

Равшанбек Султанбекович Алибеков – химия ғылымдарының кандидаты, профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі, Шымкент, Қазақстан, e-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0723-3101>.

Айдана Аскаровна Утебаева – PhD, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Тоқыма және тамақ инженериясы жоғары мектебі, Шымкент, Қазақстан; email: aidana.utebaeva@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3792-4656>.

Сведения об авторах

Элеонора Арутюновна Габрильянц – докторант, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии, Шымкент, Казахстан; e-mail: gabrilyants@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5568-5674>.

Равшанбек Султанбекович Алибеков – кандидат химических наук, профессор, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии, Шымкент, Казахстан; e-mail: ralibekov@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0723-3101>.

Айдана Аскаровна Утебаева – PhD Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Высшая школа Текстильной и пищевой инженерии, Шымкент, Казахстан; e-mail: aidana.utebaeva@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3792-4656>.

Received 30.03.2026

Revised 30.04.2026

Accepted 04.05.2026

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-2\(22\)-38](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-2(22)-38)



MPHTI: 68.37.29

К.А. Абышева^{1*}, Ә.Н. Махамбетов², Б. Дулат², З.К. Даирбекова², Ш.А. Абжанова¹

¹Алматинский технологический университет,
050061, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Фурката, 348/4

²Институт биологии и биотехнологии растений,
050040, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Тимирязева, 45
*e-mail: kami021102@gmail.com

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА, ЦИФРОВОЙ ПАСПОРТИЗАЦИИ И ПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦОВ *HALYOMORPHA* *HALYS STÅL* В ЮЖНОМ КАЗАХСТАНЕ

Аннотация: В статье предложена и апробирована интегрированная схема раннего выявления, цифровой паспортизации и подготовки образцов *Halyomorpha halys Stål* к последующей молекулярно-генетической верификации в условиях юга Казахстана. Целью исследования являлась разработка воспроизводимой системы, объединяющей полевой мониторинг, GPS-привязку очагов, стандартизированный учет образцов и формирование коллекции, пригодной для последующего анализа по маркерам COI и ITS1. Полевую апробацию системы выполнили в Ботаническом саду г. Алматы с использованием феромонных ловушек и ловчих поясов на яблоне и груше. В ходе наблюдений было зарегистрировано 215 особей на разных стадиях развития. Наибольшая численность выявлена в центральной части обследованной территории; максимальные показатели зафиксированы в точках D1 и D2. Установлено, что феромонные ловушки более эффективно выявляют имаго, тогда как ловчие пояса повышают обнаруживаемость нимфальных стадий. Предложен унифицированный цифровой паспорт образца, обеспечивающий трассируемость данных от момента отбора до этапа лабораторной обработки и пространственного анализа. Разработанная система может служить основой для дальнейших диссертационных исследований по молекулярной структуре инвазивных популяций *H. halys* и региональных программ фитосанитарного мониторинга.

Ключевые слова: *Halyomorpha halys*; молекулярно-генетическая идентификация; COI; ITS1; геоинформационный мониторинг; феромонные ловушки; цифровой паспорт образца; Южный Казахстан.

©К.А. Абышева, Ә.Н. Махамбетов, Б. Дулат, З.К. Даирбекова, Ш.А. Абжанова, 2026

Введение

Мраморный клоп *Halyomorpha halys* относится к числу наиболее опасных инвазивных полифагов, быстро распространяющихся за пределами естественного ареала и причиняющих значительный ущерб плодовым, овощным и декоративным культурам [1]. Для юга Казахстана проблема особенно актуальна в связи с сочетанием благоприятных климатических условий, развитого садоводства и высокой транспортной связанности региона.

В мировой литературе *H. halys* рассматривается как инвазивный вид глобального значения, сочетающий высокую экологическую пластичность, широкий круг растений-хозяев и выраженный экономический ущерб в агроценозах [2].

