

Отчёт лаборатории защиты растений за 2023 год

Государственное Задание № FNZM-2022-0001

«Развитие теоретических и методических аспектов использования современных технологий мониторинга вредных организмов для эффективного управления фитосанитарными рисками в ампелоценозах, в том числе на насаждениях автохтонных сортов Крыма»

Этап 2023 года

Сбор и систематизация первичных данных для разработки цифровых технологий мониторинга (в т.ч. дистанционного) и управления фитосанитарными рисками в ампелоценозах

Основанием для разработки темы являлась Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы), направление «4.1.2.6. Новые системы и методы мониторинга фитосанитарного состояния агробиоценозов и диагностики вредных и полезных микроорганизмов»

Руководитель задания:

Зам. директора по научной работе,
гл. науч. сотр., д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр.

Алейникова Н.В.

Ответственные исполнители:

Вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.
Вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.
Науч. сотр., канд. с.-х. наук

Галкина Е.С.
Радионовская Я.Э.
Диденко П.А.

Исполнители:

Ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук
Науч. сотр., канд. с.-х. наук
Мл. науч. сотр.
Мл. науч. сотр.
Мл. науч. сотр.

Шапоренко В.Н.
Болотянская Е.А.
Диденко Л.В.
Андреев В.В.
Белаш С.Ю.

Цель исследований – продолжить исследования по автоматизации процессов обнаружения и количественной оценки развития основных вредных организмов на виноградниках с использованием сформированных датасетов, датчиков и программного обеспечения; цифровизации систем хранения и обработки данных по фитосанитарному мониторингу ампелоценозов

Задачи исследований:

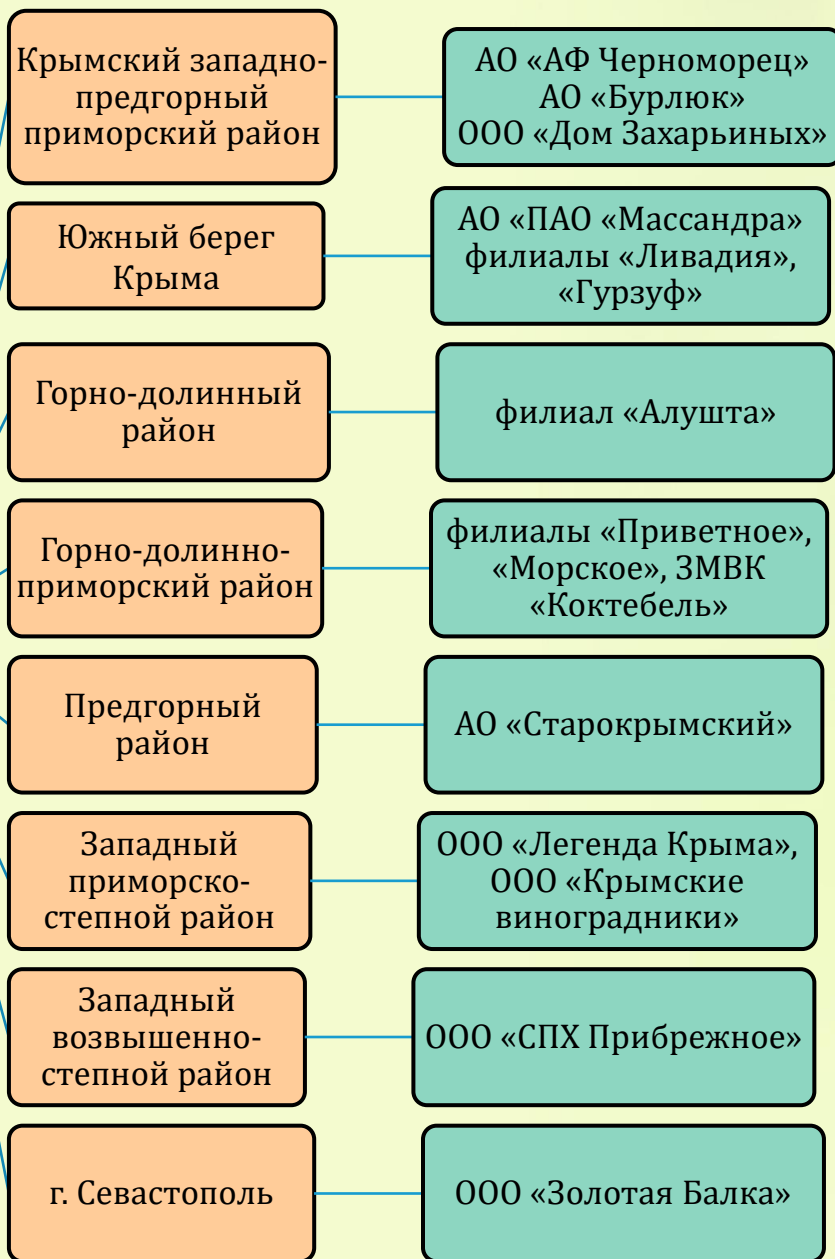
- 1) формирование датасетов, содержащих изображения вредоносных объектов и симптомов поражения/повреждения ими частей виноградных растений на цифровых носителях для машинного обучения;
- 2) изучение возможности автоматизации обнаружения и количественного учёта бабочек гроздевой листовёртки в феромонных ловушках на виноградниках;
- 3) автоматизация сбора метеорологических данных в условиях конкретного виноградника;
- 4) формирование и пополнение информационных баз данных по региональным комплексам фитофагов и фитопатогенов ампелоценозов Крыма.

Новизна исследований. Для создания интеллектуальных цифровых систем мониторинга и управления фитосанитарными рисками в ампелоценозах по результатам проведённого обучения свёрточной нейронной сети с использованием оригинальных датасетов разработан «Программный модуль нейросетевого автоматизированного подсчета бабочек гроздевой листовёртки на изображениях, отправленных посредством кроссплатформенной системы обмена сообщениями Telegram».

Сформирована «База данных особенностей развития болезней винограда в почвенно-климатических районах Крыма», содержащая информацию о 18 болезнях винограда различной этиологии, собранную и систематизированную за 7 лет исследований (2016-2022 гг.) с целью цифровизации систем хранения и обработки данных по фитосанитарному мониторингу.

