трем независимым опытам, каждый из которых проведен в трех биологических повторностях. В тексте представлены результаты критерия Фишера, коэффициента корреляции и коэффициента детерминации. Полученные результаты обрабатывали статистически с помощью программы MS Excel, достоверность различий между средними оценивали при значении $\alpha \leq 0.05$.

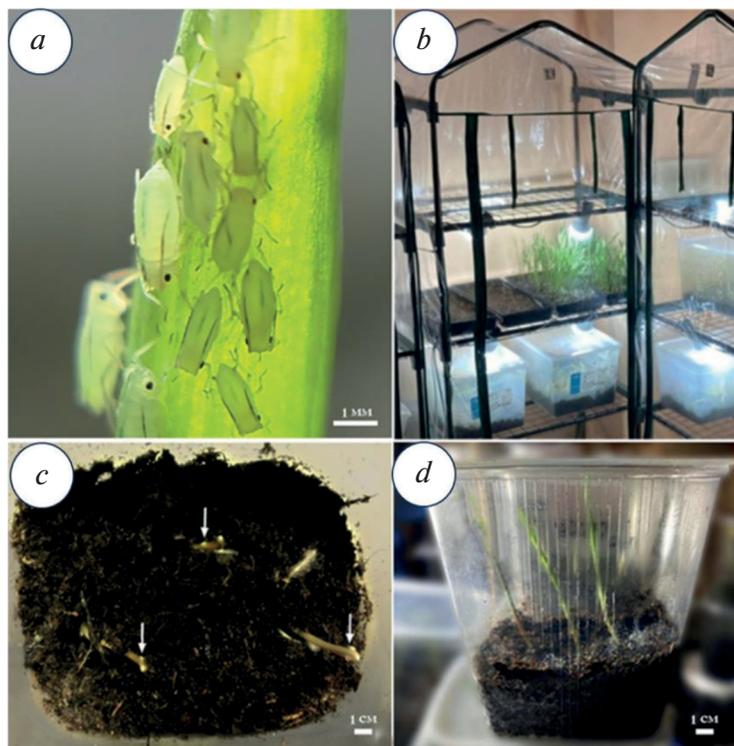


Рис. 1. Условия содержания обыкновенной злаковой тли. *a* – *Schizaphis graminum* на опытных растениях тритикале, *b* – Мини-теплицы для размещения контейнеров, *c* – Проростки тритикале в контейнере после подсадки обыкновенной злаковой тли (вид сверху), белые стрелки – имаго обыкновенной злаковой тли на проростках, *d* – Опытный контейнер объемом 500 мл.

Fig. 1. Conditions for keeping the common green bug. *a* – *Schizaphis graminum* on experimental triticale plants, *b* – Mini-greenhouses for placing containers, *c* – Triticale seedlings in a container after planting the common cereal aphid (top view), white arrows – adult common green bug on seedlings, *d* – 500 mL experimental container.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка репродуктивной способности тлей на различных образцах при использовании PPP Вэрва и Экопин

Условия содержания *S. graminum* и проведения опыта показаны на рис. 1.

Почти на всех образцах количество тлей на 4 день по сравнению со 2 увеличилось вдвое при использовании PPP Вэрва. Наибольшую численность тлей наблюдали на образцах 8833, Степная 62 и 9302, наименьшую на 8514. Причем наибольший рост этого показателя со 2 дня измерения до 4 наблюдали на образцах 9302 и П13-5-13, а наименьший на образцах 8514 и С238 (рис. 2).

Наибольшее среднее значение численности тлей на 2 день было равно 6.85 шт. на образце Степная 62, а на 4 день 12.85 шт. на 9302. Наименьшее значение на 2 день было равно 2.56 шт. на 8514, а на 4 день на том же образце 3.81 шт.

Существенные отличия по средней численности тлей на 2 и на 4 день наблюдали на следующих образцах: Ril-130 R22-2, 8857, 9302, П13-5-13, Abaco,

С99, Лана, Л8665, Л8666, Соловей Харьковский, Укро.

На образцах 8833, Ril 205R72, С242, Степная 62, П13-5-2, 8514, Памяти Мережко, П2-16-20, С238, существенных различий количества тлей на 2 и на 4 день измерения не было.