Для практики фитосанитарного контроля недостаточно только фиксировать факт обнаружения вредителя. На ранних стадиях инвазии критическое значение имеет воспроизводимая техническая схема, которая обеспечивает сопоставимость полевых наблюдений, корректную географическую привязку, трассируемость каждого экземпляра и возможность последующей молекулярной верификации. Без такой схемы данные мониторинга трудно использовать для популяционного анализа, оценки путей расселения и построения региональных карт риска.

В Казахстане *H. halys* был зарегистрирован сравнительно недавно, а материалы по его распространению в Алматинском регионе указывают на формирование устойчивой популяции и постепенное расширение ареала [3, 4]. Вместе с тем для дальнейших исследований по теме диссертации требуется перенос акцента от описательного учета вредителя к разработке технологически выверенного контура отбора, маркировки, хранения и аналитического сопровождения образцов.

Цель настоящей работы – разработать и апробировать интегрированную систему молекулярно-генетической идентификации и геоинформационного мониторинга *H. halys* в южном Казахстане, пригодную для последующего использования в диссертационных исследованиях по анализу маркеров COI и ITS1.

Материалы и методы

Полевую апробацию интегрированной системы выполнили на территории Ботанического сада г. Алматы. Мониторинг проводили на участках с яблоней и грушей как на наиболее репрезентативных кормовых растениях для локальной популяции вредителя. Схема отбора включала регулярное обследование заранее размеченных точек наблюдения в период с конца мая по середину июня 2025 года.

Мониторинг *Halyomorpha halys* проводили с использованием феромонных ловушек и ловчих поясов в насаждениях юга Казахстана (рис. 1). Координаты точек отбора фиксировали с помощью GPS для последующей цифровой паспортизации образцов. Феромонные ловушки применяли преимущественно для выявления имаго, тогда как ловчие пояса позволяли фиксировать нимфальные стадии и локальные участки концентрации вредителя. Собранные образцы маркировали, фотографировали и заносили в электронную базу данных с указанием даты, координат, культуры и стадии развития насекомого. Подготовка образцов включала их консервацию и паспортизацию для последующей молекулярно-генетической верификации по маркерам COI и ITS1 [5].



Рисунок 1 – Феромонная ловушка, использованная для мониторинга *Halyomorpha halys*

Ловушки устанавливали на плодовых деревьях (яблоня, груша) на высоте 1,5-2,0 м от поверхности почвы, что обеспечивало сопоставимость данных между точками наблюдения и

соответствовало подходам, используемым в международных системах мониторинга *H. halys* [6]. При установке ловушки закрепляли на устойчивом участке кроны, после чего проверяли надежность фиксации, сохранность приманки и свободный доступ насекомых к улавливающему элементу. Осмотр феромонных ловушек проводили с интервалом 7 дней. При каждом учете фиксировали код точки, растение-хозяин, дату наблюдения, количество зарегистрированных имаго и общее состояние ловушки.

Дополнительно использовали ловчие пояса из гофрированного картона как вспомогательный метод выявления насекомых, перемещающихся по штамбу (рис. 2). Ловчие пояса фиксировали на высоте 1,0-1,5 м, осмотр проводили один раз в 7 дней. При учете регистрировали наличие нимф, имаго и яйцекладок [7]. Осмотр поясов также проводили один раз в 7 дней. При учете фиксировали наличие нимф, имаго, а при обнаружении яйцекладок на прилегающих участках растения соответствующая информация заносилась в полевой журнал данной точки.



Рисунок 2 – Ловчий пояс из гофрированного картона, использованный для выявления *Halyomorpha halys*

Сопоставление двух методов было предусмотрено дизайном исследования. Феромонные ловушки использовали преимущественно для выявления активной и расселяющейся части популяции, тогда как ловчие пояса обеспечивали дополнительную регистрацию особей, локализованных на кормовых растениях. Такой подход позволил оценить информативность каждого метода для различных стадий развития вредителя в условиях Ботанического сада г. Алматы [8].

