

**МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ ГЕРБАРНЫХ ОБРАЗЦОВ
НА ОПЫТЕ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ПАЛЕРМО**
**Pest management methods in excicates according to the experience
of the botanical garden of Palermo**

А. А. Балакина, магистрант

И. А. Старицына, кандидат геолого-минералогических наук, доцент
Уральский государственный аграрный университет
(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Рецензент: Н. В. Вашукевич, кандидат биологических наук, доцент

Аннотация

В данной статье рассматривается важный вопрос по сохранению редких экземпляров в гербарии ботанического сада Палермо. Проблема заключена в борьбе с вредителями, нарушаемыми целостность эксикатов. Проведен анализ и выведены оптимальные методы борьбы с вредителями гербария.

Ключевые слова: вредители, гербарий, табачный жук, феромоны, ботанический сад, эксикаты, система ИРМ, семиохимические вещества, серрикорнин, методы борьбы, оптимальные условия.

Summary

This article discusses the important issue of preserving rare specimens in the herbarium of the Palermo Botanical Garden. The problem lies in the fight against pests, violated the integrity of excicates. The analysis was carried out and the optimal methods of herbarium pest control were derived.

Keywords: pests, herbarium, tobacco beetle, pheromones, botanical garden, excicates, IPM system, semi-chemicals, serricornin, control methods, optimal conditions.

Гербарии – это важные научные инструменты, которые сохраняют вымершие, редкие, эндемичные и обычные виды растений, а также имеют значение как культурное наследие из-за их исторической и эстетической ценности. В мире насчитывается 3095 действующих гербариев, содержащих 387 513 053 ботанических образца. Коллекции гербариев представляют собой огромную выборку мировой флоры и являются инструментом для изучения биоразнообразия, консультирования и распространения ботанических, культурных, травяных и пищевых применений и традиций [4]. Когда описывается новый вид, образцы этого растения-типа помещаются в гербарий и служат эталоном для последующих определений. Более того, их правильная консервация важна для дальнейших исследований новыми биомолекулярными методами, основанными на исследованиях ДНК. Слово «гербарий» может означать два разных определения: во-первых, сборник, описывающий растительное царство; во-вторых, здание, в котором размещается одна или несколько коллекций сухих образцов растений, называемых эксикатами.

С целью выявления основных насекомых-вредителей, было проведено обследование ботанических образцов и их зараженности на примере одного из крупнейших гербариев Ботанического сада Палермо [7]. Гербарии могут быть заражены насекомыми-вредителями, питающимися засохшими растениями, и борьба с ними часто сложный и трудный процесс. Использование химических инсектицидов для борьбы с такими насекомыми могут иметь отрицательные качества для гербария. Это указывает на острую потребность в альтернативных средствах

борьбы. Гербарий Ботанического сада Палермо, именуемый в дальнейшем PAL как в Index Herbariorum, также известный как Herbarium Mediterraneum Panormitanum, был основан в начале 18-го века. Недавно научный куратор гербария сообщил о повреждениях, варьирующихся от незначительных до серьезных, на нескольких эксикатах, вероятно, в результате нападения насекомых или других членистоногих.

Насекомые-вредители считаются наиболее распространенным биотическим фактором порчи музейных предметов из дерева, бумаги, тканей и других сухих органических веществ и, следовательно, поражают большинство гербариев. В гербариях эксикаты представляют собой потенциальный источник пищи для различных насекомых-вредителей, которые могут причинять вред своим кормлением, рытьем нор и дефекацией. Основными насекомыми, поражающими гербарии, являются: *Lepisma saccharina* L., *Blattella germanica* L. и *Periplaneta americana* L., *Liposcelis* spp., *Stegobium paniceum* L. и *Lasioderma serricorne* F., *Trogoderma granarium* Everts, *Plodia interpunctella*, *Tineola bisselliella* L. и *Tinea pellionella*. Анобииды особенно опасны для сухих растений, поскольку они считаются основными вредителями продуктов хранения, таких как травяной чай, специи, табак и сухофрукты [3]. Их агрессивность по отношению к высушенным растениям наносит наибольший вред гербарным растениям. Меры управления в гербариях отсутствуют. Стратегии борьбы в основном основаны на протоколах, используемых против вредителей хранящихся продуктов, заражающих склады, аналогично тому, что принято в других контекстах культурного наследия. Исследование показало, что *Lasioderma serricorne* является основным вредителем гербария. На сегодняшний день основными методами, принятыми хранителями гербариев для борьбы с вредителями, являются: замораживание мешков, в которых хранились эксикаты, использование химических продуктов и сочетание замораживания и химических продуктов [7].