При применении PPP Экопин наблюдалось похожее действие, количество тлей на 4 день, также, как и при обработке PPP Вэрва, было почти в 2 раза больше, чем на 2 день. Наибольшие показатели наблюдали на образцах 8833, С242 и Степная 62, наименьшие на образце 8514 (рис. 2).

Наибольший рост численности тлей со 2 на 4 день равный 6.67 шт. отмечен на образце 8833, наименьший на Ril 205R72 – 3 шт. Наибольшее среднее значение этого показателя на 2 день было равно 6.07 шт. на образце Степная 62, на 4 день 11.59 шт. на образце 8833. Наименьшее среднее значение на 2 день было равно 3.44 шт. на образце 8514, а на 4 день 7.15 шт. на том же образце.

Достоверные различия по средней численности тлей на 2 и на 4 день наблюдали на следующих образцах: Укро, 8833, Ril 205R72, С242, Степная 62, П13-5-2, 8514, П2-16-20, С238, Соловей Харьков-

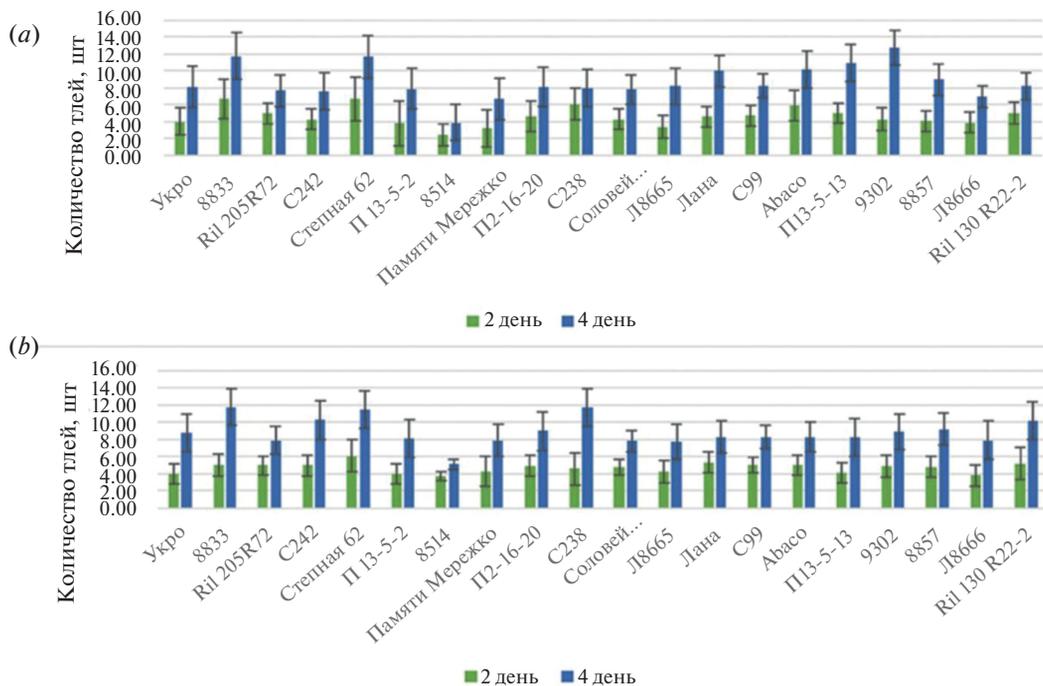


Рис. 2. Репродуктивная способность тлей при использовании PPP Вэрва и Экопин на 2 и 4 день измерения. *a* – Обработка PPP Вэрва, *b* – обработка PPP Экопин.

Fig. 2. Reproductive capacity of green bug using PGR Verva and Ecopin on the 2nd and 4th day of measurement. *a* – Treatment with PGR Verva, *b* – treatment with PGR Ecopin.