Геоинформационный модуль включал GPS-привязку всех точек мониторинга с последующим формированием пространственной базы данных и картографированием очагов заселения.

Важным элементом системы являлась цифровая паспортизация образцов. Для каждого экземпляра или партии формировали уникальный идентификатор, объединяющий полевые данные, географическую привязку и информацию о дальнейшем лабораторном сопровождении. Паспорт содержал сведения о стадии развития, растении-хозяине, способе отбора, дате и месте сбора, а также отметку о пригодности материала для последующей молекулярной верификации (рис. 3).

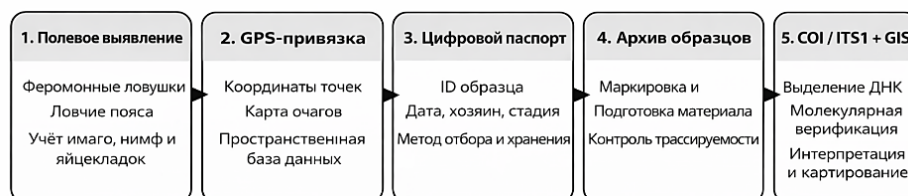


Рисунок 3 – Логическая схема интегрированной системы мониторинга и молекулярно-генетической идентификации

В рамках исследования была разработана система отбора, маркировки и подготовки образцов *H. halys* для последующей молекулярно-генетической верификации. Подготовленный материал может быть использован для дальнейшего анализа по митохондриальному маркеру COI и ядерному региону ITS1, применяемым для подтверждения видовой принадлежности и оценки генетического разнообразия инвазивных популяций [9, 10].

Дополнительную ценность для последующего анализа представляют данные о распространении и вариабельности COI-гаплотипов *H. halys* в инвазивном ареале Евразии, включая Казахстан, что позволяет использовать молекулярные маркеры не только для идентификации, но и для реконструкции возможных путей расселения популяций [11]

Для оценки работоспособности системы анализировали суммарную численность зарегистрированных особей, распределение по точкам наблюдения и диагностическую полезность разных средств мониторинга на разных стадиях развития *H. halys*.

Результаты исследований и их обсуждение

Апробация разработанной системы в условиях Ботанического сада г. Алматы показала ее работоспособность на стадии раннего выявления и пространственной локализации очагов *H. halys*. Всего за период наблюдений было зарегистрировано 215 особей на разных стадиях развития. Наличие имаго, нимф и яйцекладок указывает на закрепление вредителя в пределах исследованной территории и подтверждает практическую необходимость постоянного мониторинга.

Наибольшая численность вредителя была зафиксирована в точках D1 и D2, расположенных на яблоне и груше. Это свидетельствует о формировании локального очага высокой плотности и согласуется с представлениями о предпочтении *H. halys* плодовых древесных растений как основных кормовых объектов [12]. Центральная часть обследованной территории характеризовалась более устойчивым накоплением имаго, что делает ее приоритетной зоной для последующего отбора материала на молекулярный анализ.

Феромонные ловушки обеспечивали более стабильное выявление имаго и лучше отражали участки с повышенной численностью вредителя, тогда как ловчие пояса были более информативны при обнаружении особей, локально удерживающихся на штамбах деревьев, прежде всего нимфальных стадий. Таким образом, интеграция нескольких методов наблюдения позволила получить более полное представление о структуре локальной популяции *H. halys*, чем использование одного средства учета.

По данным полевых регистраций, наиболее высокие показатели были получены в точках D1 и D2, где фиксировалась наибольшая численность вредителя. Это указывает на наличие локального очага повышенной плотности и обосновывает приоритетный отбор материала именно в этих точках.

Для феромонных ловушек диапазон зарегистрированных значений составил от 18 до 33 особей на точку, а для ловчих поясов – от 12 до 20 особей на точку. При этом максимальные показатели были получены именно при использовании феромонных ловушек в точках D1 и D2, что подтверждает их высокую диагностическую ценность для выявления очагов с повышенной плотностью имаго. В то же время ловчие пояса имели особую практическую значимость как дополнительный метод учета нимфальных стадий, которые могут быть представлены в феромонных уловах менее полно.

