

лывание культур в севообороте благоприятно сказалось как фактор регулирования степени засоренности.

Расчет энергетической эффективности возделывания ярового ячменя в 2022 году в различных севооборотах составил у ячменя 1,06 – 2,46. Показатели рентабельности варьировали от 106 % до – 33 %, в зависимости от фона питания и насыщенности бобовыми культурами севооборота.

#### Список литературы

1. Соловова, Г.К. Приемы повышения ферментативной активности почв Поволжья / Г.К. Соловова, В.В. Пронько // Плодородие. – 2005. – №4. – С. 13–15.
2. Смагин, А.В. Газовая функция почв / А.В. Смагин // Почвоведение. – 2000. – № 10. – С. 1211–1223.
3. Задорожний, А.Н. Почвенные процессы продукции, потребления и эмиссии парниковых газов / А.Н. Задорожний, М.В. Семенов, А.К.Ходжаева, В.М. Семенов // Агрохимия. – 2010. – № 10. – С. 75–92.
4. Берестецкий, О.А. Биологические основы плодородия почвы / О.А. Берестецкий – М.: Колос, 1984. – 286 с.

УДК 632.7.08

### **Комбинация семиохемиков и семиофизиков для совершенствования мониторинга вредных насекомых**

*Фролов А.Н.<sup>1</sup>, Грушевая И.В.<sup>1</sup>, Захарова Ю.А.<sup>1</sup>, Конончук А.Г.<sup>1</sup>,  
Мальш С.М.<sup>1</sup>, Мильцын А.А.<sup>1</sup>, Селицкая О.Г.<sup>1</sup>, Щеникова А.В.<sup>1</sup>,  
Жуковская М.И.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБНУ «Всероссийский институт защиты растений»  
(г. Санкт-Петербург-Пушкин, Россия)*

*<sup>2</sup>ФГБУН Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М.  
Сеченова РАН (г. Санкт-Петербург, Россия)*

[Frolov A.N., Grushevaya I.V., Zakharova Yu.A., Kononchuk A.G., Malysh S.M., Miltsyn A.A., Selitskaya O.G., Shchenikova A.V., Zhukovskaya M.I. Improving the monitoring of harmful insects using semiochemicals and semiophysicals]

АННОТАЦИЯ. Проведенные в Ленинградской области и Краснодарском крае испытания ловушек для мониторинга ряда видов вред-

ных насекомых свидетельствуют о перспективности одновременного использования для привлечения насекомых как визуальных, так и ольфакторных сигналов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** вредитель, мониторинг, ловушка, привлекательность, УФ-излучатель, аттрактант.

**ANNOTATION.** Field tests of traps used for monitoring of a number of harmful insect species carried out in the Leningrad Region and Krasnodar Area indicate the prospects of simultaneous use of both visual and olfactory signals for attracting insects.

**KEY WORDS:** pest, monitoring, trap, attraction, UV-emitter, attractant.

Разработка безопасных для окружающей среды способов подавления деятельности вредных организмов – приоритетное направление исследований в сфере защиты растений. Как в целях снижения численности вредителей, так и проведения их мониторинга весьма перспективно применение воздействующих на сенсорные системы насекомых средств, управляющих их поведением [1], среди которых выделяют категории семиохемиков и семиофизиков [2]. В первом случае речь идет о химических соединениях – феромонах, алломонах, кайромонах и синомонах [3], а во втором – о стимулах физической природы и прежде всего о световых излучениях [4]. Известно, что в отношении отлова энтомологических объектов комбинация светового излучения и семиохемика может характеризоваться супераддитивным, т.е. синергическим эффектом [4], что является результатом мультимодальной интеграции обработки сенсорной информации в высших центрах мозга насекомого [5]. В 2022 г. были проведены полевые испытания ловушек разных конструкций, снабженных 3 видами приманок: (1) УФ-светодиодными излучателями, (2) источником привлекающего насекомых запаха (использовали феромонные продукты АО «Щелково Агрохим» и/или ООО «Феромон»), (3) комбинацией светодиодов и аттрактанта, а также (4) без приманки («пустые» ловушки) в качестве контроля. В Ленинградской области ловушки с приманками использовали для мониторинга капустной моли *Plutella xylostella* (L.), сливовой *Grapholita funebrana* (Tr.) и яблонной *Cydia pomonella* (L.) плодовой листовертки *Hedya nubiferana* Hw. и озимой совки *Agrotis segetum* (Den. & Schiff.), а в Краснодарском крае — кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* (Hbn.), хлопковой совки *Helicoverpa armigera* (Hbn.) и клопа мраморного *Halyomorpha halys* Stål. Перед проведением статистического анализа фактические значения плотностей отловленных насекомых преобразовывали по формуле  $(x + 0.5)^{1/2}$

для нормализации распределения. В подавляющем большинстве случаев по результатам полевых испытаний были получены достоверные отличия между плотностями насекомых, пойманных в снабженные теми или иными приманками ловушки и в контроле (т.е. без приманки). Эффект синергии оценивали с помощью коэффициента  $S = AB/(A+B)$ , где  $AB$  – число особей, привлеченных действующими совместно светодиодами и семиохемиком, а  $A+B$  – сумма особей, привлеченных светодиодами и семиохемиками по отдельности. Оказалось, что оценки эффекта синергии ольфакторного и визуального стимулов для разных объектов варьировали в широких пределах – от 0.49 до 2.53, причем в 5 испытаниях из 7 эффект синергии статистически достоверно ( $p < 0.05$ ) превышал 1. В ряде случаев (мониторинг капустной моли, яблонной плодовой гни, озимой совки) испытания продемонстрировали существенно более высокую аттрактивность для насекомых световых и/или светоферомонных ловушек в сравнении со стандартными феромонными ловушками, причем в отдельных случаях (мониторинг капустной моли) аттрактивность таких ловушек превышала таковую феромонных в десятки раз. Делается вывод, что разработка ловушек, конструкция которых позволяет одновременно использовать как визуальные, так и ольфакторные стимулы для привлечения насекомых, представляет собой весьма актуальную задачу. Поддержано грантом РФФИ № 22-26-00199.

#### Список литературы

1. Foster, S. P. Behavioral manipulation methods for insect pest-management / S.P. Foster, M.O. Harris // *Annual Review of Entomology*. – 1997. – Vol. 42. – P. 123–146.
2. Neri, R., Semiochemicals, semiophysicals and their integration for the development of innovative multi-modal systems for agricultural pests' monitoring and control / R. Neri, G. Anfora, V., Mazzoni [et al.] // *Entomologia Generalis*. – 2022. – Vol. 42. – № 2. – P. 167–183.
3. Pickett, J. A. Exploiting behaviorally active phytochemicals in crop protection / J.A. Pickett, L.J. Wadhams, C.M. Woodcock // *Phytochemistry and Agriculture*. – 1993. – P. 62–75.
4. Frolov, A.N. Controlling the behavior of harmful insects: light and chemical signals and their combined action / A.N. Frolov // *Entomological Review*. – 2022. – Vol. 102. – №. 6. – P. 782–819.
5. Thiagarajan, D. Multimodal information processing and associative learning in the insect brain / D. Thiagarajan, S. Sachse // *Insects*. – 2022. – Vol. 13. – P. 332.