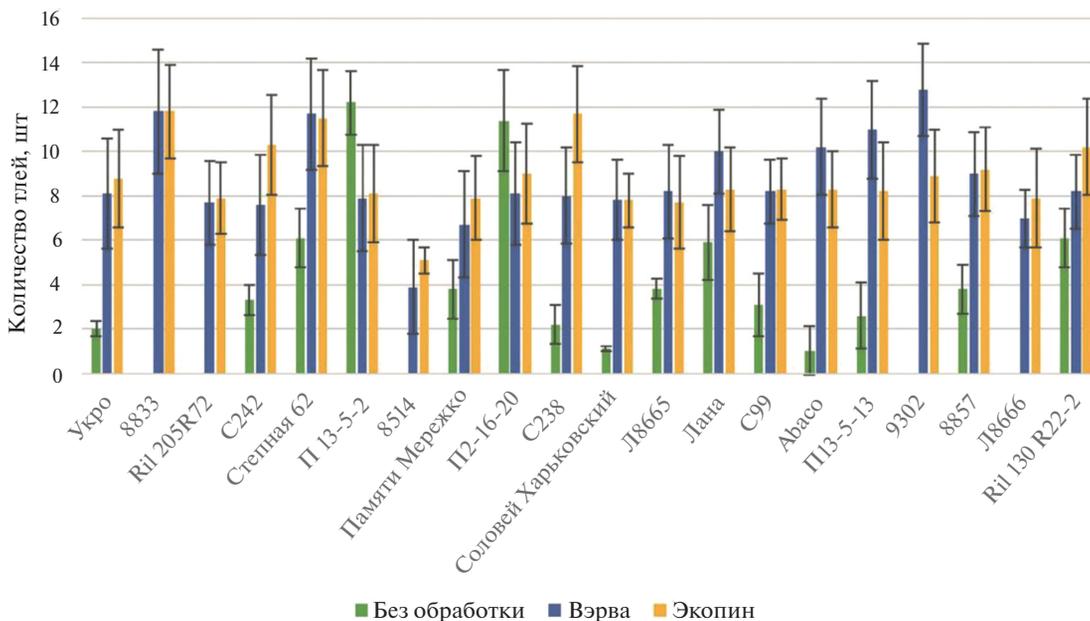


Рис. 3. Репродуктивная способность обыкновенной злаковой тли на различных образцах тритикале без обработки PPP и с использованием препаратов Вэрва и Экопин.

Fig. 3. Reproductive capacity of green bug on various samples of triticale without treatment with PGR and using Verva and Ecopin preparations.

ский, Л8665, С99, Abaco, П13-5-13, 9302, 8857, Л8666 и Ril-130 R22-2.

Существенных отличий средней численности на 2 и на 4 день не было отмечено только на следующих образцах: Ril 205R72, 8514, Памяти Мережко, Л8665 и Лана.

Сравнение репродуктивной способности тлей на различных образцах с использованием PPP и без них

На части образцов, где представлены нулевые значения, тли не давали потомства во всех повторностях, это образцы 8833, Ril205R72, 8514, 9302 и Л8666, что может говорить об их устойчивости к обыкновенной злаковой тле. В большинстве опытных вариантов численность тлей была значительно выше контрольных, уровень значимости по критерию Фишера составил 3.24. Образцы П13-5-2 и Лана показали достоверные отличия от контроля на четвертый день при обработке PPP Экопин, а образцы Памяти Мережко и Ril-130 R22-2 в случае применения PPP Вэрва. Коэффициент детерминации составил 49%, что свидетельствует о достоверности полученных данных, а коэффициент корреляции составил 0.7 (сильная положительная).

Следует отметить образец П2-16-20, средняя численность тлей по трем повторностям на котором не имеет существенных различий между обработанными и не обработанными растениями. Вероятно, подобное явление может быть связано с индивидуальными морфофизиологическими особенностями данного образца, а также уровнем некоторой толерантности к тлям.

Встреча растения с фитофагами запускает защитные сигнальные сети, которые регулируют устойчивость растений к насекомым-вредителям [12]. Хотя хорошо известно, что фитогормоны и PPP способствуют антиксенотической и антибиотико-опосредованной устойчивости к вредителям, роль этих соединений в формировании толерантности растений в значительной степени неизвестна [13]. Толерантные растения обладают компенсаторными механизмами, которые позволяют продолжать развитие растений с минимальными потерями урожая, но не влияют на приспособляемость тлей [14].