Результаты настоящего исследования согласуются с мировыми данными о том, что мониторинг *H. halys* наиболее эффективен при комбинированном использовании нескольких взаимодополняющих инструментов наблюдения. В ряде зарубежных работ показано, что феромонные ловушки являются основой системы раннего обнаружения и пространственного контроля популяции, однако их диагностическая ценность существенно возрастает при сочетании с дополнительными методами полевого учета, адаптированными к сезону, типу насаждений и биологии вредителя [13]. Наши данные подтверждают применимость этой логики для условий юга Казахстана. В условиях Ботанического сада г. Алматы гибридная система слежения позволила одновременно фиксировать активную фракцию популяции через феромонный канал и локально удерживающиеся стадии через контактно-укрывной канал, что повысило полноту мониторинга и улучшило отбор материала для дальнейшего молекулярно-генетического анализа.

С практической точки зрения использование гибридной схемы имеет несколько преимуществ. Во-первых, она снижает риск недоучета популяции, который возникает при использовании только одного метода. Во-вторых, она позволяет более точно интерпретировать пространственное распределение вредителя, поскольку зоны высокой активности имаго и зоны локального присутствия нимф могут не полностью совпадать. В-

третьих, комбинированный учет более удобен для последующего отбора репрезентативных образцов на лабораторные этапы исследования. Следовательно, в условиях начального или развивающегося очага инвазии интеграция нескольких методов мониторинга является более обоснованной стратегией, чем опора только на феромонные ловушки или только на ловчие пояса.

Анализ данных, представленных в таблице 1, показал, что феромонные ловушки обеспечивали более стабильное выявление имаго *H. halys*, тогда как ловчие пояса были более информативны при регистрации нимфальных стадий. Следовательно, комбинированное использование методов позволило получить более полное представление о структуре локальной популяции вредителя по сравнению с применением только одного способа учета.

Таблица 1 – Результаты мониторинга *Halyomorpha halys* с использованием феромонных ловушек и ловчих поясов

Точка мониторинга	Растение-хозяин	Метод выявления	Количество особей	Стадия развития	Дата сбора
A1	Яблоня	Ловчий пояс	15	нимфы/имаго	28.05.2025
A2	Груша	Ловчий пояс	12	нимфы/имаго	28.05.2025
B1	Яблоня	Феромонная ловушка	22	имаго	04.06.2025
B2	Груша	Феромонная ловушка	18	имаго	04.06.2025
C1	Яблоня	Феромонная ловушка	25	имаго	11.06.2025
C2	Груша	Ловчий пояс	20	нимфы/имаго	11.06.2025
D1	Яблоня	Феромонная ловушка	30	имаго	18.06.2025
D2	Груша	Феромонная ловушка	33	имаго	18.06.2025

Существенным результатом работы является не только регистрация вредителя, но и формализация маршрута каждого образца. Это особенно важно для дальнейших этапов диссертационного исследования, поскольку сбор, маркировка и хранение материала должны быть строго увязаны с точкой происхождения и полевыми метаданными. Предложенный цифровой паспорт образца обеспечивает такую прослеживаемость и переводит полевые наблюдения в единую систему учета.

Практическая ценность разработанной схемы заключается в объединении биологического, пространственного и аналитического уровней данных. Биологический уровень отражает стадию развития и численность вредителя, пространственный – координаты и распределение очагов, а аналитический – готовность материала к последующей молекулярной верификации. Такой подход особенно важен при изучении инвазивных популяций, поскольку позволяет не только подтвердить присутствие вида, но и оценить особенности его распространения [14].

Таким образом, предложенная система представляет собой не описание отдельного энтомологического объекта, а технологически выстроенную схему мониторинга, паспортизации и подготовки данных для последующего молекулярно-генетического анализа (табл. 2).

