

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.822-831>

УДК 632.3:632.981:634.13

Действие препарата Фармайод при оздоровлении растений груши от вирусов методом термотерапии

© 2022. М. Т. Упадышев ✉

ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», г. Москва, Российская Федерация

Основными методами оздоровления плодовых культур от вирусов в настоящее время являются суховоздушная термотерапия, культура меристем и хемотерапия. Использование комплекса физических и химических методов позволяет повысить эффективность оздоровления. Совершенствование методов оздоровления необходимо осуществлять применительно к определенным видам вирусов, биологическим особенностям культуры и сорта. Цель исследований – изучение действия препарата Фармайод на биометрические, физиологические параметры и выход свободных от основных вредоносных вирусов растений груши в процессе суховоздушной термотерапии. Оздоровление растений груши сортов Летняя Забава, Золотой Витязь, гибридов Р-11-9, Р-10-3 и Р-2-4 от вредоносных латентных вирусов борозчатости древесины яблони (ASGV), ямчатости древесины яблони (ASPV), хлоротической пятнистости листьев яблони (ACLSV), мозаики яблони (ApMV) проводили в 2020-2021 гг. при температуре 38 °С в течение 3 месяцев с применением термокамеры конструкции ФГБНУ ФНЦ Садоводства. Биометрические параметры у растений груши зависели от сортовых особенностей, длительности терапии и концентрации препарата Фармайод. На большинстве изученных сортов и форм через 3 месяца термотерапии препарат Фармайод в концентрации 1 мл/л способствовал увеличению длины одного побега растений груши в 1,4-3,1 раза по сравнению с контролем. В условиях термокамеры по комплексу показателей наибольшей жаростойкостью характеризовались гибриды груши Р-11-9 и Р-10-3, средней жаростойкостью – сорта Летняя Забава и Золотой Витязь, низкой – гибрид Р-2-4. Для более жаростойких сортов и форм был характерен более сдержанный рост побегов в длину по сравнению с менее жаростойкими. Установлена средняя отрицательная существенная на 5%-ном уровне значимости корреляция между содержанием воды в листьях и длиной одного побега ($r = -0,52$). Выход свободных от вирусов растений груши зависел от вида вируса. Выход свободных от 4 основных вредоносных вирусов растений груши в результате суховоздушной термотерапии без применения препарата Фармайод составил 50 %, с применением – 60 %.

Ключевые слова: *Pyrus comminis* L., вирусные болезни, суховоздушная термотерапия, хемотерапия

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства» (тема № 0432-2021-0002).

Автор благодарит старших научных сотрудников ФГБНУ ФНЦ Садоводства Н. Ю. Свистунову и Н. Ю. Джура за помощь в выполнении данной работы.

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Упадышев М. Т. Действие препарата Фармайод при оздоровлении растений груши от вирусов методом термотерапии. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022;23(6):822-831.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.822-831>

Поступила: 29.07.2022

Принята к публикации: 17.11.2022

Опубликована онлайн: 16.12.2022

The effect of the Pharmaiod preparation in the virus elimination of pear plants using the thermotherapy method

© 2022. Mikhail T. Upadyshev ✉

Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russian Federation

Currently, the main methods of virus elimination of fruit crops are dry-air thermotherapy, meristem culture and chemotherapy. The use of a complex of physical and chemical methods makes it possible to increase the efficiency of virus elimination. Improving the methods of recovery must be carried out in relation to certain types of viruses, the biological characteristics of the crop and variety. The purpose of the research is to study the effect of the Pharmaiod preparation on biometric, physiological parameters and the release of harmful viruses-free pear plants in the process of dry-air thermotherapy. Improvement of pear plants of varieties Letnyaya Zabava, Zolotoy Vityaz, hybrids R-11-9, R-10-3 and R-2-4 from harmful latent viruses of Apple stem grooving virus (ASGV), Apple stem pitting virus (ASPV), Apple chlorotic leaf spot virus (ACLSV), Apple mosaic virus (ApMV) were carried out in 2020-2021 at the temperature of 38 °C for 3 months using a thermal chamber designed by the Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery. Biometric parameters

in pear plants depended on varietal characteristics, the duration of therapy and the concentration of the Pharmaiod preparation. In most of the varieties and forms studied, after 3 months of thermotherapy, the Pharmaiod preparation at a concentration of 1 ml/l contributed to an increase in the length of 1 shoot of pear plants by 1.4-3.1 times compared with the control. Under the conditions of a thermal chamber, according to a set of indicators, pear hybrids R-11-9 and R-10-3 were characterized by the highest heat resistance; medium heat resistance was shown by Letnyaya Zabava and Zolotoy Vityaz varieties; low – by R-2-4 hybrid. Higher heat-resistant varieties and forms were characterized by a more restrained growth of shoots in length compared to lower heat-resistant ones. An average negative significant correlation at the 5% significance level was established between the water content in the leaves and the length of 1 shoot ($r = -0.52$). The yield of virus-free pear plants depended on the type of virus. The yield of pear plants free from 4 major harmful viruses as a result of dry-air thermotherapy without the use of the Pharmaiod preparation was 50 %, with the use of the drug it was 60 %.

Keywords: *Pyrus communis L., viral diseases, dry-air thermotherapy, chemotherapy*

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal State Budgetary Scientific Organization "Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery" (theme No. 0432-2021-0002).

The author thanks N. Yu. Svistunova and N. Yu. Jura, senior researchers of FSBSO ARHC BAN for their help in this work.