Имеются данные о том, что внекорневая обработка индолилуксусной, индолил-3-масляной и гибберелловой кислотой повлияла на рост растений озимой пшеницы и, как следствие, на продуктивность тлей и их паразитоидов [1]. Авторы показали положительное влияние обработки на проростки пшеницы – увеличился рост растений, их высота и длина листьев, а также произошло увеличение сырого и сухого веса, но при этом, применение PPP не имело значительного влияния на развитие *Sitobion avenae*. В то время как высокие дозы PPP отрицательно влияли на плодовитость и размер

тела *Sitobion avenae* [1]. Тли, которые питались растениями, обработанными паклобутразолом (в концентрации 150 мг/л), становились меньшего размера.

Согласно результатам нашего исследования, обработка PPP может благоприятно влиять на репродукцию тлей и значимо увеличивать их численность на растениях. В исследованиях, которые проводились нами ранее [10, 15], было установлено, что на образцах с высоким уровнем устойчивости к обыкновенной злаковой тле, таких как: Соловей Харьковский, Abaco, 8833, Ril 202 R72, средняя численность насекомых на этих образцах на 4 день подсчета составляла 0.67 шт. После обработки растений регуляторами роста данный показатель вырос до 9.4.

Вэрва – регулятор роста, зарегистрированный в “Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации”, по рекомендациям производителя, применяется с целью повышения энергии прорастания и всхожести семян, активизации ростовых и формообразовательных процессов, повышения устойчивости к неблагоприятным факторам среды, болезням, повышения урожайности и улучшения качества продукции. Основным действующим веществом этого препарата являются тритерпеновые кислоты [11].

Смесь тритерпеновых кислот, выделенных из эфирного экстракта хвои, действует как регулятор роста растений, который проявляет цитокининовую активность в культуре тканей *in vitro* и способствует делению клеток и регенерации побегов [16]. Однако содержание тритерпеновых кислот не является постоянным ни в одном растении, и, как часть реакции растения на стресс, на их концентрацию могут влиять многочисленные факторы. Одним из таких факторов является биотический стресс, например, повреждения, наносимые фитофагами.

В составе регулятора роста Экопин, находятся поли-бета-гидроксимасляная кислота, магний серноокислый, калий фосфорноокислый, калий азотнокислый и карбамид. Как и в случае с Вэрва данный препарат должен оказывать стимулирующее действие на организм, вызывать активный рост и повышать иммунный ответ организма растения на стресс [11].

Schizaphis graminum – один из самых важных и разрушительных видов злаковых тлей в мире, повреждая растения, питаясь соком флоэмы этот вредитель служит вектором передачи вирусов, таких как, например, вирус желтой карликовости ячменя [17]. В отличие от большинства других видов тлей, *S. graminum* является фитотоксичной тлей, и может быстро вызвать хлороз листьев у восприимчивых растений, что приводит к ухудшению состояния качества растений и даже их гибели [18]. С глобальным потеплением, потенциальный риск поражения растений *S. graminum* будет увеличи-

ваться, особенно в северном полушарии, что может вызвать продовольственный дефицит и бедность, уничтожая экономически важные культуры [19].

Van Emden [20] обнаружил, что тли тесно адаптированы к своим хозяевам, и даже небольшие изменения в росте и физиологии растений-хозяев после применения PPP могут иметь весьма заметные последствия на тлей.

Исследуемые нами PPP Вэрва и Экопин, как мы предполагаем, влияют на индукцию активного роста растений путем увеличения синтеза цитокининов, которые увеличивают коэффициент деления клеток, что, в свою очередь, приводит к образованию клеток меньшего размера и, как следствие, происходит изменение толщины клеточных стенок в пользу уменьшения, что способствует потреблению флоэнного сока сосущими вредителями. Таким образом, растения могут становиться более чувствительными к вредителям. Многие злаковые тли дают вспышку активного роста во время вегетации растений, обработка PPP может вызывать подобные процессы, что может дополнительно стимулировать насекомых к размножению.