Таблица 2 – Рекомендуемая структура цифрового паспорта образца для молекулярно-генетического мониторинга

Параметр	Назначение
ID образца	Уникальный код, обеспечивающий связь между полевыми и лабораторными данными
Дата и время отбора	Хронологическая привязка образца
Координаты GPS	Пространственная локализация точки сбора
Растение-хозяин	Учет трофической связи и микробиотопа
Стадия развития	Разделение имаго, нимф и яйцекладок
Метод отбора	Сопоставление чувствительности феромонных ловушек и ловчих поясов
Условия хранения	Контроль пригодности биоматериала для выделения ДНК
Статус лабораторной обработки	Отметка о подготовке материала для последующей молекулярно-генетической верификации

Наиболее высокие показатели регистрации были получены в точках D1 и D2, что указывает на наличие локального очага повышенной плотности и обосновывает приоритетный отбор материала именно в этих точках.

Заключение

В ходе проведённого исследования была разработана и апробирована интегрированная система раннего выявления, геопространственной фиксации и цифровой паспортизации *Halyomorpha halys* в условиях юга Казахстана. Полевой этап показал наличие устойчивого локального очага вредителя в пределах Ботанического сада г. Алматы, а комбинированное применение феромонных ловушек и ловчих поясов позволило повысить полноту выявления различных стадий развития.

Созданная система цифровой паспортизации обеспечивает стандартизированное формирование коллекции образцов для последующей молекулярно-генетической верификации. Полученные результаты могут быть использованы при организации регионального фитосанитарного мониторинга инвазивных видов и в дальнейших исследованиях с применением маркеров COI и ITS1.

Список литературы

1. Leskey T.C. Impact of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe: History, biology, ecology, and management / T.C. Leskey, A.L. Nielsen // *Annual Review of Entomology*. – 2018. – Vol. 63. P. 599-618. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043226>.
2. Esenbekova P.A. First record of *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Heteroptera, Pentatomidae) from Kazakhstan / P.A. Esenbekova // *Euroasian Entomological Journal*. – 2017. – Vol. 16, № 1. – P. 23-24. <https://doi.org/10.15298/euroasentj.16.1.05>.
3. Biology, ecology, and management of brown marmorated stink bug (*Hemiptera: Pentatomidae*) / K.B. Rice et al // *Journal of Integrated Pest Management*. – 2014. – Vol. 5, № 3. <https://doi.org/10.1603/IPM14002>.
4. Temreshev I.I. New records of a dangerous invasive pest – brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stål, 1855 (Heteroptera, Pentatomidae) in Kazakhstan / I.I. Temreshev, P.A. Esenbekova, A.M. Uspanov // *Acta Biologica Sibirica*. – 2018. – Vol. 4, № 3. – P. 94-101. <https://doi.org/10.14258/abs.v4i3.4413>.
5. Improved trap designs and retention mechanisms for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) / K.B. Rice et al // *Journal of Economic Entomology*. – 2018. – Vol. 111, № 5. – P. 2136-2142. <https://doi.org/10.1093/jee/toy185>.
6. *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) responses to traps baited with pheromones in peach and apple orchards / C. Akotsen-Mensah et al // *Journal of Economic Entomology*. – 2018. – Vol. 111, № 5. – P. 2153-2162. <https://doi.org/10.1093/jee/toy200>.
7. Characterizing spring emergence of adult *Halyomorpha halys* using experimental overwintering shelters and commercial pheromone traps / J.C. Bergh et al // *Entomologia Experimentalis et Applicata*. – 2017. – Vol. 162. – P. 336-345. <https://doi.org/10.1111/eea.12539>.
8. Monitoring of the invasive *Halyomorpha halys*, a new key pest of fruit orchards in northern Italy / L. Maistrello et al // *Journal of Pest Science*. – 2017. – Vol. 90, № 4. – P. 1231-1244. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01638-0>.
9. Monitoring and biosurveillance tools for the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) / A.L. Acebes-Doria et al // *Insects*. – 2018. – Vol. 9, № 3, Article 82. <https://doi.org/10.3390/insects9030082>.
10. *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) genetic diversity in North America and Europe / D.E. Kapantaidaki et al // *Insects*. – 2019. – Vol. 10, № 6, Article 174. <https://doi.org/10.3390/insects10060174>.
11. Real-time PCR assay for the identification of the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*) / M.K. Dhami et al // *Frontiers in Molecular Biosciences*. – 2016. – Vol. 3, Article 5. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2016.00005>.
12. Seasonal abundance and trap comparisons of the invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) adults from its native region / M.T. Kamiyama et al // *Biologia*. – 2024. – Vol. 79. – P. 1341-1349. <https://doi.org/10.1007/s11756-024-01618-4>.