Получены **новые данные** по видовой структуре фитофагов ампелоценозов Крыма: **впервые зафиксирована инвазия** цикадки белой (восковой) *Metcalfa pruinosa* Say и карантинного вида – азиатской ягодной дрозифилы *Drosophila suzukii* Mats. **Перечень возбудителей криптогамных болезней винограда пополнен** выделенным и идентифицированным базидиомицетом *Fomitiporia mediterranea* M. Fisch. (один из основных возбудителей эски).

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ



Исследования проводились на виноградных насаждениях 15 предприятий 8 виноградо-винодельческих районов Крыма согласно

Общепринятым методическим подходам:

- Lancashire P.D. et al. (1991); Иванченко В.И. и др. (2004); Сакович Г.С. (2005); Доспехов Б.А. (2014);
- Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (2009);
- Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда (2010);
- Методы испытаний феромонов насекомых в сельском хозяйстве (2017);
- Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, феромонов, моллюскоцидов и родентицидов в растениеводстве (2022)

Оригинальным методическим подходам:

Якушина Н.А. с соавторами (2006, 2007);
Радиононская Я.Э. с соавторами (2014, 2015);
Алейникова Н.В. с соавторами (2022)

1. Формирование датасетов для машинного обучения

С целью обучения глубоких нейронных сетей, предназначенных для детектирования вредных организмов и патологий развития виноградных растений, **продолжено формирование датасетов.**

На виноградниках Крыма с мая по октябрь 2023 года с использованием цифровых камер, случайным образом, при разном освещении, фонах и ракурсах получены фотографии симптомов поражения возбудителями болезней и повреждения частей виноградных растений фитофагами, в том числе фото вредителей.

На основе экспертной оценки собран и структурирован **набор данных, содержащий 4400 фото изображений 40 объектов и симптомов**, а также их всевозможных пересечений, полученных на разных стадиях онтогенеза винограда, общим объемом 14,4 ГБ.

Характеристика наборов данных (виноградники Крыма, 2023 г.)

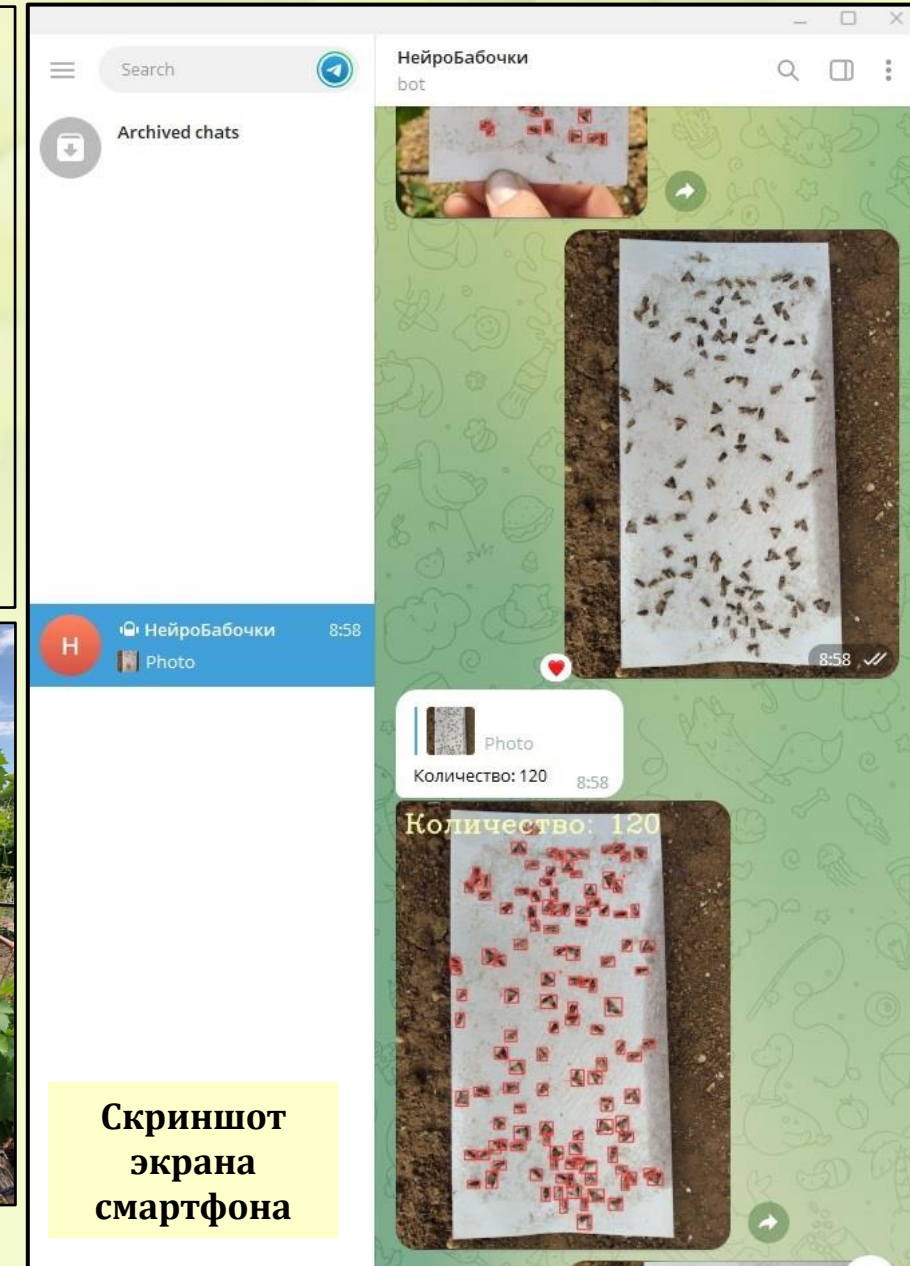
Параметры		Период, количество
Период съёмки	календарные сроки	апрель-октябрь
	фенофазы винограда	1-2 развернутых листа – полная зрелость ягод
Место проведения фотосъёмки	виноградо-винодельческие районы	8
	виноградарские предприятия	15
	сорта	16
Объекты	вредители	23
	инфекционные болезни	10
	неинфекционные болезни	3
	другое	4
	виноградное растение (норма)	16
	фенофазы (микростадии по ВВСН)	5
Общий объем информации	папки с фото, шт.	750
	фото, шт.	4394
	объем, ГБ	14,4



2. Автоматизация обнаружения и количественного учёта бабочек гроздевой листовёртки в феромонных ловушках на виноградниках

