

Научная статья
УДК 634.141
EDN PEXUVQ
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.4.08

Особенности различных режимов стерилизации эксплантов сортов *Chaenomeles* Lindl. на этапе введения в культуру *in vitro*

Сергей Сергеевич Макаров¹
доктор сельскохозяйственных наук

Юлия Сергеевна Черятова²
кандидат биологических наук

Антон Игоревич Чудецкий³
кандидат сельскохозяйственных наук

Ирина Борисовна Кузнецова⁴
кандидат сельскохозяйственных наук

Аннотация. Хеномелес (*Chaenomeles* Lindl.) – ценная культура для озеленения населённых пунктов России, характеризующаяся большим количеством декоративных сортов и форм. Для массового получения здорового и генетически однородного посадочного материала растений целесообразно использовать метод клонального микроразмножения, при этом важным этапом является получение асептической культуры. Приведены результаты исследований по клональному микроразмножению растений хеномелеса семи сортов зарубежной селекции (*Ch. japonica* – Cido; *Ch. speciosa* – Brilliant, Pink Storm; *Ch. superba* – Andenken an Karl Ramcke, Fire Dance, Jet Trail, Red Joy) и семи отборных гибридных форм российской селекции на этапе введения в культуру *in vitro*. Исследования по клональному микроразмножению растений проводили на базе РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

В результате исследований установлено, что для стерилизации эксплантов хеномелеса пяти сортов (*Andenken an Karl Ramcke*, *Brilliant*, *Cido*, *Fire Dance*, *Jet Trail*) и двух гибридных форм (№ 5 и 14) более эффективно использовать 0,2%-й раствор азотнокислого серебра в течение 20 мин, для трёх гибридных форм (№ 2, 3 и 15) – в течение 15 мин (жизнеспособность – 80–90%). Для всех изучаемых сортов и пяти гибридных форм (№ 1, 2, 3, 4 и 15) эффективным также оказалось использование 0,1%-го раствора сулемы в течение 15 мин (жизнеспособность – 72–85%), для пяти сортов (*Andenken an Karl Ramcke*, *Brilliant*, *Cido*, *Fire Dance*, *Pink Storm*) и трёх гибридных форм (№ 5, 14, 15) – 5%-го раствора препарата Лизоформин 3000 в течение 20 мин (74–87%), для двух сортов (*Andenken an Karl Ramcke*, *Brilliant*) – 30%-го раствора перекиси водорода в течение 20 мин (80–82%).

Ключевые слова: хеномелес, красивоцветущие кустарники, сорт, клональное микроразмножение, *in vitro*, эксплант, стерилизация, жизнеспособность.

Для цитирования: Макаров С.С., Черятова Ю.С., Чудецкий А.И., Кузнецова И.Б. Особенности различных режимов стерилизации эксплантов сортов *Chaenomeles* Lindl. на этапе введения в культуру *in vitro*. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2025. № 4. С. 128–138. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.4.08. <https://elibrary.ru/pexuvq>.

¹ Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, заведующий кафедрой декоративного садоводства и газоноведения (Москва, Российская Федерация), s.makarov@rgau-msha.ru

² Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, доцент (Москва, Российская Федерация), u.cheryatova@rgau-msha.ru

³ Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения (Москва, Российская Федерация), chudetski@rgau-msha.ru

⁴ Костромская государственная сельскохозяйственная академия, доцент кафедры агрохимии, биологии и защиты растений (пос. Караваево, Костромская обл., Российская Федерация), sonnereiser@yandex.ru

Original article

EDN PEXUVQ

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.4.08

Features of Various Sterilization Modes of Explants of *Chaenomeles* Lindl. Cultivars at the Stage of Introduction into *in vitro* Culture