13. Diversity and distribution of cytochrome oxidase I (COI) haplotypes of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* Stål (Hemiptera, Pentatomidae), along the eastern front of its invasive range in Eurasia / T.D. Garipey et al // NeoBiota. – 2021. – Vol. 68. – P. 53-77. <https://doi.org/10.3897/neobiota.68.68915>.

14. Review of the biology, ecology, and management of *Halyomorpha halys* in China, Japan, and Korea / D.-H. Lee et al // Environmental Entomology. – 2013. – Vol. 42, № 4. – P. 627-641. <https://doi.org/10.1603/EN13006>.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, грант № BR22887230 «Создание эффективной системы управления численностью популяций карантинных вредных организмов, ограничено распространенных на территории Республики Казахстан».

К.А. Абышева^{1*}, Ә.Н. Махамбетов², Б. Дулат², З.К. Даирбекова², Ш.А. Абжанова¹

¹Алматы технологиялық университеті,

050061, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Фуркат к-сі, 348/4

²Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігі

Ғылым комитетінің Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты

050040 Қазақстан Республикасы, Алматы, Тимирязев к-сі, 45

*e-mail: kami021102@gmail.com

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ *HALYOMORPHA HALYS* STÅL ҮЛГІЛЕРІН ГЕОАҚПАРАТТЫҚ МОНИТОРИНГТЕУ, ЦИФРЛЫҚ ПАСПОРТТАУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУДЫҢ ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН ЖҮЙЕСІ

Мақалада Оңтүстік Қазақстан жағдайында *Halyomorpha halys* Stål үлгілерін ерте анықтауға, цифрлық паспорттауға және молекулалық-генетикалық верификацияға дайындауға арналған интеграцияланған техникалық схема ұсынылып, сынақтан өткізілді. Зерттеудің мақсаты ошақтарды GPS-байланыстыруды, үлгілерді стандартталған есепке алуды және COI мен ITS1 маркерлері бойынша кейінгі талдауға жарамды коллекция қалыптастыруды біріктіретін қайталанымды жүйені әзірлеу болды. Жүйені далалық сынақтан өткізу Алматы қаласының Ботаникалық бағында алма мен алмұрт ағаштарында феромондық тұзақтар мен аулағыш белдеулерді пайдалану арқылы жүргізілді. Бақылау барысында дамудың ертүрлі сатыларындағы 215 дара тіркелді. Ең жоғары саны зерттелген аумақтың орталық бөлігінде анықталды; ең жоғары көрсеткіштер D1 және D2 нүктелерінде тіркелді (түісінше 30 және 33 дара). Феромондық тұзақтардың ересек имаголарды неғұрлым толық анықтауды қамтамасыз ететіні, ал аулағыш белдеулердің нимфалық сатылардың анықталуын арттыратыны белгіленді. Үлгінің біріздендірілген цифрлық паспорты ұсынылды, ол іріктеп алу сәтінен бастап зертханалық өңдеу және кеңістіктік талдау кезеңіне дейінгі деректердің қадағалануын қамтамасыз етеді. Әзірленген жүйе *H. halys* инвазиялық популяцияларының молекулалық құрылымы бойынша диссертациялық зерттеулердің бірінші кезеңі және өңірлік фитосанитарлық мониторинг бағдарламаларының негізі бола алады.