Использование химических инсектицидов привело к отрицательным последствиям, таким как опасность для окружающей среды, развитие резистентности у многих насекомых и риск для операторов, а также несовместимость с сохранением и восстановлением гербарных коллекций. Эксикаты должны быть свободны от токсичных соединений, они должны быть доступны для изучения в любое время для всех различных исследователей и пользователей, поскольку было задокументировано прямое неблагоприятное воздействие инсектицидов на здоровье кураторов. Мы можем сделать вывод, что имеется большая потребность в оценке новых альтернативных методов комплексной борьбы с вредителями. Для новых методов борьбы с эксикатами. IPM – это термин, первоначально принятый для описания разработки методов борьбы с вредителями в сельском хозяйстве, которые не основаны только на регулярном и систематическом использовании пестицидов. Основными тактиками IPM являются мониторинг, отпугивание вредителей, изменение окружающей среды и целенаправленное лечение. Он не только дает информацию о том, где и когда присутствует тот или иной вредный организм, но также позволяет правильно идентифицировать основные вредные организмы, необходимые для определения целевых методов борьбы. Ловушки с приманкой с феромонами являются чувствительными инструментами, они очень специфичны для некоторых видов, поэтому могут иметь огромный потенциал в качестве инструмента для мониторинга заражения насекомыми в музейных коллекциях и гербариях. После определения ключевого вредителя и связанных с ним семиохимических веществ крайне важно оценить их эффективность в борьбе с вредителями. Способность привлекать насекомых в ловушку связана со скоростью выброса полухимических веществ во времени, в значительной степени связанной с используемыми типами дозаторов [7]. Основным вредителем, заражающим гербария, был *L. serricorne*, поэтому были

проведены специальные эксперименты с коммерческим феромоном этого вида жесткокрылых для оптимизации его использования.

Были проведены эксперименты для оценки двух различных высвобождающих феромонов *L. serricornis* с точки зрения скорости выброса и привлечения насекомых. В качестве феромона использовали серрикорнин (степень чистоты 97,9%, Bedoukian, Dambury, USA), в дозе 4 мг. Высвобождающими средствами были: (1) полиэтиленовая пробирка, т.е. пробирка объемом 0,5 мл, заполненная раствором циклогексана (100 мкл), содержащим феромон, и (2) ламинированный тканевый релизер так же называемый «диспенсер для пластырей», содержащий клейкий клей, в котором смешивался феромон. Высвобождающие вещества оценивали с точки зрения привлекательности, т. е. количества взрослых особей, пойманных в ловушки с феромонной приманкой, и скорости выброса, т. е. количества феромона, выделяемого в час с момента открытия до 60 дней использования. Всего было использовано девять ловушек: три ловушки с приманкой из полиэтиленовой трубки, три ловушки с приманкой с помощью дозатора пластырей и три ловушки, оставленные незаряженными в качестве контроля. Положение ловушек было задано случайным образом. Ловушки осматривались еженедельно в августе 2018 г. для подсчета количества отловленных взрослых особей *L. serricornis*. Положение ловушек меняли по часовой стрелке после каждой проверки, чтобы избежать систематической ошибки [7].

Для коллекций в свободном пространстве высвобождающие феромоны помещали с помощью шприцов в стеклянные флаконы объемом 22 мл, которые закрывали крышкой с политетрафторэтиленовой силиконовой перегородкой. В качестве внутреннего стандарта добавляли 1 мкл гексанового раствора декана (200 нг мкл⁻¹). Затем через перегородку вставляли иглу для ТФМЭ, и летучие вещества абсорбировали открытым волокном в течение 2 ч при комнатной температуре (22°C) [7].

Чтобы оценить кривую эмиссии феромонов, сборы проводили соответственно на 0, 3, 10, 20, 30, 40, 50 и 60 день после открытия выпускных устройств. Эксперименты повторяли три раза для каждого типа высвобождающего вещества и времени отбора проб, всего 48 образцов. Все анализы проводились в лабораториях Департамента сельскохозяйственных, пищевых и лесных наук Университета Палермо (Италия) [7].