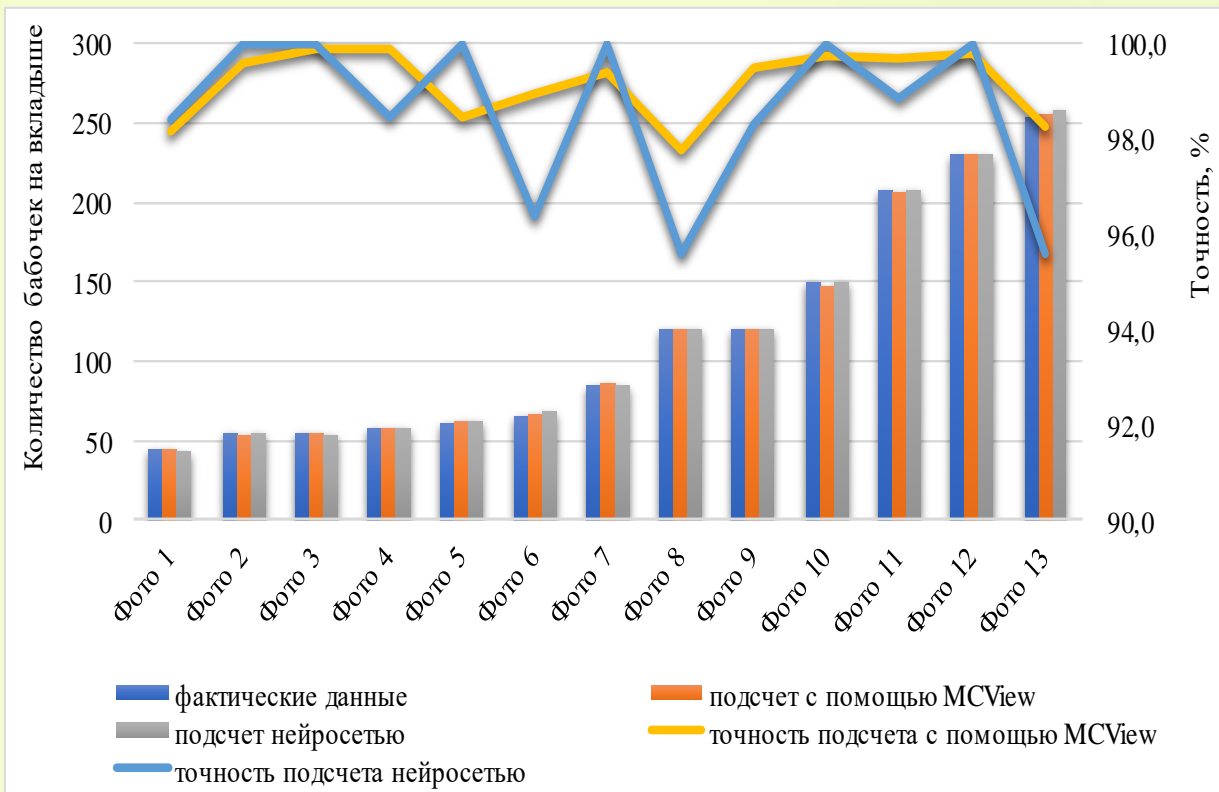
В рамках развития дистанционного фитосанитарного мониторинга совместно с лабораторией цифровых технологий в виноделии и виноградарстве выполнено **глубокое обучение и тестирование свёрточной нейронной сети YOLOv8** для автоматизированного детектирования и количественной оценки бабочек гроздевой листовёртки по **сформированным датасетам**.

Для использования нейронной сети **создан «Телеграм-бот»**, который позволяет посредством сети Интернет и смартфона в полевых условиях получать данные о количестве отловленных бабочек вредителя на клеевых вкладышах феромонных ловушек.



Скриншот
экрана
смартфона

2. Автоматизация обнаружения и количественного учёта бабочек гроздевой листовёртки в феромонных ловушках на виноградниках