The author is grateful to reviewers for their contribution to expert assessment of the work.

Conflict of interest: the author stated that there was no conflict of interest.

For citation: Upadyshev M. T. The effect of the Pharmaiod preparation in the virus elimination of pear plants using the thermotherapy method. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2022;23(6):822-831. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.822-831>

Received: 29.07.2022

Accepted for publication: 17.11.2022

Published online: 16.12.2022

Груша является ценной культурой, плоды которой характеризуются высокими вкусовыми, диетическими качествами и содержат биологически активные соединения фенольной природы (в сумме 100-250 мг%), включая арбутин (6,1-12,0 %) и хлорогеновую кислоту (108-124 мг%) [1].

В настоящее время актуальной задачей является увеличение обеспеченности населения плодовой продукцией отечественного производства. В Российской Федерации на долю семечковых культур в структуре площадей плодовых и ягодных насаждений приходится 48,7 %, из них яблоня занимает 42,2 %, груша – 6,1 % [2, 3]. При этом важной задачей является увеличение доли отечественных сортов в структуре промышленных насаждений, в которой груша занимает 30,9 % (на зарубежные сорта приходится 52,2 %, несортные насаждения – 16,9 %) [4].

Значительный вред груше наносят латентные вирусы ямчатости древесины яблони (ASPV), борозчатости древесины яблони (ASGV), хлоротической пятнистости листьев яблони (ACLSV), мозаики яблони (ArMV) [5, 6]. Груша относится к культурам, насаждения которой характеризуются высокой распространенностью латентных вирусов. В условиях Московской области распространенность вирусов на растениях груши составляет 48 % с преобладанием вредоносных ASPV (31,6 %) и ASGV (21 %) [7]. Поэтому актуальна разработка

высокоэффективных технологий производства оздоровленного посадочного материала груши [8].

Основными методами оздоровления плодовых культур от вирусов в настоящее время являются суховоздушная термотерапия, культура меристематических верхушек и хемотерапия *in vitro*¹ [6]. Суховоздушную термотерапию проводят путем обработки растений воздухом с температурой 38 °С в течение 1-3 месяцев в камерах с контролируемыми условиями температуры, влажности и освещенности [9, 10].

Выход здоровых растений при термотерапии зависит от свойств вирусов (в первую очередь, их термостабильности), длительности обработки, адаптационной способности растений к высоким температурам [11]. Увеличение длительности термотерапии до 2-3 месяцев необходимо при оздоровлении от термотолерантных вирусов ASPV и ASGV, однако такое длительное высокотемпературное воздействие приводит к появлению некрозов листьев и побегов, увеличению гибели растений, снижению приживаемости верхушек после прививки на семенные подвои [6, 12].

Сорта груши характеризуются различной жаростойкостью. В экспериментах Б. Б. Корнилова с соавторами пять форм груши отличались средней устойчивостью к высоким температурам, одна форма – низкой [13]. Из 8 сортов и форм груши высокой жаростойкостью выделялись 3, средней – 2 и 3 – низкой [14].

¹Упадышев М. Т., Метлицкая К. В., Донецких В. И., Борисова А. А., Селиванов В. Г., Пискунов О. А., Юдина С. Н. Технология получения оздоровленного от вирусов посадочного материала плодовых и ягодных культур: методические указания. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 92 с.

В последние годы появились препараты, способные оказывать антивирусное действие на интактные растения. Положительные результаты достигнуты при использовании препарата Фармайод в борьбе с вирусами на яблоне [15], винограде [16], картофеле [17], томате [18]. Обработка деревьев сливы в условиях открытого грунта препаратом Фармайод приводила к снижению индекса зараженности вирусом некротической кольцевой пятнистости косточковых (PNRSV) в 14,9-17,6 раза, ACLSV – в 2,4 раза, скручивания листьев черешни (CLRV) – в 2,8 раза, карликовости сливы (PDV) – в 5,8 раза по сравнению с необработанными деревьями [19]. Однако действие препарата Фармайод в отношении растений груши в условиях термокамеры и латентных вирусов изучено недостаточно.

Цель исследований – изучение действия препарата Фармайод на биометрические, физиологические параметры и выход свободных от основных вредоносных вирусов растений груши в процессе суховоздушной термотерапии.

Новизна исследований заключается в изучении параметров жаростойкости и эффективности оздоровления от вирусов растений груши разных сортов в зависимости от применения термо- и хемотерапии.

Материал и методы. Суховоздушную термотерапию растений груши сортов Летняя Забава, Золотой Витязь, гибридов Р-11-9, Р-10-3 и Р-2-4 осуществляли в 2020-2021 гг. при температуре 38 °С в течение 3 месяцев по методике². Оздоровление растений груши проводили от вредоносных латентных вирусов бороздчатости древесины яблони (ASGV), ямчатости древесины яблони (ASPV), хлоротической пятнистости листьев яблони (ACLSV), мозаики яблони (ArMV) с применением термокамеры конструкции ФГБНУ ФНЦ Садоводства с капельным поливом, системой увлажнения воздуха и освещением светодиодными светильниками (рис. 1).

В процессе термотерапии применяли обработку растений груши препаратом Фармайод производства ООО «Фармбиомед»³ в концентрациях 0,5 и 1 мл/л. После завершения термотерапии верхушки побегов груши величиной 2-3 см прививали на свободные от вирусов семенные подвои.