Түйін сөздер: *Halyomorpha halys*; молекулалық-генетикалық сәйкестендіру; COI; ITS1; геоақпараттық мониторинг; феромондық тұзақтар; үлгінің цифрлық паспорты; Оңтүстік Қазақстан.

A. Aбышева*, A.N. Makhambetov², B. Dulat², Z.K. Dairbekova², S.A. Abzhanova¹

¹Almaty Technological University,

050061, Republic of Kazakhstan, Almaty, Furkat str., 348/4

²Institute of Biology and Biotechnology of Plants, Committee of Science,

Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan,

050040, Republic of Kazakhstan, Almaty, Timiryazev str., 45

*e-mail: kami021102@gmail.com

INTEGRATED SYSTEM OF GEOINFORMATION MONITORING, DIGITAL PASSPORTIZATION, AND SAMPLE PREPARATION OF *HALYOMORPHA HALYS* STÅL IN SOUTHERN KAZAKHSTAN

The article proposes and tests an integrated technical scheme for the early detection, digital passportization, and preparation of *Halyomorpha halys* Stål samples for molecular-genetic verification under the conditions of southern Kazakhstan. The aim of the study was to develop a reproducible system combining

field monitoring, GPS referencing of foci, standardized recording of samples, and the formation of a collection suitable for subsequent analysis using the COI and ITS1 markers. Field testing of the system was carried out in the Botanical Garden of Almaty using pheromone traps and trap belts on apple and pear trees. During the observations, 215 individuals at different developmental stages were recorded. The highest abundance was detected in the central part of the surveyed territory; the maximum values were recorded at points D1 and D2 (30 and 33 individuals, respectively). It was established that pheromone traps provide more complete detection of adult imagoes, whereas trap belts increase the detectability of nymphal stages. A unified digital passport of the sample was proposed, ensuring the traceability of data from the moment of collection to the stage of laboratory processing and spatial analysis. The developed system can serve as the first stage of dissertation research on the molecular structure of invasive populations of *H. halys* and as a basis for regional phytosanitary monitoring programs.

Key words *Halyomorpha halys*; molecular-genetic identification; COI; ITS1; geoinformation monitoring; pheromone traps; digital passport of the sample; southern Kazakhstan.

Сведения об авторах

Камила Абышева* – магистрант 2 курса кафедры пищевой биотехнологии Алматинского технологического университета, Алматы, Казахстан; e-mail: kami021102@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5567-6820>.

Әлібек Махамбетов – лаборант лаборатории молекулярной биологии РГП на ПХВ «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МНВО РК, Алматы, Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8076-8624>.

Бақыт Дулат – лаборант лаборатории молекулярной биологии РГП на ПХВ «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МНВО РК, Алматы, Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7000-6887>.

Зарина Даирбекова – лаборант лаборатории молекулярной биологии РГП на ПХВ «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МНВО РК, Алматы, Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1327-084X>.

Шолпан Абжанова – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Пищевая биотехнология» Алматинского Технологического Университета, Алматы, Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3209-6855>.

Авторлар туралы мәліметтер

Камила Абышева* – Алматы Технологиялық Университетінің «Тағамдық биотехнология» кафедрасының 2-курс магистранты, Алматы, Қазақстан; e-mail: kami021102@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5567-6820>.

Әлібек Махамбетов – ҚР ҒЖБМ «Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты» РМК-ның Молекулалық биология зертханасының лаборанты, Алматы, Қазақстан. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8076-8624>.

Бақыт Дулат – ҚР ҒЖБМ «Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты» РМК-ның Молекулалық биология зертханасының лаборанты, Алматы, Қазақстан. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7000-6887>.

Зарина Даирбекова – ҚР ҒЖБМ «Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты» РМК-ның Молекулалық биология зертханасының лаборанты, Алматы, Қазақстан. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1327-084X>.