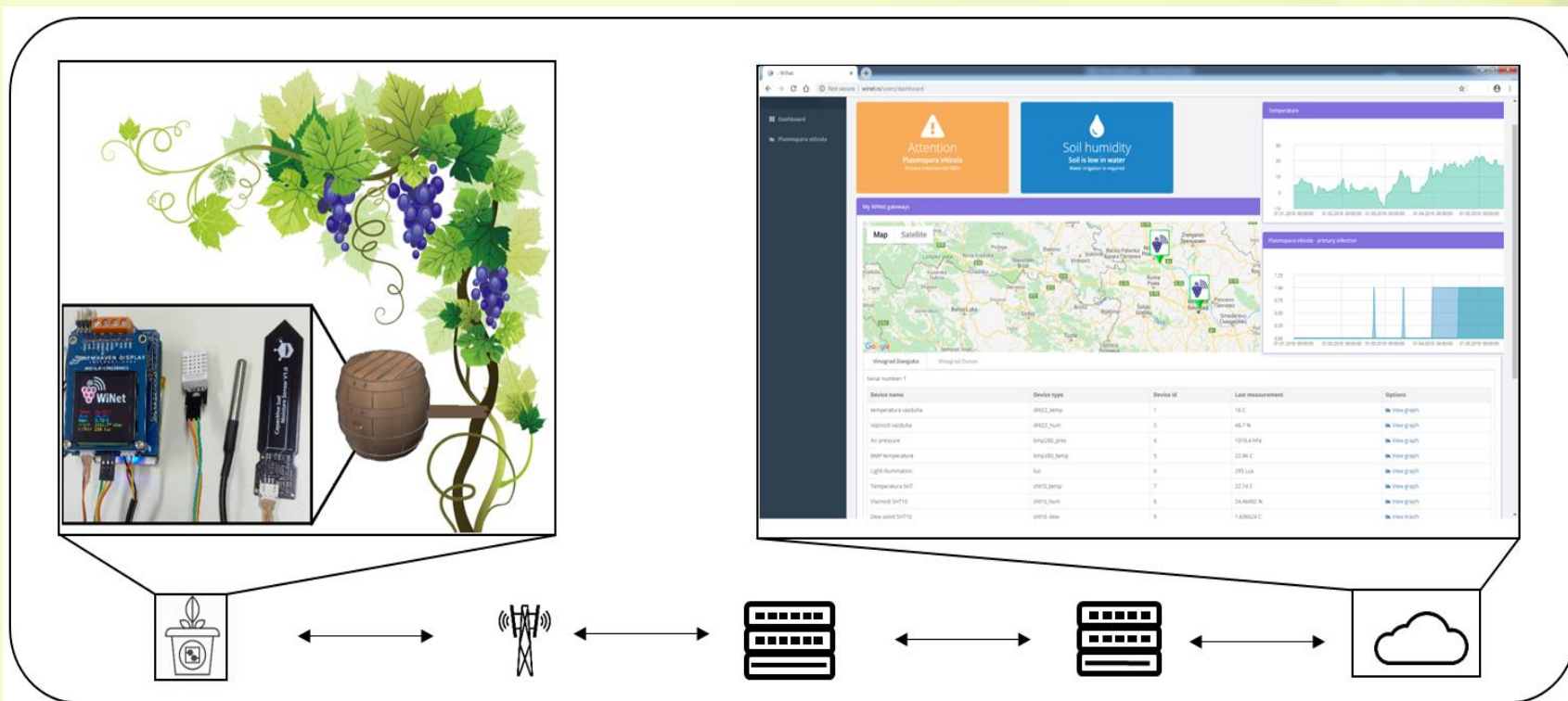


Сравнительная оценка точности подсчета бабочек с помощью программного обеспечения MCView на вкладышах феромонных ловушек относительно фактических данных

Валидационная оценка результатов нейросетевого подсчета относительно камерального подсчета с помощью программного обеспечения MCView показала несущественные различия по показателю точности (99,2 % относительно 98,6 %) на фоне уменьшения затрат времени в 10 раз при низкой численности бабочек на вкладыше и до 40 раз при численности свыше 100 бабочек на вкладыше.

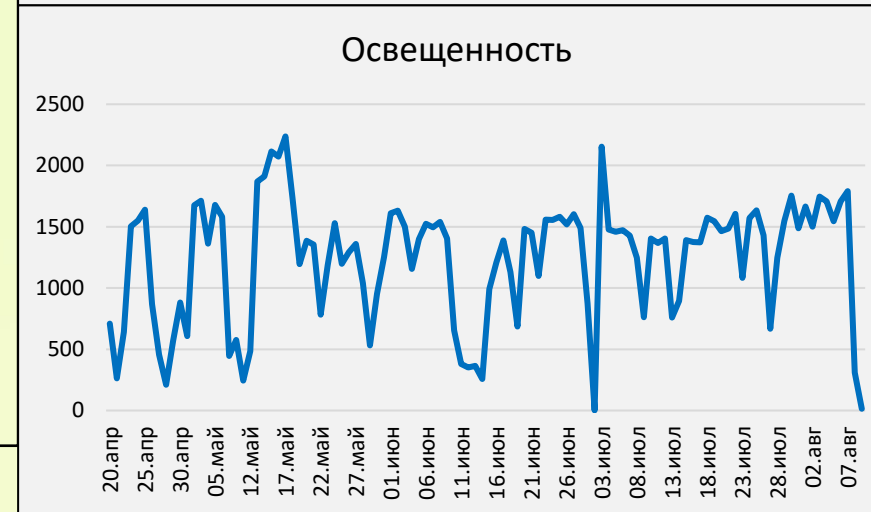
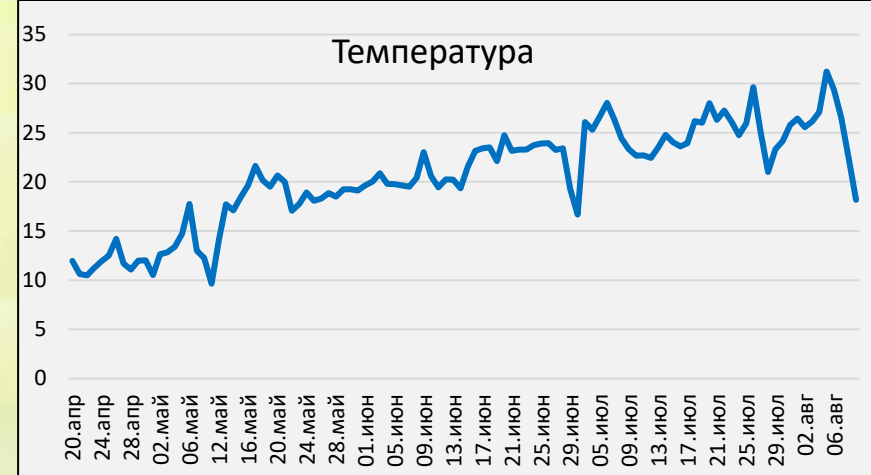
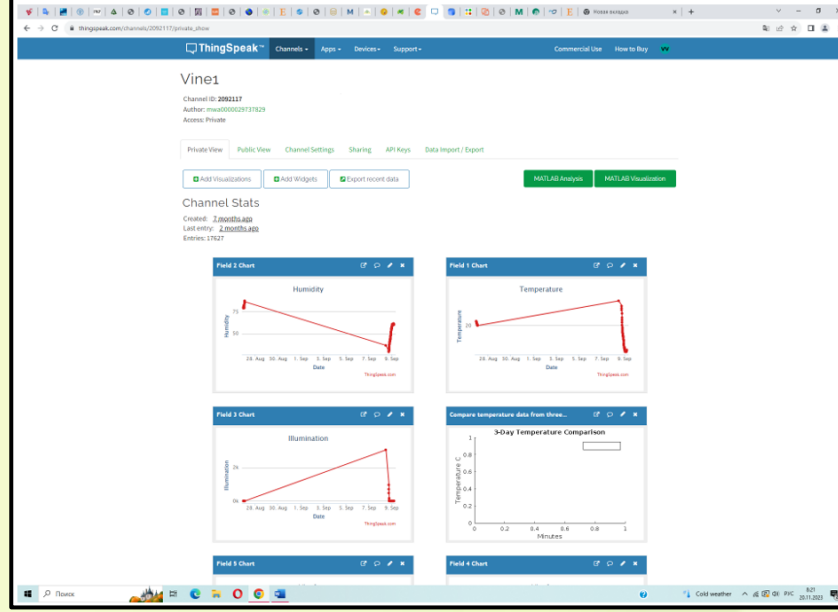
Оформлен РИД «Программный модуль нейросетевого автоматизированного подсчета бабочек гроздевой листовёртки на изображениях, полученных посредством кроссплатформенной системы обмена сообщениями Telegram» (совместно с лабораторией цифровизации технологий в виноделии и виноградарстве).