Рис. 1. Растения груши в процессе суховоздушной термотерапии /

Fig. 1. Pear plants in the process of dry-air thermotherapy

Растения тестировали на наличие вирусов методом ИФА с применением диагностических наборов фирмы Loewe (Германия) в соответствии с инструкцией производителя перед началом термотерапии и через 1 год после прививки верхушек. В качестве образцов использовали листья. Регистрацию результатов ИФА проводили на планшетном фотометре Stat Fax 2100 при длине волны 405 нм. Индекс зараженности определяли как отношение экстинкции образца (A_o) к экстинкции сероотрицательного контроля (A_к): при A_o/A_к > 2,0 образец считали зараженным вирусом, 1,60-1,99 – требующим дополнительной проверки на наличие вируса, менее 1,59 – свободным от вируса.

Содержание воды в листьях, водный дефицит и восстановление оводненности определяли по методикам [20, 21]. В качестве образцов использовали листья со средней части побега растений в условиях термокамеры. Показатели жаростойкости определяли после моделирования теплового шока в течение 1,5 ч при температуре 50 °С в условиях термостата ТС-1/80 СПУ. Число листьев в пробе – 3, число повторностей – 3.

²Упадышев М. Т., Метлицкая К. В., Донецких В. И., Борисова А. А., Селиванов В. Г., Пискунов О. А., Юдина С. Н. Указ. соч.

³Фармайод, 10%. Официальный сайт ООО НПЦ «Фармбиомед». [Электронный ресурс]
URL: <https://pharmbiomed.ru/product/farmajod-10> (дата обращения: 15.06.2022).

Результаты и их обсуждение. Биометрические параметры у растений груши зависели от сортовых особенностей, длительности терапии и концентрации препарата Фармайод. Число побегов у груши сорта Золотой Витязь

через 2 месяца термотерапии в вариантах с обработкой препаратом Фармайод было меньше по сравнению с контролем, а через 3 месяца терапии существенно не зависело от концентрации препарата (табл. 1).

Таблица 1 – Число побегов у растений груши в зависимости от длительности суховоздушной термотерапии и действия препарата Фармайод, шт. /

Table 1 – The number of shoots in pear plants depending on the duration of dry-air thermotherapy and the action of the Pharmaiod preparation, pcs.

Сорт, гибрид / Variety, hybrid	Длительность терапии, мес. / Duration of therapy, months	Концентрация препарата Фармайод, мл/л / Pharmaiod concentration, ml/l			HCP ₀₅ / LSD ₀₅
		0 (контроль) / 0 (control)	0,5	1,0	
Золотой Витязь / Zolotoy Vityaz	2	5	4	3	0,5
	3	5	4	4	F _φ < F ₀₅
Летняя Забава / Letnyaya Zabava	2	2	3	6	0,7
	3	4	5	3	0,4
P-10-3 / R-10-3	2	4	5	4	F _φ < F ₀₅
	3	6	5	4	0,6
P-11-9 / R-11-9	2	4	6	5	0,5
	3	6	3	6	0,7
P-2-4 / R-2-4	2	5	3	4	0,4
	3	7	3	1	0,6

У сорта Летняя Забава по мере увеличения длительности терапии отмечали увеличение числа побегов в контроле и при обработке низкой (0,5 мл/л) концентрацией препарата Фармайод, увеличение его концентрации до 1 мл/л приводило к уменьшению числа побегов в 2 раза вследствие их отмирания.

У растений груши гибридов P-10-3, P-11-9 и P-2-4 в контроле с увеличением длительности термотерапии с 2 до 3 месяцев происходило увеличение числа побегов в 1,4-1,5 раза. У гибрида P-10-3 в вариантах с Фармайодом число побегов не изменялось в зависимости от срока терапии. У гибрида P-11-9 число побегов при увеличении длительности терапии снизилось в 2 раза в варианте с концентрацией Фармайода 0,5 мл/л и увеличилось на 20 % в варианте с 1 мл/л препарата. У гибрида P-2-4 отмечено значительное (в 4 раза) снижение числа побегов в варианте с 1 мл/л Фармайода при терапии на протяжении 3 месяцев по сравнению с 2 месяцами.

Препарат Фармайод в испытанных концентрациях ингибировал суммарный прирост побегов у растений груши сорта Золотой Витязь

на протяжении всего процесса термотерапии, причем приросты почти не изменялись в зависимости от длительности терапии (табл. 2).

У сорта Летняя Забава через 3 месяца терапии различия между приростами при использовании разных концентраций Фармайода в сравнении с контролем отсутствовали. В отличие от сорта Золотой Витязь, у растений гибрида P-10-3 Фармайод в обеих концентрациях способствовал увеличению прироста побегов. У растений гибрида P-2-4 Фармайод в концентрации 1 мл/л приводил к снижению прироста побегов в 2,6-4,0 раза по сравнению с контролем, в концентрации 0,5 мл/л влияния на данный показатель не оказывал, у гибрида P-11-9 максимальный прирост побегов отмечен в варианте с концентрацией Фармайода 1 мл/л.

Наибольшую длину одного побега через 3 месяца термотерапии у сорта Летняя Забава и трех гибридов обеспечивал препарат Фармайод в концентрации 1 мл/л (увеличение в 1,4-3,1 раза по сравнению с контролем), у сорта Золотой Витязь различия между вариантами отсутствовали (табл. 3).