Шолпан Абжанова – Алматы Технологиялық Университетінің «Тағамдық биотехнология» кафедрасының техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Алматы, Қазақстан. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3209-6855>.

Information about the authors

Kamila Abysheva* – 2nd-year Master's student of the Department of Food Biotechnology, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5567-6820>.

Alibek Makhambetov – technician at the Laboratory of Molecular Biology, RSE on REM «Institute of Plant Biology and Biotechnology» CS MSHE RK, Almaty, Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8076-8624>.

Bakyt Dulat – technician at the Laboratory of Molecular Biology, RSE on REM «Institute of Plant Biology and Biotechnology» CS MSHE RK, Almaty, Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7000-6887>.

Zarina Dairbekova – technician at the Laboratory of Molecular Biology, RSE on REM «Institute of Plant Biology and Biotechnology» CS MSHE RK, Almaty, Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1327-084X>.



К.О. Богданова*, **Г.Т. Доланбаева¹**, **В.Н. Николаева²**, **С.К. Кабдрахманова¹**,
А.К. Кабдрахманова^{3,4}

¹Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева
050013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул.Каныша Сатпаева, 22

²Восточно-Казахстанский университет им. Сарсена Аманжолова
070002, Республика Казахстан, г.Усть-Каменогорск, ул.30-й Гвардейской дивизии, 34

³ТОО «Научный центр композиционных материалов»,
050000, Республика Казахстан, г.Алматы, Алмалинский район, ул.Нурмакова, д. 79,

⁴ТОО «Научно-исследовательский институт «TrueScience»,
050054, Республика Казахстан, г.Алматы, Турксибский район, ул.Тукая, 33

*e-mail: bogdanova.xeniya@mail.ru

РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА МНОГОСЛОЙНОЙ ПОЛИМЕРНОЙ ОБОЛОЧКИ НА ОСНОВЕ МЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ КОНТРОЛИРУЕМОЙ ДОСТАВКИ ФУЗИКОКЦИНА НА СЕМЕНАХ СОИ

Аннотация: Эффективность применения фитогормонов в значительной степени ограничивается их стремительной деградацией, неравномерным распределением на поверхности семян и отсутствием контроля за высвобождением в процессе прорастания. В данной работе разработана и исследована многослойная полимерная оболочка на основе метилцеллюлозы с использованием минерального наполнителя (тальк) и полисахаридного наполнителя (картофельный крахмал) для контролируемой доставки фитогормона фузикоцина (FC) на семенной материал сои. Изучены физико-химические характеристики покрытий, равномерность нанесения, кинетика деградации и высвобождение активного вещества при различных температурно-влажностных условиях. Установлено, что композиции на основе метилцеллюлозы и талька обладают более высокой механической стабильностью, меньшей склонностью к набуханию и более продолжительным временем деградации по сравнению с крахмальными системами. Высвобождение FC подчиняется кинетике первого порядка с константой скорости $0,025 \text{ ч}^{-1}$ и периодом полувыведения 27,8 ч. Полученные результаты подтверждают перспективность применения разработанных метилцеллюлозно-тальковых оболочек для пролонгированной и контролируемой доставки фитогормонов в технологиях предпосевной обработки семян. В дальнейшем данные будут использованы при исследованиях в области изучения полимерных покрытий в условиях прорастания семян.

Ключевые слова: метилцеллюлоза, фузикоцин, оболочка семян, контролируемое высвобождение, тальк, соя.

Введение

Повышение эффективности предпосевной обработки семян является одной из ключевых задач современного растениеводства, поскольку ранние этапы онтогенеза растений в значительной степени определяют продуктивность агроценозов и устойчивость культур к абиотическим стрессам [1, 2]. Адресная доставка биологически активных веществ к семенному материалу рассматривается как перспективный инструмент управления физиологическими процессами прорастания, обеспечивающий повышение энергии