3. Автоматизация сбора метеорологических данных в условиях конкретного виноградника



В отчетном году начаты исследования, конечной целью которых является создание **аппаратно-программной платформы для поддержки принятия решений** по контролю развития вредных организмов на виноградниках, направленные на разработку:

- **модуля для сбора информации** об окружающей среде и погоде в реальном времени (от датчиков на винограднике);
- **моделей прогнозирования** биоэкологических особенностей развития вредных организмов.



В период вегетации винограда испытан **автономный метеорологический комплекс**, установленный на винограднике. Значения **температуры** и **влажности воздуха**, а также **уровня освещенности** фиксировались с 10-минутным интервалом, передавались через сеть-интернет на веб-сервер, далее информация выгружалась и обрабатывалась в программной среде Excel.

Результаты валидации показали, что данные экспериментальной метеостанции за период с мая по июль по показателям среднесуточной температуры воздуха **близки с данными ближайшей метеостанции** в г. Севастополь (коэффициент корреляции Пирсона 0,96).

Установлено, что наибольшее расхождение наблюдается по данным **минимальных и максимальных суточных значений температуры и влажности воздуха**, которые имеют существенное значение при прогнозировании особенностей развития основных вредных организмов в ампелоценозах

Использование мониторинга метеорологических показателей в реальном времени позволило начать исследования по разработке прогностических моделей определения биоэкологических особенностей развития **милдью** и **оидиума**, а также фенологии **гроздовой листовертки**.



Анализ температурного режима в реальном времени позволил рассчитать **индекс риска оидиума**, который был высоким – **60-100 %**, со **2 декады мая, весь июнь и июль**. Фиксируемые значения **относительной влажности воздуха** и **освещённости** в этот период были оптимальными для развития патогена. Установленная фактическая **интенсивность развития оидиума** к началу августа достигала **70 %** на листьях и **100 %** на гроздях, что соответствовало прогнозу.

Определена необходимость оснащения разрабатываемого метеорологического комплекса датчиками количества осадков, увлажнения листа и температуры на поверхности почвы.

4. Формирование и пополнение информационных баз данных по региональным комплексам фитофагов и фитопатогенов ампелоценозов Крыма

В рамках цифровизации систем хранения и обработки данных по фитосанитарному мониторингу создана «**База данных особенностей развития болезней винограда в почвенно-климатических районах Крыма**», которая содержит информацию о 18 болезнях винограда различной этиологии, собранную и систематизированную за 7 лет исследований (2016-2022 гг.).

База данных предназначена для хранения и анализа информации, для совершенствования фитосанитарного мониторинга болезней на винограде, отслеживания многолетних и сезонных изменений в структуре микробиома ампелоценозов, прогнозирования фитосанитарных рисков, оперативного и обоснованного внесения корректировок в адаптивные системы защиты виноградных насаждений. Вид и версия системы управления базой данных: Excel 2016. Объем базы данных: 83 КБ.

Получено **Свидетельство** о государственной регистрации базы данных.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации базы данных
№ 2023623567

«База данных особенностей развития болезней винограда в почвенно-климатических районах Крыма»

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН» (ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН») (RU)*

Авторы: *Алейникова Наталья Васильевна (RU), Радионовская Яна Эдуардовна (RU), Галкина Евгения Спиридоновна (RU), Шапоренко Владимир Николаевич (RU), Диденко Лиана Владимировна (RU), Андреев Владимир Владимирович (RU), Диденко Павел Александрович (RU), Болотнянская Елена Александровна (RU), Белаиш Сергей Юрьевич (RU)*

Заявка № 2023623360
Дата поступления 12 октября 2023 г.
Дата государственной регистрации в Реестре баз данных 19 октября 2023 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности
Ю.С. Зубов

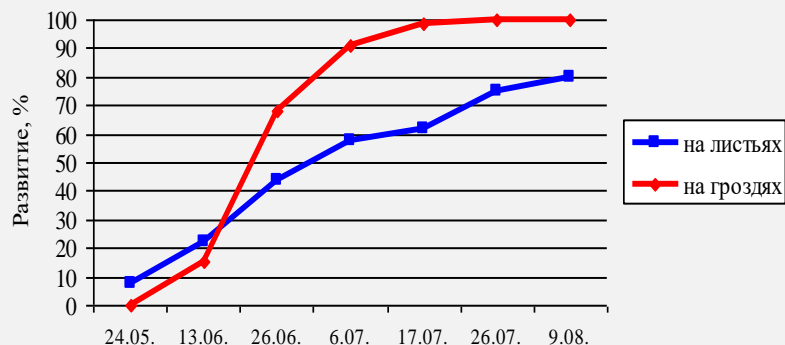


4. Формирование и пополнение информационных баз данных по региональным комплексам фитофагов и фитопатогенов ампелоценозов Крыма

В условиях 2023 года пополнены данные по видовому составу, плотности популяций, интенсивности поражения (повреждения) виноградных растений, индексу встречаемости вредных организмов в ампелоценозах (в т.ч. автохтонных сортов) основных виноградо-винодельческих районов Крыма.



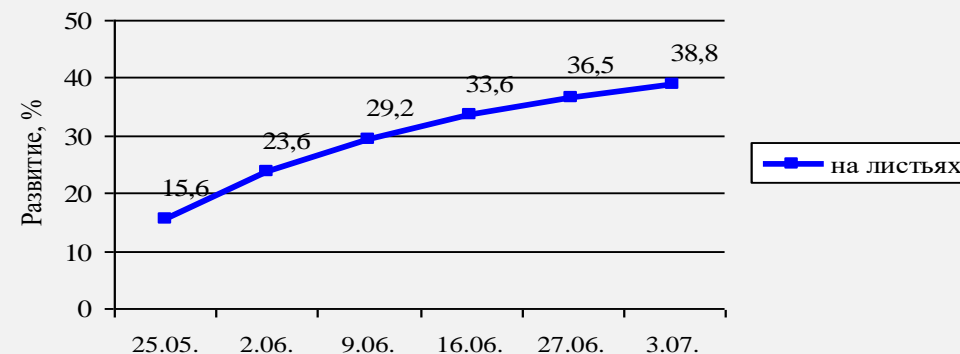
15.08



Динамика развития **оидиума** в условиях естественного инфекционного фона на растениях винограда