Таблица 2 – Суммарный прирост побегов у растений груши в зависимости от длительности суховоздушной термотерапии и действия препарата Фармайод, см /

Table 2 – The total increase in the shoots of pear plants, depending on the duration of dry-air thermotherapy and the action of the Pharmaiod preparation, cm

Сорт, гибрид / Variety, hybrid	Длительность терапии, мес. / Duration of therapy, months	Концентрация препарата Фармайод, мл/л / Pharmaiod concentration, ml/l			HCP ₀₅ / LCD ₀₅
		0 (контроль) / 0 (control)	0,5	1,0	
Золотой Витязь / Zolotoy Vityaz	2	75,9	55,3	55,6	8,9
	3	73,0	56,0	57,0	7,6
Летняя Забава / Letnyaya Zabava	2	33,0	38,3	25,2	4,1
	3	20,0	22,0	21,0	F _φ < F ₀₅
P-10-3 / R-10-3	2	23,1	32,2	53,3	6,2
	3	25,0	38,0	52,0	5,5
P-11-9 / R-11-9	2	20,1	42,0	62,5	7,9
	3	22,0	8,0	60,0	7,2
P-2-4 / R-2-4	2	48,0	39,7	11,9	5,6
	3	51,0	49,0	20,0	5,8

Таблица 3 – Длина одного побега у растений груши в зависимости от длительности суховоздушной термотерапии и действия препарата Фармайод, см /

Table 3 – The length of one shoot in pear plants, depending on the duration of dry-air thermotherapy and the action of the Pharmaiod preparation, cm

Сорт, гибрид / Variety, hybrid	Длительность терапии, мес. / Duration of therapy, months	Концентрация препарата Фармайод, мл/л / Pharmaiod concentration, ml/l			HCP ₀₅ / LCD ₀₅
		0 (контроль) / 0 (control)	0,5	1,0	
Золотой Витязь / Zolotoy Vityaz	2	15,2	13,8	18,5	2,0
	3	14,6	14,0	14,3	F _φ < F ₀₅
Летняя Забава / Letnyaya Zabava	2	16,5	12,8	4,2	1,8
	3	5,0	4,4	7,0	0,6
P-10-3 / R-10-3	2	5,8	6,4	13,3	1,5
	3	4,2	7,6	13,0	1,2
P-11-9 / R-11-9	2	5,0	7,0	12,5	1,0
	3	3,7	2,7	10,0	0,7
P-2-4 / R-2-4	2	9,6	13,2	3,0	1,4
	3	7,3	16,3	20,0	2,2

В контроле при увеличении длительности терапии с 2 до 3 месяцев у всех сортов и гибридов происходило снижение средней длины одного побега, тогда как применение Фармайода в концентрации 1 мл/л у большинства форм приводило к увеличению данного показателя или отсутствию значительных различий.

Установлена средняя положительная ($r = 0,48$) существенная на 5%-ном уровне значимости корреляция между концентрацией Фармайода и длиной одного побега. Корре-

ляция между концентрацией Фармайода и числом побегов, а также суммарной длиной побегов была слабой несущественной.

Следовательно, на большинстве изученных сортов и форм препарат Фармайод в концентрации 1 мл/л оказывал положительное действие на длину одного побега у растений груши.

Для нормального функционирования растений в условиях высокотемпературного стресса важным критерием является жаро-

стойкость. В условиях термокамеры по комплексу показателей наибольшей жаростойкостью характеризовались гибриды груши

P-11-9 и P-10-3, средней жаростойкостью – сорта Летняя Забава и Золотой Витязь, низкой – гибрид P-2-4 (табл. 4).

Таблица 4 – Показатели жаростойкости растений груши в зависимости от концентрации препарата Фармайод в процессе сувоздушной термотерапии, % / Table 4 – Indicators of heat resistance of pear plants depending on concentration of the Pharmaiod preparation in the process of dry-air thermotherapy, %

Сорт, гибрид / Variety, hybrid	Содержание воды в листьях / Water content in leaves			Водный дефицит после теплового шока / Water deficit after heat shock			Восстановление оводненности после теплового шока / Restoration of water content after heat shock		
	0 (контроль) / 0 (control)	0,5*	1,0*	0 (контроль) / 0 (control)	0,5*	1,0*	0 (контроль) / 0 (control)	0,5*	1,0*
Золотой Витязь / Zolotoy Vityaz	42,4	53,7	31,2	42,4	45,3	39,0	33,0	55,2	20,0
Летняя Забава / Letnyaya Zabava	43,4	47,9	36,6	56,0	69,9	68,4	43,2	50,7	40,0
P-10-3 / R-10-3	62,7	57,8	44,5	52,8	49,3	37,9	69,9	61,5	36,6
P-11-9 / R-11-9	63,7	57,5	63,3	51,6	51,2	61,6	80,8	63,3	75,2
P-2-4 / R-2-4	33,3	32,3	37,2	38,8	37,9	54,9	23,2	25,0	38,3

*Концентрация препарата Фармайод, мл/л / *Concentration of the Pharmaiod preparation, ml/l

Эффективность обработки йодсодержащим препаратом в концентрации 0,5 мл/л зависела от сортовых особенностей: у сорта Золотой Витязь жаростойкость повышалась, гибрид P-11-9 – снижалась, сорта Летняя Забава, гибридов P-10-3, P-2-4 – существенное влияние отсутствовало. Увеличение концентрации Фармайода до 1 мл/л приводило к снижению жаростойкости у сортов Золотой Витязь, Летняя Забава, гибридов P-10-3, P-11-9 и повышению жаростойкости у гибрида P-2-4 по сравнению с контролем.