Чтобы оценить эффективность пищевого аттрактанта для увеличения количества насекомых, пойманных в ловушки с феромонами, был протестирован порошок чили (*Capsicum annuum* L. cv Requin) в качестве синергиста феромонов. Сообщается о многообещающих аттрактантных свойствах летучих веществ этого растения для *L. serricornis*. Порошок перца чили (2 г) взвешивали на прецизионных весах и помещали внутрь ловушки (на дно) вместе с высвобождающим феромоном. Для этого испытания использовались дозаторы из полиэтиленовых флаконов, поскольку они обеспечивали большее количество пойманных насекомых. Эксперимент по отлову был разработан следующим образом: три ловушки, загруженные порошком перца чили + феромон, три ловушки, загруженные только феромоном, и три ловушки, оставленные незагруженными, в качестве контроля. Эксперимент проводился месяц с сентября по октября 2018 г. Как и в случае с феромоновыми ловушками, ловушки еженедельно осматривались и подсчитывалось количество отловленных насекомых. Положение ловушек меняли по часовой стрелке после каждой проверки, чтобы избежать систематической ошибки [7]. Свежевыловленных насекомых собирали через 24 часа после установки ловушки и доставляли в лабораторию для определения пола путем вскрытия под стереомикроскопом (таблица 1).

**Отряды и семейства насекомых, обнаруженные в мешках
коллекции гербария Гройтера [7].**

Ботанические семейства	Жесткокры- лые: Anobiidae		Тисанура: Lepismatidae		Сеноеды: Liposceli- dae	Перепонча- токрылые: Formicidae	Другие пе- репончато- крылые	Всего
	Adults	Larvae	Total					
Asparagaceae	21	11	32	0	0	0	4	36
Aspleniaceae	16	90	106	0	0	0	0	106
Asteraceae	58	180	238	0	5	0	5	248
Brassicaceae	49	86	135	0	1	0	2	138
Caesalpinaceae	40	60	100	0	8	0	4	112
Cannabaceae	30	3	33	0	0	0	0	33
Chenopodi- aceae	25	35	60	0	0	0	0	60
Euphorbiaceae	42	52	94	1	0	12	0	107
Lamiaceae	48	49	97	0	42	3	4	146
Orchidaceae	7	6	13	0	0	0	0	13
Pinaceae	61	20	81	1	0	0	0	82
Proteaceae	11	10	21	0	0	0	0	21
Rosaceae	9	6	15	0	0	7	0	22
Scrophularia- ceae	10	20	30	1	0	0	0	31
Solanaceae	18	12	30	1	0	0	0	31
Всего	445	640	1085	4	56	22	19	1186

В таблице 1 указано количество особей (в целом) насекомых, собранных в мешки, в соответствии с ботаническим семейством. Были случайным образом отобраны 15 ботанических семейств. Жуки-анобииды были самыми многочисленными насекомыми, зарегистрированными во всех ботанических семействах, а *L. serricornis* был основным собранным видом. Этот вид, известный также как табачный жук, можно считать основным вредителем этого гербария по количеству присутствующих особей и типу связанных с ними повреждений [7].

Дисперсионный анализ выявил различия в количестве отловленных взрослых особей между блоками. Ловушки с полиэтиленовым диспенсером ловили имаго *L. serricornis* на одну ловушку в неделю, что статистически больше, чем ловушки с диспенсером для пластирей и контрольные ловушки. Статистически значимых различий в количестве поимок в контрольных ловушках и ловушках, загруженных дозатором пластирей, не зафиксировано. В целом наибольшее количество серрикорнина было выделено при открытии высвобождающего устройства для обоих типов высвобождающих устройств. При этом не было зафиксировано статистических различий в количестве выделяемого феромона в первые 3 дня [7].

Количество феромонов уменьшалось для обоих дозаторов в течение времени, но количество серрикорнина, выделяемого из полиэтиленового дозатора, было выше, чем количество, выделяемое из дозатора пластиря, соответственно, на 10-й день. Однако скорость выброса серрикорнина была едва различима для обоих типов релизеров через 2 месяца. Ловушки с феромонами, дополненные порошком перца чили, захватили значительно большее количество взрос-

лых особей *L. serricornis* по сравнению с ловушками, загруженными только феромоном. Ловушки, дополненные порошком чили, захватили в среднем $9,50 \pm 1,83$ взрослых особей, в то время как ловушка с одним феромоном улавливала примерно на 50% меньше взрослых особей ($4,48 \pm 1,34$). Самки составляли 23,07% от общего числа только что отловленных взрослых особей [7].