Sergey S. Makarov¹

Doctor of Agricultural Sciences

Yulia S. Cheryatova²

Candidate of Biological Sciences

Anton I. Chudetsky³

Candidate of Agricultural Sciences

Irina B. Kuznetsova⁴

Candidate of Agricultural Sciences

Abstract. *Chaenomeles* Lindl. is a valuable crop for landscaping populated areas of Russia, with a large number of ornamental varieties and forms. Use the clonal micropropagation method is advisable for mass production of healthy and genetically uniform planting material, with obtaining an aseptic culture as an important stage. The article presents the results of studies on clonal micropropagation of *Chaenomeles* plants of 7 varieties of foreign selection (*Ch. japonica* – Cido; *Ch. speciosa* – Brilliant, Pink Storm; *Ch. superba* – Andenken an Karl Ramcke, Fire Dance, Jet Trail, Red Joy) and 7 selected hybrid forms of Russian selection at the stage of introduction into *in vitro* culture. Studies on clonal micropropagation of plants were carried out on the basis of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. Most effective for sterilization of *Chaenomeles* explants (viability is 80–90%) is to use: 0.2% solution of silver nitrate for 20 minutes – for 5 varieties (Andenken an Karl Ramcke, Brilliant, Cido, Fire Dance, Jet Trail) and 2 hybrid forms (No. 5, 14), for 15 minutes – for 3 hybrid forms (No. 2, 3, 15). Quite effective in sterilizing explants of all studied *Chaenomeles* varieties of and 5 hybrid forms (No. 1, 2, 3, 4, 15) is the use of a 0.1% solution of corrosive sublimate for 15 minutes (viability – 72–85%), for 5 varieties (Andenken an Karl Ramcke, Brilliant, Cido, Fire Dance, Pink Storm) and 3 hybrid forms (No. 5, 14, 15) – 5% solution of Lysoformin 3000 for 20 minutes (74–87%), for 2 varieties (Andenken an Karl Ramcke, Brilliant) – 30% solution of hydrogen peroxide for 20 minutes (80–82%).

Key words: *chaenomeles*, beautiful flowering shrubs, cultivar, clonal micropropagation, *in vitro*, explant, sterilization, viability.

For citation: Makarov S., Cheryatova Yu., Chudetsky A., Kuznetsova I. Features of Various Sterilization Modes of Explants of *Chaenomeles* Lindl. Cultivars at the Stage of Introduction into *in vitro* Culture. – Text : electronic // Forestry Information. 2025. № 4. P. 128–138. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.4.08. <https://elibrary.ru/pexuvq>.

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Head of the Department of Ornamental Horticulture and Turfgrass Science (Moscow, Russian Federation), s.makarov@rgau-msha.ru

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Associate Professor at the Department of Ornamental Horticulture and Turfgrass Science, Associate Professor (Moscow, Russian Federation), u.cheryatova@rgau-msha.ru

³ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Associate Professor at the Department of Ornamental Horticulture and Turfgrass Science (Moscow, Russian Federation), chudetski@rgau-msha.ru

⁴ Kostroma State Agricultural Academy, Associate Professor at the Department of Agrochemistry, Biology and Plant Protection (Karavaevo, Kostroma region, Russian Federation), sonnereiser@yandex.ru

Введение

Хеномелес, или айва низкая (*Chaenomeles* Lindl.), – род красивоцветущих кустарников из семейства Розовые (Rosaceae), широко внедрённых в культуру в странах Западной Европы и Средней Азии в качестве декоративных и плодовых растений. Преимуществами хеномелеса при озеленении населённых пунктов являются устойчивость растений к засушливым условиям, болезням и вредителям, загрязнению воздуха и другим неблагоприятным экологическим факторам [1–5]. На сегодняшний день насчитывается множество сортов и форм хеномелеса, перспективных для озеленения, декоративного садоводства, использования в ландшафтном дизайне [6–9].

Представители рода в последнее время становятся всё более популярными в России: кроме южных регионов европейской части страны [2–4, 8], интерес к выращиванию данной культуры возрастает в частном садоводстве в средней полосе России, в условиях Нечернозёмной зоны и даже в Сибири, где используются наиболее зимостойкие виды и формы хеномелеса [10–13].

Размножение хеномелеса возможно как семенным способом, в основном для селекционных работ, так и вегетативным (зелёными черенками, корневыми отпрысками, дуговидными отводками, прививками) для сохранения сортовых признаков. При прививках, кроме сеянцев хеномелеса, в качестве подвоев могут использоваться рябина (*Sorbus* L.), груша (*Pyrus* L.), ирга (*Amelanchier* Medik.), боярышник (*Crataegus* Tourn. ex L.), айва (*Cydonia* Mill.); такой способ помогает избегать корневой поросли [14–16]. Однако для массового выращивания с целью обеспечения здоровым и генетически однородным посадочным материалом следует прибегать к адаптивным технологиям выращивания с использованием таких биотехнологических методов, как клональное микроразмножение [17, 18].

Введением в культуру *in vitro* представителей рода *Chaenomeles* занимался ряд исследователей из разных стран мира [19–28], однако при клональном микроразмножении на разных этапах часто можно наблюдать сортовые различия,

а начальный этап связан с рядом трудностей получения асептической культуры. В связи с этим необходимы дополнительные исследования в отношении разных сортов и гибридных форм хеномелеса, поиск оптимальных схем их выращивания и совершенствование технологий ускоренного получения посадочного материала.

Цель исследований – изучение жизнеспособности эксплантов хеномелеса различных сортов и гибридных форм при клональном микроразмножении на этапе введения в культуру *in vitro*.