Установлена средняя отрицательная существенная на 5%-ном уровне значимости корреляция между содержанием воды в листьях и длиной одного побега ($r = -0,52$), между водным дефицитом и длиной одного побега

($r = -0,55$), между восстановлением оводненности и длиной одного побега ($r = -0,58$). Следовательно, для более жаростойких сортов и форм характерен более сдержанный рост побегов в длину.

На растениях груши сорта Летняя Забава Фармайод в концентрации 0,5 мл/л в условиях термокамеры стимулировал открытие устьиц (рис. 2), в то время как увеличение концентрации препарата до 1 мл/л приводило к их закрытию (рис. 3).

Выход свободных от вирусов растений груши зависел от вида вируса. Наибольший выход свободных растений (100 % в вариантах с Фармайодом вне зависимости от его концентрации) отмечен для термолабильного вируса ACLSV (табл. 5).

Таблица 5 – Выход свободных от вирусов растений груши после термотерапии через 1 год после прививки в зависимости от концентрации Фармайода (в среднем по 5 сортам и гибридным формам) / Table 5 – The yield of virus-free pear plants after the thermotherapy method 1 year after ingrafting, depending on the concentration of Pharmaiod preparation (average for 5 varieties and hybrid forms)

Концентрация препарата, мл/л / Pharmaiod concentration, ml/l	Число тест-растений, шт / Number of test plants, pcs	ACLSV		ASPV		ASGV		ApMV		Все вирусы / All viruses	
		ЧР* / NP*	%	ЧР* / NP*	%						
0 (контроль) / 0 (control)	6	5	83,3	4	66,7	5	83,3	5	83,3	3	50,0
0,5	5	5	100	4	80,0	5	100	4	80,0	3	60,0
1,0	5	5	100	4	80,0	3	60,0	4	80,0	3	60,0

ЧР* – число свободных от вируса растений, шт. / NP* – number of virus-free plants, pcs.

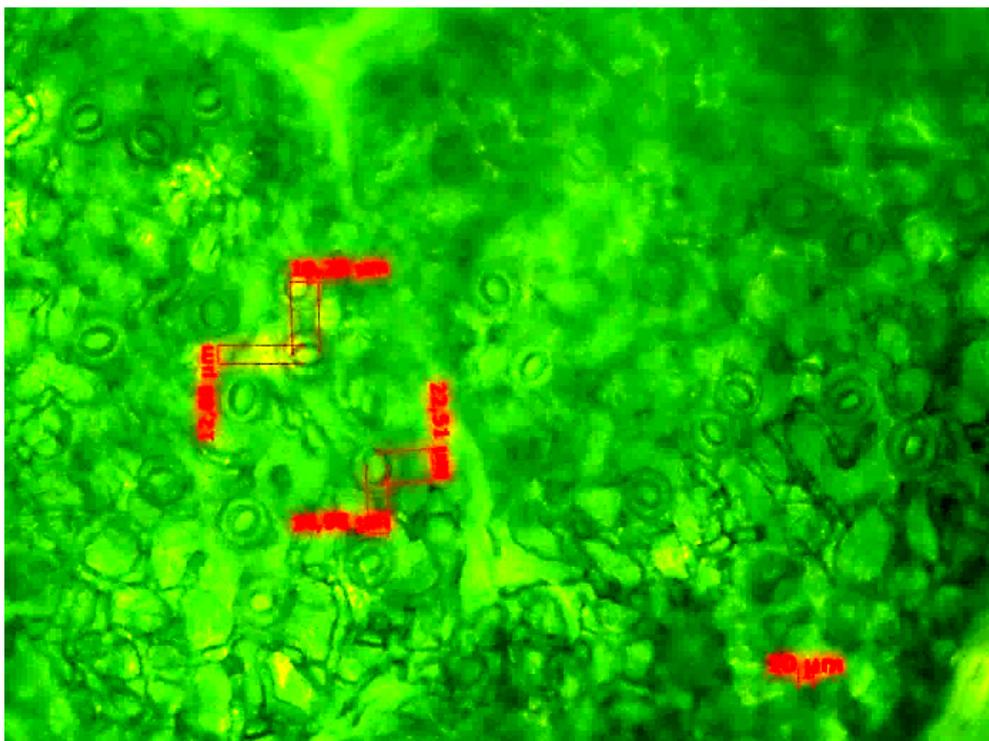


Рис. 2. Открытые устьица на листе груши сорта Летняя Забава в условиях термокамеры под действием препарата Фармайод в концентрации 0,5 мл/л (увеличение x20, микроскоп Axioscop 40) /
Fig. 2. Open stomata on a pear leaf of the Letnyaya Zabava variety in a thermal chamber under the action of the Pharmaiod preparation at a concentration of 0.5 ml/l (x20 magnification, Axioscop 40 microscope)