Таким образом, при использовании PPP Вэрва и Экопин наблюдается увеличение численности потомства обыкновенной злаковой тли. Существенных различий средней численности тлей между образцами, обрабатываемыми регуляторами роста нет. Наибольшая средняя численность тлей, зафиксированная за все измерения, равна 9.17 шт. на образце 8833, наименьшая — 3.19 шт. на образце 8514, обработанном регулятором роста Вэрва.

Репродуктивная способность тлей после второго дня питания резко возрастает, к 4 дню при использовании PPP Вэрва, численность увеличивается почти в два раза у образцов: Соловей Харьковский, Л8665, Лана, С99, П13-5-13, Абасо, 8857, Л8666 и Ril130R22-2, а на образце 9302 в три раза. При использовании PPP Экопин количество тлей к 4 дню увеличивается у образцов: Укро, Степная 62, П13-5-2, П2-16-20, Соловей Харьковский, С99, Абасо, П13-5-13, 9302, 8857, Л8666 и Ril130R22-2 в 2 раза, а на образцах 8833 и С238 в три раза. Показатель численности обыкновенной злаковой тли на четвертый день питания у образцов, не обработанных регуляторами роста, меньше, чем у обработанных препаратом. Значимых различий между двумя использованными регуляторами роста не выявлено.

Из всех исследованных образцов опытных растений следует отметить два: П2-16-20, у которого нет существенных различий между средней численностью тлей после обработки регулятором и без нее, и 8514, у которого наименьшее количество насекомых при использовании PPP.

В будущих исследованиях следует сосредоточить внимание на изучении механизмов хлороза, вызываемого тлями, и роли белков их слюны в ин-

дукции физиологического ответа у растений. Необходимо продолжить работу над созданием новых сортов, устойчивых к вредителям, а также поиском альтернативных методов борьбы со злаковыми тлями и применением нанобиотехнологий для борьбы с ними.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (госзадание № FGUM-2022-0003)

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhao H., Cao H.H., Pan M.Z., Sun Y.X., Liu T.X. The role of plant growth regulators in a plant-aphid-parasitoid tritrophic system. *J. Plant Growth Reg.*, 2017, 36, 868–876. <https://doi.org/10.1007/s00344-017-9689-3>
2. Chaudhary B.R., Sharma M.D., Shaky S.M., Gautam D.M. Effect of plant growth regulators on growth, yield and quality of chilli (*Capsicum annuum* L.) at Rampur, Chitwan. *J. Inst. Agric. Anim. Sci.*, 2006, 27, 65–68. <https://doi.org/10.3126/jiaas.v27i0.697>
3. Prado S.G., Frank S.D. Tritrophic effects of plant growth regulators in an aphid-parasitoid system. *Biol. Control*, 2013, 66(1), 72–76. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.03.019>
4. Cottrell T.E., Wood B.W., Ni X. Application of plant growth regulators mitigates chlorotic foliar injury by the black pecan aphid (Hemiptera: Aphididae). *Pest Manag. Sci.*, 2010, 66(11), 1236–1242. <https://doi.org/10.1002/ps.2000>
5. Радченко Е.Е. Учение Н.И. Вавилова о естественном иммунитете растений к вредным организмам и селекция зерновых культур на устойчивость к тлям. *Сельскохозяйственная биология*, 2012, 47(5), 54–63.
6. Crane Y.M., Crane C.F., Schemerhorn B.J. Differential gene expression between viruliferous and non-viruliferous *Schizaphis graminum* (Rondani). *Plos One*, 2023, 18(11), e0294013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294013>
7. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/dmitriy-patrushev-dolozhil-na-pravchase-v-gosdume-ob-itogakh-raboty-apk-i-strategicheskikh-zadachakh/> (дата обращения: 14.05.2024).
8. Gaviley O.V., Katerynych O.O., Ionov I.A., Dekhtiarova O.O., Griffin D.K., Romanov M.N. Triticale: a general overview of its use in poultry production. *Encyclopedia*, 2024, 4(1), 395–414. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia4010027>
9. Royer T.A. Greenbug (*Schizaphis graminum*): an overview / T.A. Royer (eds.) Oklahoma State University, 2023.