Борьба с гербарными вредителями является первостепенной задачей для всех кураторов гербариев, особенно в тропических, субтропических и жарких регионах мира, где существуют идеальные условия для заражения вредителями. Результаты этого исследования подчеркивают, что в РАЛ широко распространены насекомые-вредители, которые питаются и повреждают эксикаты. Большинство образцов, собранных во время обследования, были насекомыми, обычно связанными с внутренней средой и особенно с сухими органическими материалами [8].

Наиболее многочисленными насекомыми-паразитами, обнаруженными в РАЛ, были представители анобидных жесткокрылых видов *L. Serricornis*. В контексте культурного наследия они в первую очередь являются вредителями бумажных материалов. Таким образом, в гербарии *Liposcelis* может поражать не только сухие растения, но и бумажные листы, поддерживающие эксикаты, поскольку они могут быть источником пищи. В РАЛ основным вредителем был *L. serricornis*, который предпочитает теплый и влажный климат. Этот вид анобидов вместе с родственным видом *Stegobium raniceum* L. определяется как наиболее распространенный вредитель в музеях, который может поражать различные органические материалы, включая сушеные овощи [5]. *L. serricornis* является особенно многоядным, поэтому его можно найти в различных типах складских и перерабатывающих предприятий, таких как фабрики, розничные магазины и табачные склады [1]. Этот вредитель показал всю свою высокую полифагию, заражающую 15 отобранных ботанических семейств. Ботаническим семейством, наиболее зараженным в гербарии с точки зрения общего количества обнаруженных анобидов, было *Asteraceae*, в соответствии с результатами других исследований [6].

Проанализированная научная работа позволила изучить наличие различных видов вредителей поражающие гербарии. Подтверждение наличия различных насекомых-вредителей, заражающих эксикаты, помогло разработать альтернативный метод борьбы с вредителями в данном гербарии, при этом основным вредителем является анобид *L. serricornis*, а пососиды *Liposcelis* sp. вторичные условно-патогенные вредители. Эксперименты по тестированию семиохимических средств для мониторинга и отлова *L. serricornis* позволили улучшить наши знания об этом инструменте в гербариях. Результаты оценки семиохимических стратегий были доведены до сведения директора гербария для поощрения принятия программы ИРМ в качестве бесценного профилактического инструмента сохранения. Данное исследование так же поможет в защите и наблюдении за гербариями отечества, например в самом крупном гербарии ботанического института РАН [2].

Библиографический список

1. Гахраманов Ш. Ш. Естественные враги вредителей древесных культур Апшеронского полуострова // Бюллетень науки и практики. 2022. № 11. С. 112-118.
2. Гербарий высших растений Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (БИН РАН) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://herbariumle.ru> (дата обращения: 22.02.2023).
3. Лезин М. С., Уфимцева Л. В. Возбудители инфекционных болезней микровишни песчаной (*PRUNUS PUMILA* L.) // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур

и картофеля: сборник научных трудов. Челябинск: Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства. Том XX, 2018. С. 59-68.

4. *Старицына И. А., Старицына Н. А.* Симбиоз мегаполиса и Ботанического сада на примере г. Екатеринбурга // Келлеровские чтения: материалы Национальной (с международным участием) научно-практической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения академика, заслуженного деятеля науки РФ Б. А. Келлера и 130-летию со дня рождения профессора Б. М. Козо-Полянского, Воронеж, 28–29 апреля 2020 года. Воронеж: Изд-во Воронежского государственного аграрного университета им. Императора Петра I. 2020. С. 20-25.

5. *Яхьяев Х. К., Абдуллаева Х. З.* Мониторинг развития и распространения вредителей сельскохозяйственных культур в Узбекистане // Бюллетень науки и практики. 2018. № 4. С. 172-177.

6. *Athanassiou C., Bray D. P., Hall D. R., Phillips C., Vassilakos T. N.* Factors affecting field performance of pheromone traps for tobacco beetle, *Lasioderma serricorne*, and tobacco moth, *Ephestia elutella* // *J. Pest Sci.* 91. 2018. P. 1381-1391.

7. *Guarino S., Basile S., Caimi M., Carratello A., Manachini B., Peri E.* Insect pests of the Herbarium of the Palermo botanical garden and evaluation of semiochemicals for the control of the key pest *Lasioderma serricorne* F. (Coleoptera: Anobiidae) // *Journal of Cultural Heritage.* 2020. Vol. 43. P. 37-44.

8. *Li M., Li X.-J., Lü J.-H., Huo M.-F.* The effect of acclimation on heat tolerance of *Lasioderma serricorne* (Fabricius) // (Coleoptera: Anobiidae) // *J. Therm. Biol.* 2018. № 71. P. 153-157.