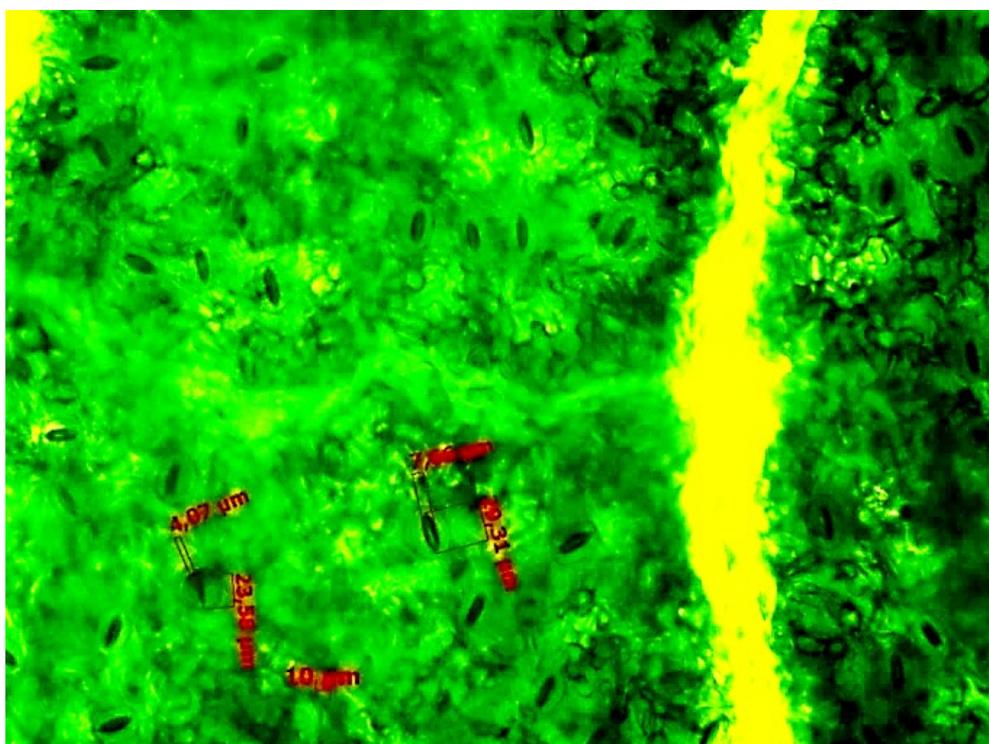


Рис. 3. Закрытые устьица на листе груши сорта Летняя Забава в условиях термокамеры под действием препарата Фармайод в концентрации 1 мл/л (увеличение x20, микроскоп Axioscop 40) /
Fig. 3. Closed stomata on a pear leaf of the Letnyaya Zabava variety in a thermal chamber under the action of the Pharmaiod preparation at a concentration of 1 ml/l (x20 magnification, Axioscop 40 microscope)

От вируса АрMV удалось освободить относительно высокое число растений во всех вариантах опыта (80,0-83,3 %) в связи с его термолабильностью. Наименьший выход свободных от вируса растений в контроле (без препарата) отмечен в отношении вируса ASPV (66,7 %), что обусловлено термостабильностью данного вируса. Вместе с тем в вариантах с Фармайодом выход свободных от вируса ASPV растений груши увеличился на 13,3 % по сравнению с контролем. Выход свободных от вируса ASGV растений варьировал от 60 до 100 % в зависимости от варианта опыта. В целом с использованием метода суховоздушной термотерапии без применения препарата Фармайод выход свободных от 4 основных вредоносных вирусов растений составил 50 %, с применением препарата – 60 %.

Механизм действия термотерапии связан с замедлением репликации вирусов в тканях растений, нарушением их транспортных функций и усилением деградации вирусных частиц [6, 11, 12]. Поэтому в верхушках побегов концентрация вирусов значительно снижается, а иногда происходит полная элиминация вирусов.

Выводы. 1. Биометрические параметры у растений груши зависели от сортовых особенностей, длительности терапии и концентрации препарата Фармайод. На большинстве изученных сортов и форм препарат Фармайод в концентрации 1 мл/л оказывал положительное

действие на длину одного побега у растений груши. Установлена средняя положительная корреляция между концентрацией Фармайода и длиной одного побега.

2. В условиях термокамеры по комплексу показателей наибольшей жаростойкостью характеризовались гибриды груши Р-11-9 и Р-10-3, средней жаростойкостью – сорта Летняя Забава и Золотой Витязь, низкой – гибрид Р-2-4.

3. Для более жаростойких сортов и форм характерен более сдержанный рост побегов в длину по сравнению с менее жаростойкими. Установлена средняя отрицательная существенная на 5%-ном уровне значимости корреляция между содержанием воды в листьях и длиной одного побега ($r = -0,52$), между водным дефицитом и длиной одного побега ($r = -0,55$), между восстановлением оводненности и длиной одного побега ($r = -0,58$).

4. Выход свободных от вирусов растений груши зависел от вида вируса. Наибольший выход свободных от вирусов растений отмечен для термолабильных ACLSV (83,3-100 %) и АрMV (80-83,3 %), меньший выход – для термостабильных вирусов ASPV (66,7-80 %) и ASGV (60-100 %). Выход свободных от 4 основных вредоносных вирусов растений груши в результате суховоздушной термотерапии без применения препарата Фармайод составил 50 %, с применением – 60 %.