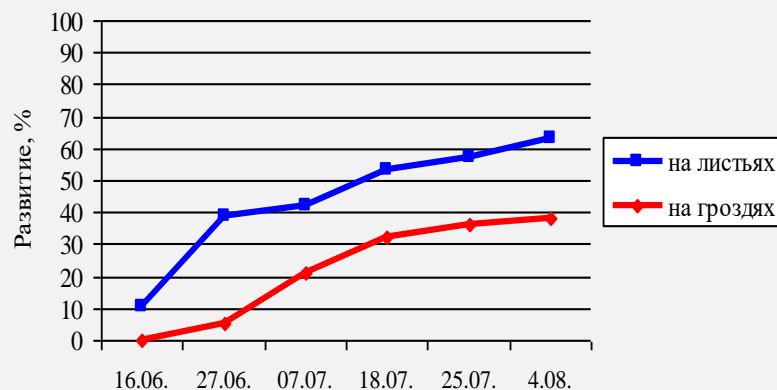
2.06



Динамика развития **чёрной пятнистости** в условиях естественного инфекционного фона на растениях винограда



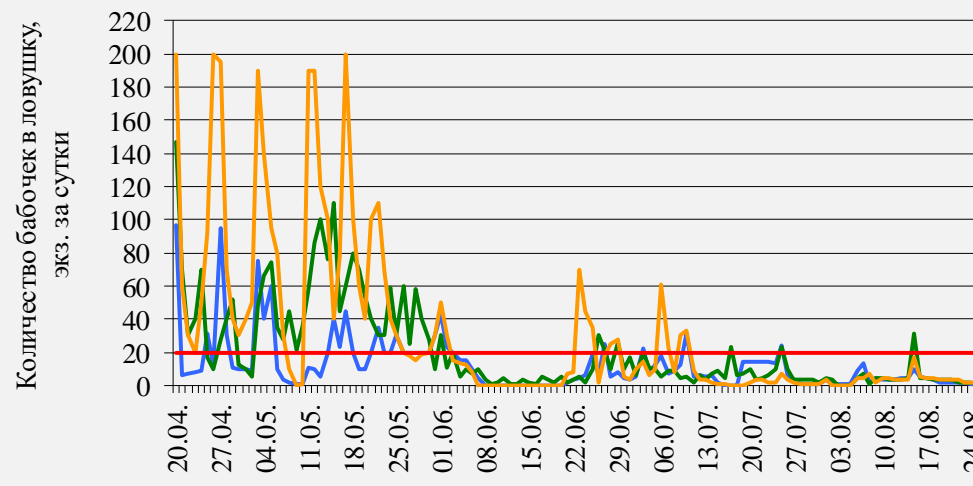
16.08



Динамика развития **милдью** в условиях естественного инфекционного фона на растениях винограда



15.06



Динамика лёта бабочек **гроздевой листовёртки**

4. Формирование и пополнение информационных баз данных по региональным комплексам фитофагов и фитопатогенов ампелоценозов Крыма



По результатам четырехлетних (2020–2023 гг.) полевых исследований и анализа динамики накопления **сумм эффективных температур воздуха** установлено, что на стационарном опытном винограднике в Западном районе Южнобережной зоны карантинный вредитель – **коричнево-мраморный клоп *Halyomorpha halys* Stal.** в 2020, 2022 и 2023 гг. развивался в **двух полных** генерациях, в 2021 году – **одной полной и частичной второй**, что обусловило низкую численность вредителя в 2022 году

Календарные даты							
Массовый выход из диапаузы перезимовавших имаго при наступлении t выше 13 °С	Период полового созревания перезимовавших самок			Развитие I генерации от яйца до имаго		Развитие II генерации от яйца до имаго	
	Наступление t выше 16 °С для начала развития репродуктивных органов самок	Наступление СЭТ 130° при t выше 16 °С для окончания развития репродуктивных органов самок	Начало яйце-кладки перезимовавших самок	СЭТ 530° при t выше 13 °С	Кол-во дней	СЭТ 530° при t выше 13 °С	Кол-во дней
2020 год							
01.05	18.05	27.06 (41 день)	28.06	28.06-07.08	41	с 14.08-07.10	55
2021 год							
02.05	14.05	24.06 (42 дня)	25.06	25.06-03.08	40	с 10.08-(23.10)*	75*
2022 год							
24.04	15.05	15.06 (32 дня)	16.06	16.06-02.08	48	с 09.08-02.10	55
2023 год							
04.05	13.05	19.06 (38 дней)	20.06	20.06-04.08	46	с 11.08-25.09	46

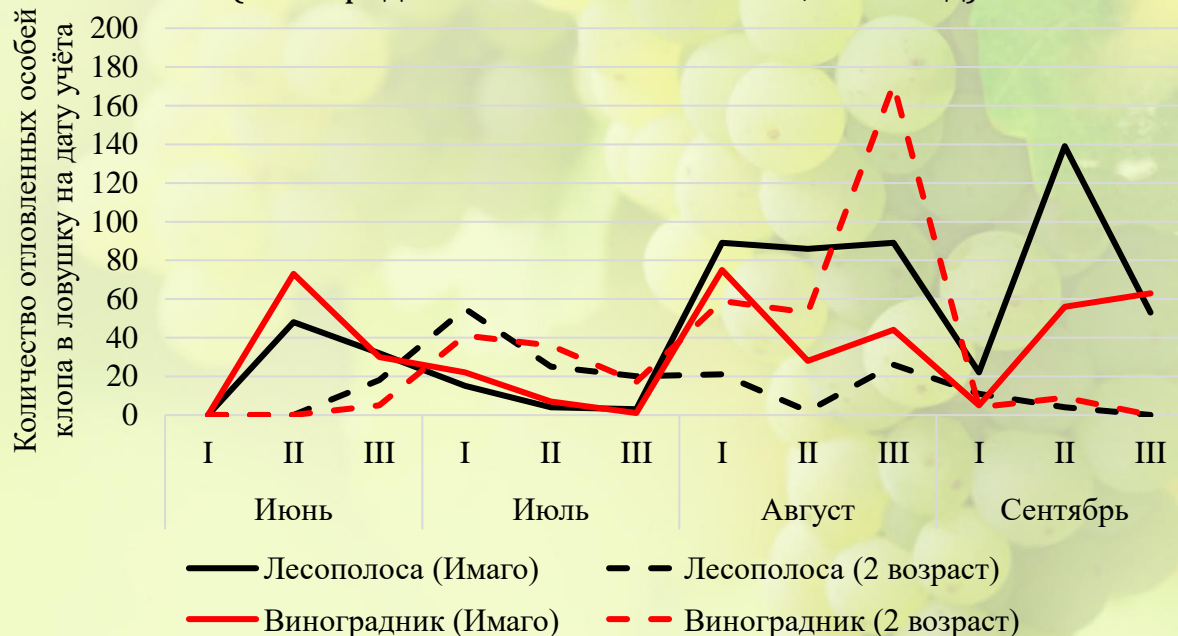
Примечание – *на момент 23.10.2021 г. СЭТ при t выше 13°С составило 475,9, что меньше минимального значения для развития КМК