Объекты и методы исследований

Объекты исследования – экспланты растений хеномелеса семи сортов зарубежной селекции (Andenken an Karl Ramcke, Brilliant, Cido, Fire Dance, Jet Trail, Pink Storm, Red Joy), интродуцированные в условиях Москвы и наиболее перспективные для выращивания в условиях Московской обл. [29, 30], а также семи отборных гибридных форм российской селекции (№ 1, 2, 3, 4, 5, 14 и 15), полученных в результате свободного опыления [16]. При этом Cido является сортом хеномелеса японского (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach), Brilliant и Pink Storm – сортами хеномелеса прекрасного (*Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai), остальные (Andenken an Karl Ramcke, Fire Dance, Jet Trail, Red Joy) – сортами хеномелеса превосходного (*Chaenomeles* × *superba* (Frahm) Rehd.), являющегося гибридом *Ch. japonica* × *Ch. speciosa*. Гибридные формы в основном отличаются величиной и окраской цветков, формой и размерами листьев.

Получение асептической (стерильной) культуры является начальным и важным этапом клонального микроразмножения и представляет собой оздоровление растений (освобождение от разного рода патогенов и инфекций). Для этого с учётом видовых и сортовых особенностей растений осуществляют подбор оптимального режима стерилизации вводимых в культуру *in vitro* эксплантов, включая тип стерилизующего агента, его концентрацию в растворе и время экспозиции. Исследования по клональному

микроразмножению на этапе введения в культуру *in vitro* проводили на базе Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева в 2024–2025 гг. в соответствии с общепринятыми методиками [18, 31].

В качестве эксплантов использовали апикальные меристемы исходных растений. Для стерилизации эксплантов в условиях ламинарного бокса применяли различные стерилизующие водные растворы: сулемы (0,1%), перекиси водорода (30%), азотнокислого серебра AgNO_3 (0,2%), кислородсодержащего бесхлорного отбеливателя Synergetic (5%), дезинфицирующих средств Сульфохорантин-Д (0,2%) и Лизоформин 3000 (5%). Время экспозиции – 5, 10, 15 и 20 мин. Выделенные экспланты культивировали на питательной среде Мурасиге-Скуга (MS) [32]

в течение 5 нед. в условиях световой комнаты при температуре 22–25 °С, интенсивности освещения 1 500–2 000 лк, фотопериоде 16 ч света и 8 ч темноты. В каждом варианте опыта испытывали по 100 эксплантов. Через 14 сут рассчитывали жизнеспособность эксплантов как соотношение живых к общему количеству введенных в культуру.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований по клональному микроразмножению хеномелеса на этапе введения в культуру *in vitro*, характеризующие жизнеспособность эксплантов сортов зарубежной селекции, приведены в табл. 1, гибридных форм российской селекции – в табл. 2.

ТАБЛИЦА 1. ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ЭКСПЛАНТОВ ЗАРУБЕЖНЫХ СОРТОВ ХЕНОМЕЛЕСА В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*, %, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕРИЛИЗУЮЩИХ АГЕНТОВ И ВРЕМЕНИ ЭКСПОЗИЦИИ

СТЕРИЛИЗУЮЩИЙ АГЕНТ	ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ЭКСПЛАНТОВ, %, ПРИ ВРЕМЕНИ ЭКСПОЗИЦИИ, МИН			
	5	10	15	20
Andenken an Karl Ramcke				
Сулема 0,1%	14	35	85	50
Перекись водорода 30%	8	52	70	82
AgNO_3 0,2%	15	45	69	90
Synergetic 5%	5	35	50	65
Сульфохорантин-Д 0,2%	18	25	40	55
Лизоформин 3000 5%	20	40	52	87
Brilliant				
Сулема 0,1%	10	40	80	44
Перекись водорода 30%	10	38	68	80
AgNO_3 0,2%	5	50	50	85
Synergetic 5%	12	30	42	65
Сульфохорантин-Д 0,2%	16	32	30	50
Лизоформин 3000 5%	18	35	60	80
Cido				
Сулема 0,1%	15	30	80	42
Перекись водорода 30%	15	41	74	60
AgNO_3 0,2%	8	50	52	80
Synergetic 5%	10	40	46	60
Сульфохорантин-Д 0,2%	17	38	30	52
Лизоформин 3000 5%	22	42	50	76