Список литературы

1. Савельев Н. И., Макаров В. Н., Чивилев В. В., Акимов М. Ю. Груша. Мичуринск: ООО рекламно-издательская фирма «Кварта» (Воронеж), 2006. 160 с.
2. Куликов И. М., Минаков И. А. Развитие садоводства в России: тенденции, проблемы, перспективы. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017;(1(56)):9-15. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28318036>
3. Куликов И. М., Минаков И. А. Проблемы и перспективы развития садоводства в России. *Садоводство и виноградарство*. 2018;(6):40-46. DOI: <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2018-6-40-46>
4. Федоренко В. Ф., Мишуров Н. П., Кондратьева О. В., Федоров А. Д., Слинько О. В. Анализ состояния и перспективные направления развития питомниководства и садоводства: научный аналитический обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 88 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41204680>
5. Саунина И. И., Упадышев М. Т., Гребнева Е. В. Распространенность и вредоносность вирусов на груше в условиях Московской области. *Садоводство и виноградарство*. 2008;(3):16-19.
6. Приходько Ю. Н., Магомедов У. Ш. Вирусы семечковых и косточковых плодовых культур: монография. Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2011. 468 с.
7. Петрова А. Д., Упадышев М. Т., Метлицкая К. В. Распространенность латентных вирусов в насаждениях груши в условиях Московской области. *Селекция и сорторазведение садовых культур*. 2018;5(1):99-101. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35267970>
8. Куликов И. М., Завражнов А. И., Упадышев М. Т., Борисова А. А., Тумаева Т. А. Научно-методические основы индустриальной агротехнологии производства сертифицированного посадочного материала плодовых и ягодных культур в Российской Федерации. *Садоводство и виноградарство*. 2018;(1):30-35. DOI: <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.1.10500>
9. Зиза Р. Итальянская система сертификации. Добровольная генетическая и фитосанитарная сертификация плодовых культур. *Садоводство и виноградарство*. 2018;(2):49-53. DOI: <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.2.12307>

10. Дадю К. Я., Чернец А. М., Калашян Ю. А., Проданюк Л. Н. Внедрение системы сертификации посадочного материала садовых культур в Республике Молдова. Садоводство и виноградарство. 2018;(2):58-60. DOI: <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.2.12309>
11. Li X. L., Li M. J., Zhou J., Wei Q. P., Zhang J. K. Acquisition of Virus Eliminated Apple Plants by Thermo-therapy and the Factors Influenced the Eliminating Efficiency. Erwerbs-Obstbau. 2020;62:257-264. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10341-020-00480-3>
12. Упадышев М. Т., Куликов И. М., Петрова А. Д., Метлицкая К. В., Донецких В. И. Современные методы оздоровления плодовых и ягодных культур от вредоносных вирусов. М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2019. 168 с.
13. Корнилов Б. Б., Ожерельева З. Е., Долматов Е. А., Хрыкина Т. А. Жаро- и засухоустойчивость некоторых декоративных сортообразцов груши генофонда ВНИИСПК. Современное садоводство. 2018;(3):39-45. DOI: <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10306>
14. Упадышев М. Т. Жаростойкость растений груши в процессе оздоровления от латентных вирусов с применением метода суховоздушной термотерапии. Садоводство и виноградарство. 2022;(1):44-51. DOI: <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2022-1-44-51>
15. Борисова И. П., Приходько Ю. Н., Подгорная М. Е. Испытание фунгицида фармайод, ГР для контроля вирусных болезней яблони. Садоводство и виноградарство. 2019;(3):52-56. DOI: <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-3-52-56>
16. Базоян С. С., Радчевский П. П. Эффективность фармайода против вирусных заболеваний винограда. Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ: сб. тр. конф. Краснодар: Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина, 2016. Т. 1. Вып. 1. С. 230-233. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32696328>
17. Кольчихина М. С., Белошапкина О. О. Защита картофеля от вирусов в полевых условиях. Картофель и овощи. 2017;(8):27-30. Режим доступа: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2013/03/%E2%84%968_2016.pdf
18. Борисова И. П., Тершонкова Т. А., Приходько Ю. Н., Живаева Т. С., Петра И. К. Эффективность препарата фармайод, ГР против вирусных болезней томата. Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: мат-лы Междунар. научн.-практ. конф. Краснодар: ИП Дедкова С. А. (типография «Гранат»), 2018. Вып. 1. С. 169-171. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35596943>
19. Туть Е. А., Упадышев М. Т., Петрова А. Д. Вредоносные вирусы на косточковых культурах и методы оздоровления. Аграрная наука. 2021;354(11-12):92-96. DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-92-96>
20. Леонченко В. Г., Евсеева Р. П., Жбанова Е. В., Черенкова Т. А. Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на экологическую устойчивость и биохимическую ценность плодов: методические рекомендации. Мичуринск: ВНИИ генетики и селекции плодовых растений им. И. В. Мичурина, 2007. 72 с.
21. Прудников П. С., Ожерельева З. Е. Физиолого-биохимические методы диагностики устойчивости плодовых культур к засухе и гипертермии: методические рекомендации. Орел: ВНИИСПК, 2019. 47 с.