4. Формирование и пополнение информационных баз данных по региональным комплексам фитофагов и фитопатогенов ампелоценозов Крыма

В 2023 году мониторинг коричнево-раморного клопа на виноградниках других районов выявил **единичные особи** в августе-сентябре на участках Восточного района Южнобережной зоны; в условиях Западного предгорно-приморского района численность клопа не превышала в среднем **19 особей в ловушку за неделю**.

Таким образом, исследованиями этого года **подтверждено** распространение карантинного вида на виноградниках **трех почвенно-климатических районов** Крыма (ЗРЮЗ, ВРЮЗ и ЗППР) с максимальной численностью в **первичном очаге инвазии** (ЗРЮЗ). Присутствие на виноградниках **всех стадий развития вредителя 2-х генераций** свидетельствует об **успешной адаптации** данного вида к условиям ампелоценозов и **формированию местных устойчивых популяций**

Сезонная динамика численности КМК в стационарном опыте (виноградник и лесополоса ЗРЮЗ, 2023 год)



27.07: отрождение личинок (1 возраст)



28.07: линька личинок 1 возраста



28.07: черные личинки 2 возраста

Инвазия в ампелоценозы Крыма многоядного карантинного вида – азиатской ягодной дрозифилы *Drosophila suzukii* Matsumura



Впервые зафиксирована инвазия в ампелоценозы Крыма карантинного вида – азиатской ягодной дрозифилы *Drosophila suzukii* Matsumura (с помощью клеевых феромонных ловушек, разработанных ФГБУ «ВНИИКР»).

Отловлены единичные особи самцов и самок инвайдера. Идентификация вида проведена по морфологическим признакам имаго и подтверждено ПЦР анализом.

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ВЕТЕРИНАРНОМУ И ФИТОСАНИТАРНОМУ НАДЗОРУ (РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР)
Федеральное государственное бюджетное учреждение «ВЕРХСИБИРСКИЙ ЦЕНТР КАРАНТИНА РАСТЕНИЙ» (ФГБУ «ВНИИКР»)
Испытательный лабораторный центр Федерального государственного бюджетного учреждения «Верхсисибирский центр карантина растений» (ИЦЛ ФГБУ «ВНИИКР»)
140150, РОССИЯ, Московская область, г.о. Раменский, р.п. Борово, ул. Пограничная, д. 32
1 этаж, помещения № 99, 100, 103-106, 110, 113-117, 130-134, 136, 140, 142-154, 157, 158, 163-176, 179-190, +7 (499) 707-22-27, msk@kqr.ru

Уникальный номер заявки об аккредитации в реестре аккредитации лиц RA.KU.214H.52

ПРОТОКОЛ исследований (испытаний) № 1633 - от 12.2023

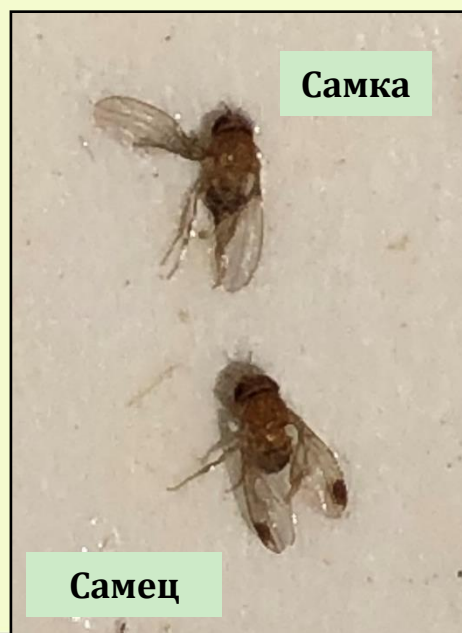
1. Заявка *
Московская область, Раменский район, п.п. Борово, ул. Пограничная, д. 32
2. Наименование образца (пробы)
3. Прислужен *
4. Место происхождения *
5. Количество/объем образца (пробы)
6. Номер сертифицированной методики
7. Дата поступления образца (пробы) на исследование (испытания)
8. Образец (проба) отбор (а) по составу
9. Дата отбора образца (пробы), акт/акт отбора, место отбора, условия окружающей среды при отборе
10. Прислужен или образец, от которого отобран образец (проба) *
11. Имя лица, ответственного за проведение исследований
12. Результаты исследований (испытаний)

№ п/п	Наименование показателя	Методика исследования (испытания)	Результат исследования (испытания)	Дата начала и окончания исследования (испытания)	Примечание
1	2	3	4	5	6

Эпидемиологическое исследование (испытание) - лаборатория энтомологии, помещения 114,116

1	Азиатская ягодная мушка (Дрозифила японца) (Matsumura)	МР ВНИИКР № 24-2012	Выявлено	07.12.2023 - 07.12.2023	—
---	--	---------------------	----------	-------------------------	---

Испытательный лабораторный центр Федерального государственного бюджетного учреждения «Верхсисибирский центр карантина растений» (ИЦЛ ФГБУ «ВНИИКР»). Протокол исследований (испытаний) № 1633 - от 12.2023