10. Голливанов Я.Ю., Блинова С.А., Соловьев А.А. Оценка репродуктивных показателей злаковой тли на разных генотипах яровой тритикале. В сб.: *Сборник Международной научно-практической конференции, посвященной 134-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова*, М., 2021: 192–194.
11. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М., 2023.
12. Grover S., Agpawa E., Sarath G., Sattler S.E., Louis J. Interplay of phytohormones facilitate sorghum tolerance to aphids. *Plant Mol. Biol.*, 2022, 109(4), 639–650. <https://doi.org/10.1007/s11103-020-01083-y>
13. Smith C. Plant Resistance to Arthropods. Molecular and Conventional Approaches. C. M. Smith (eds.). *Springer Dordrecht*, Netherlands, 2005.
14. Burger, M., Chory, J. Stressed out about hormones: How plants orchestrate immunity. *Cell Host Microbe*, 2019, 26, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2019.07.006>
15. Голливанов Я.Ю. Оценка репродуктивной способности обыкновенной злаковой тли (*Schizaphis graminum Rondani*, 1852). на сортообразцах яровой тритикале (*Triticosecale Wittm & Camus*). в лабораторных условиях в сб.: *Доклады ТСХА*, М., 2019, 96–98.
16. Рожанская О.А., Юдина Н.В., Ломовский О.И., Королев К.Г. Влияние регуляторов роста растительного происхождения на морфогенез рапса *in vitro*. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*, 2003, 2(1438), 108–112.
17. Mojahed S., Razmjou J., Golizadeh A., Naseri B. Resistance of wheat cultivars and lines to *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae). under laboratory conditions. *Appl. Entomol. Zool.*, 2013, 48, 39–45. <https://doi.org/10.1007/s13355-012-0149-z>
18. Zhang Y., Liu X., Francis F., Xie H., Fan J., Wang Q., Chen J. The salivary effector protein Sg2204 in the greenbug *Schizaphis graminum* suppresses wheat defense and is essential for enabling aphid feeding on host plants. *Plant Biotechnol. J.*, 2022, 20(11), 2187–2201. <https://doi.org/10.1111/pbi.13900>
19. Aljaryian R, Kumar L. Changing global risk of invading greenbug *Schizaphis graminum* under climate change. *Crop Prot.*, 2016, 88, 137–48. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.06.008>
20. van Emden H.F. Effect of (2-chloroethyl) trimethylammonium chloride on the rate of increase of the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* (L.)). *Nature*, 1964, 201, 946–948. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1974.tb00352.x>

The Effect of Treatment of Triticale with Growth Regulators of Verva and Ecopene on the Reproductive Ability of the Common Grass Aphid (*Schizaphis graminum* R.)

Ya. Yu. Golivanov^{a, #}, and E. V. Zakharova^a

^aAll-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Biotechnology, Moscow, 127550 Russia

[#]e-mail: gelagen@yandex.ru

Abstract—Cereals are the basis of human nutrition, accounting for more than 50% of the daily calorie intake in the world. A valuable feed crop is triticale, which is successfully used in bakery production in a number of countries. To date, this cereal is the host of more than 40 species of aphids, including the common grass aphid *Schizaphis graminum* R.—one of the most common and most malicious. The main method of regulating the number of sucking pests is the use of pesticides, various fertilizers and plant growth regulators (PGR). In this research, the effect of PGR of Verva and Ecopin on the reproductive ability of *S. graminum* when feeding insects on spring triticale was investigated. Common grass aphids were planted on 20 samples of spring triticale. Plants with planted aphids were treated once with PRG of Verva at a concentration of 1 mL/L and Ecopin at a concentration of 1 g/10 L. The pest population was assessed on the second and fourth days after planting. A sharp increase in the number of offspring was detected on 18 samples of treated PGR in aphids two days after planting, and by day 4 it doubled. Only in 2 of the studied samples of experimental plants, treatment with the used PGR had practically no effect on the number of pests. Future research should focus on studying the mechanisms of aphid-induced chlorosis and the role of aphid saliva proteins in inducing a physiological response in plants.

Keywords: reproductive ability of aphids, *Schizaphis graminum* R., plant growth regulators, Verva, Ecopin, spring triticale