References

1. Savelev N. I., Makarov V. N., Chivilev V. V., Akimov M. Yu. Pear. Michurinsk: *OOO reklamno-izdatel'skaya firma «Kvarta» (Voronezh)*, 2006. 160 p.
2. Kulikov I. M., Minakov I. A. The development of horticulture in Russia: trends, problems, prospects. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2017;(1(56)):9-15. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28318036>
3. Kulikov I. M., Minakov I. A. Problems and prospects of development of horticulture in Russia. *Sadovodstvo i vinogradarstvo = Horticulture and viticulture*. 2018;(6):40-46. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2018-6-40-46>
4. Fedorenko V. F., Mishurov N. P., Kondrateva O. V., Fedorov A. D., Slinko O. V. Analysis of the state and perspective directions of development of nursery and horticulture. Moscow: *FGBNU «Rosinformagrotekh»*, 2019. 88 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41204680>
5. Saunina I. I., Upadyshev M. T., Grebneva E. V. The prevalence and harmfulness of viruses on pears in the conditions of the Moscow region. *Sadovodstvo i vinogradarstvo = Horticulture and viticulture*. 2008;(3):16-19. (In Russ.).
6. Prikhod'ko Yu. N., Magomedov U. Sh. Viruses of pome and stone fruit crops. Voronezh: *IPTs «Nauchnaya kniga»*, 2011. 468 p.
7. Petrova A. D., Upadyshev M. T., Metlitskaya K. V. Prevalence of latent harmful viruses on pear in Moscow region. *Selektsiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur*. 2018;5(1):99-101. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35267970>
8. Kulikov I. M., Zavrazhnov A. I., Upadyshev M. T., Borisova A. A., Tumaeva T. A. Scientific and methodological foundations of industrial agrotechnology for the production of certified planting stock of fruit and small fruit crops in the Russian Federation. *Sadovodstvo i vinogradarstvo = Horticulture and viticulture*. 2018;(1):30-35. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.1.10500>

9. Zisa R. Italian certification system. Voluntary genetic and phytosanitary certification for fruit species. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* = Horticulture and viticulture. 2018;(2):49-53. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.2.12307>

10. Dadu K. I., Chernets A. M., Kalashian I. A., Prodaniuk L. N. Introduction of certification system for fruit planting material in the Republic of Moldova. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* = Horticulture and viticulture. 2018;(2):58-60. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.2.12309>

11. Li X. L., Li M. J., Zhou J., Wei Q. P., Zhang J. K. Acquisition of Virus Eliminated Apple Plants by Thermo-therapy and the Factors Influenced the Eliminating Efficiency. *Erwerbs-Obstbau*. 2020;62:257-264.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s10341-020-00480-3>

12. Upadyshev M. T., Kulikov I. M., Petrova A. D., Metlitskaya K. V., Do-netskikh V. I. Modern methods of healing fruit and small fruit crops from harmful viruses. Moscow: *FGBNU VSTISP*, 2019. 168 p.

13. Kornilov B. B., Ozhereleva Z. E., Dolmatov E. A., Khrykina T. A. Heat and drought resistance of some ornamental pear genotypes from VNIISP gene pool. *Sovremennoe sadovodstvo* = Cotemporary horticulture. 2018;(3):39-45. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10306>

14. Upadyshev M. T. Heat resistance of pear plants during recovery from latent viruses using dry-air thermo-therapy. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* = Horticulture and viticulture. 2022;(1):44-51. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2022-1-44-51>

15. Borisova I. P., Prihodko Yu. N., Podgornaya M. E. Test of fungicide Farmaiod, GS for apple tree viral diseases control. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* = Horticulture and viticulture. 2019;(3):52-56. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-3-52-56>

16. Bazoyan S. S., Radchevskiy P. P. The effectiveness of Farmaiod against viral diseases of grapes. Bulletin of scientific and technical creativity of youth of the Kuban State Agrarian University: collection of works. Krasnodar: *Kubanskiy GAU imeni I. T. Trubilina*, 2016. Vol. 1. Iss. 1. pp. 230-233. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32696328>

17. Kolychikhina M. S., Beloshapkina O. O. Protection of potato against viruses in the field. *Kartofel' i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2017;(8):27-30. (In Russ.).

URL: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2013/03/%E2%84%968_2016.pdf

18. Borisova I. P., Tereshonkova T. A., Prihodko Yu. N., Zhivaeva T. S., Petra I. K. The effectiveness of the Farmaiod preparation, GR against viral diseases of tomato. Biological plant protection - the basis for the stabilization of agroecosystems: Proceedings of International scientific and practical. Conf. Krasnodar: *IP Dedkova S. A. (tipografiya «Granat»)*, 2018. Iss. 1. pp. 169-171. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35596943>

19. Tut E. A., Upadyshev M. T., Petrova A. D. Harmful viruses on stone fruit crops and sanitation methods. *Agrarnaya nauka* = Agrarian science. 2021;354(11-12):92-96. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-92-96>

20. Leonchenko V. G., Evseeva R. P., Zhbanova E. V., Cherenkova T. A. Preliminary selection of promising genotypes of fruit plants for ecological stability and biochemical value of fruits: methodological recommendations. Michurinsk: *VNI genetiki i selektsii plodovykh rasteniy im. I. V. Michurina*, 2007. 72 p.

21. Prudnikov P. S., Ozhereleva Z. E. Physiological and biochemical methods for diagnosing the resistance of fruit crops to drought and hyperthermia: methodological recommendations. Orel: *VNIISP*, 2019. 47 p.

Сведения об авторе

✉ **Упадышев Михаил Тарьевич**, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник, лаборатория защиты растений, ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», ул. Загорьевская, 4, г. Москва, Российская Федерация, 142718, e-mail: fncsad@fncsad.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1069-3771>, e-mail: virlabor@mail.ru

Information about the author

✉ **Mikhail T. Upadyshev**, DSc in Agricultural Science, chief researcher, the Laboratory of Plant Protection, Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, st. Zagoryevskaya 4, Moscow, Russian Federation, 142718, e-mail: fncsad@fncsad.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1069-3771>, e-mail: virlabor@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author