Самка

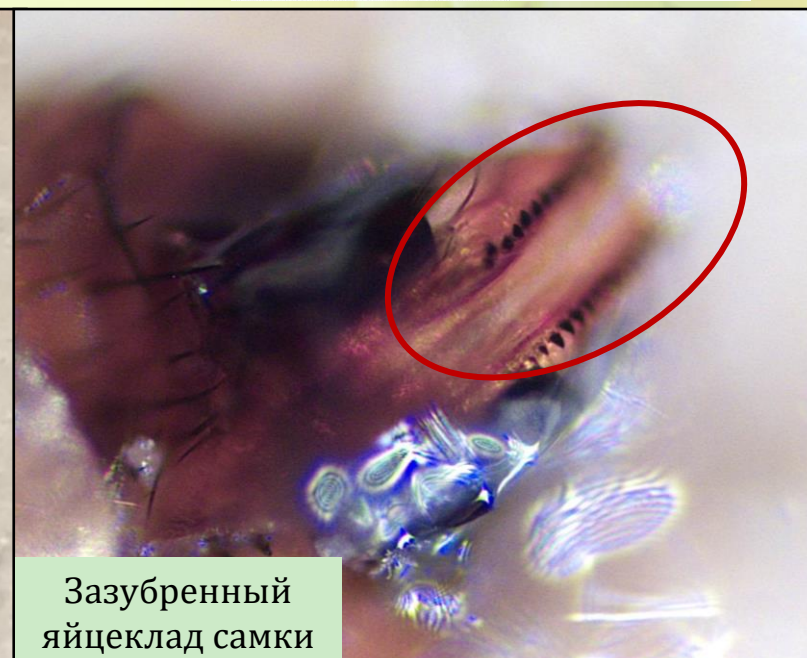
Самец



Гребни на вершинах двух сегментов лапок первой пары ног самцов



Темное пятно по краю крыла самца



Зазубренный яйцеклад самки

Инвазия в ампелоценозы Крыма многоядного фитофага – цикадки белой (восковой) *Metcalfa pruinosa* Say.

Впервые на виноградниках Крыма зафиксировано развитие нового инвайдера – **цикадки белой**. Признаки развития многоядного сосущего вредителя на гроздях виноградных растений выявлены в июне на насаждениях 2-х виноградо-винодельческих районов (г. Севастополь и Горно-долинного Крыма).

В белых ватообразных восковых выделениях наблюдали питающихся личинок данного вида.



Признаки заселения грозди **цикадкой белой** (28.06, оригинальные фото)



Личинка (интернет-ресурс)




Имаго (интернет-ресурс)

Результаты фундаментальных исследований 2023 года:

- продолжено формирование датасетов с целью обучения нейронных сетей, предназначенных для детектирования вредных организмов и патологий развития виноградных растений. На основе экспертной оценки собран и структурирован **набор данных, содержащий 4400 фотоизображений 40 объектов и симптомов поражения/повреждения ими частей виноградных растений**, а также их всевозможных пересечений, полученных на разных стадиях онтогенеза винограда, общим объемом 14,4 ГБ;
- в сотрудничестве с лабораторией цифровизации технологий в виноделии и виноградарстве разработан **«Программный модуль нейросетевого автоматизированного подсчета бабочек гроздовой листовёртки на изображениях, отправленных посредством кроссплатформенной системы обмена сообщениями Telegram»**. Подана заявка на регистрацию программы для ЭВМ;
- в рамках исследований по автоматизации сбора метеорологических измерений параметров окружающей среды показано, что использование **экспериментального автономного метеорологического комплекса** на конкретном винограднике позволило начать **исследования по разработке прогностических моделей** определения биоэкологических особенностей развития **милдью и оидиума**, а также фенологии **гроздовой листовёртки** при анализе таких метеорологических показателей, как температура и влажность воздуха, собираемых в реальном времени. Определена необходимость оснащения разрабатываемого метеорологического комплекса датчиками количества осадков, влажности листа и температуры на поверхности почвы;
- получено свидетельство о государственной регистрации базы данных **«База данных особенностей развития болезней винограда в почвенно-климатических районах Крыма»** (№ 2023623567 от 19.10.2023). Вид и версия системы управления базой данных: Excel 2016. Объем базы данных: 83 КБ;
- **пополнены данные** по структурам региональных комплексов **вредной биоты** ампелоценозов Крыма, в том числе по биоэкологическим особенностям развития двух генераций нового карантинного вида – коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* Stal. По результатам фитосанитарного мониторинга **впервые зафиксированы инвазии** карантинного вида – азиатской ягодной дрозифилы *Drosophila suzukii* Matsumura и цикадки белой (восковой) *Metcalfa pruinosa* Say. **Перечень возбудителей** криптогамных **болезней винограда пополнен** выделенным и идентифицированным базидиомицетом *Fomitiporia mediterranea* M. Fisch. (одним из основных возбудителей эски).


Показатели лаборатории защиты растений, 2023 г.

- Участие в семинарах и конференциях – **15** (г. Москва, Московская область (р.п. Быково и Большие Вязёмы), г. Санкт-Петербург, г. Краснодар, г. Симферополь, г. Алушта, г. Ялта, г. Кисловодск);
- Курсы повышения квалификации:
 - «Карантинные вредные организмы сельскохозяйственных, цветочно-декоративных и лесных культур, включённые в «Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС» – 1 человек;
 - «Апробация и сертификация маточных насаждений и посадочного материала плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда» – 1 человек;
 - «Биотехнология в сельском хозяйстве и пищевой технологии» – 4 человека;
- Участие в соглашении Минобрнауки по проекту «Реализация направлений, соответствующих программе создания и развития «Селекционно-семеноводческого центра в области виноградарства и питомниководства»
- Творческое сотрудничество с ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»; ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», АО «Щёлково Агрохим», АО «ПАО «Массандра», АО «Агрофирма Черноморец»;
- Количество опубликованных работ – **23**, в т.ч. **2** монографии, **17** публикаций в журналах, индексируемых в РИНЦ, **3** публикации в Scopus; **1** свидетельство на базу данных;
- Выполнено хоздоговоров на **4 840 тыс. руб.**



В целом, несмотря на все сложности вегетационного периода 2023 года по результатам внедрения рациональных технологий защиты в рамках хоздоговорной деятельности на виноградниках 5 ведущих виноградо-винодельческих предприятий республики Крым собран хороший урожай кондиционного качества:

- **максимальная урожайность – 120-150 ц/га;**
средняя урожайность – 63-100 ц/га.



Выражаем **благодарность** за плодотворное сотрудничество и помощь в выполнении исследований в рамках госзадания, хоздоговоров и аспирантской подготовки сотрудникам лабораторий:
цифровых технологий в виноделии и виноградарстве; микробиологии; химии и биохимии вина; органического виноградарства.

Благодарю за внимание!