ОКОНЧАНИЕ ТАБЛ. 1

СТЕРИЛИЗУЮЩИЙ АГЕНТ	ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ЭКСПЛАНТОВ, %, ПРИ ВРЕМЕНИ ЭКСПОЗИЦИИ, МИН			
	5	10	15	20
Fire Dance				
Сулема 0,1%	13	35	78	60
Перекись водорода 30%	10	42	70	42
AgNO ₃ 0,2%	17	46	68	84
Synergetic 5%	16	40	60	62
Сульфохорантин-Д 0,2%	14	40	48	60
Лизоформин 3000 5%	20	36	56	76
Jet Trail				
Сулема 0,1%	10	25	81	35
Перекись водорода 30%	10	40	70	50
AgNO ₃ 0,2%	12	52	54	90
Synergetic 5%	12	35	60	64
Сульфохорантин-Д 0,2%	6	44	52	58
Лизоформин 3000 5%	8	36	40	64
Pink Storm				
Сулема 0,1%	10	40	80	42
Перекись водорода 30%	10	42	60	40
AgNO ₃ 0,2%	10	50	75	70
Synergetic 5%	10	28	36	52
Сульфохорантин-Д 0,2%	14	20	42	64
Лизоформин 3000 5%	18	38	50	80
Red Joy				
Сулема 0,1%	6	37	75	36
Перекись водорода 30%	10	40	64	42
AgNO ₃ 0,2%	8	52	70	70
Synergetic 5%	14	20	30	50
Сульфохорантин-Д 0,2%	14	26	40	62
Лизоформин 3000 5%	5	44	52	40

ТАБЛИЦА 2. ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ЭКСПЛАНТОВ ГИБРИДНЫХ ФОРМ ХЕНОМЕЛЕСА В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ, %, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕРИЛИЗУЮЩИХ АГЕНТОВ И ВРЕМЕНИ ЭКСПОЗИЦИИ

СТЕРИЛИЗУЮЩИЙ АГЕНТ	ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ЭКСПЛАНТОВ, %, ПРИ ВРЕМЕНИ ЭКСПОЗИЦИИ, МИН			
	5	10	15	20
Отборная форма № 1				
Сулема 0,1%	8	40	75	36
Перекись водорода 30%	8	36	70	54
AgNO ₃ 0,2%	10	30	62	50
Synergetic 5%	10	28	50	56
Сульфохорантин-Д 0,2%	6	20	50	42
Лизоформин 3000 5%	2	20	50	40

ОКОНЧАНИЕ ТАБЛ. 2

СТЕРИЛИЗУЮЩИЙ АГЕНТ	ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ЭКСПЛАНТОВ, %, ПРИ ВРЕМЕНИ ЭКСПОЗИЦИИ, МИН			
	5	10	15	20
Отборная форма № 2				
Сулема 0,1%	9	36	80	40
Перекись водорода 30%	8	44	62	44
AgNO ₃ 0,2%	6	32	85	64
Synergetic 5%	4	40	70	52
Сульфохорантин-Д 0,2%	1	19	68	50
Лизоформин 3000 5%	0	30	72	54
Отборная форма № 3				
Сулема 0,1%	4	30	80	54
Перекись водорода 30%	2	42	65	30
AgNO ₃ 0,2%	1	40	84	60
Synergetic 5%	1	48	75	42
Сульфохорантин-Д 0,2%	2	50	65	40
Лизоформин 3000 5%	2	52	70	40
Отборная форма № 4				
Сулема 0,1%	0	16	75	42
Перекись водорода 30%	10	14	60	35
AgNO ₃ 0,2%	10	10	70	50
Synergetic 5%	0	8	65	42
Сульфохорантин-Д 0,2%	8	12	50	36
Лизоформин 3000 5%	10	6	42	40
Отборная форма № 5				
Сулема 0,1%	8	36	50	42
Перекись водорода 30%	12	24	40	54
AgNO ₃ 0,2%	10	30	62	80
Synergetic 5%	6	45	55	60
Сульфохорантин-Д 0,2%	10	20	44	50
Лизоформин 3000 5%	12	24	50	80
Отборная форма № 14				
Сулема 0,1%	20	40	65	40
Перекись водорода 30%	20	30	70	25
AgNO ₃ 0,2%	12	25	64	80
Synergetic 5%	16	18	36	50
Сульфохорантин-Д 0,2%	10	24	32	44
Лизоформин 3000 5%	8	30	56	85
Отборная форма № 15				
Сулема 0,1%	4	30	72	48
Перекись водорода 30%	2	42	62	50
AgNO ₃ 0,2%	6	50	80	76
Synergetic 5%	9	56	60	68
Сульфохорантин-Д 0,2%	0	46	52	70
Лизоформин 3000 5%	6	38	44	74

Эффективность основных стерилизаторов для исследуемых сортов и форм различалась в зависимости от времени экспозиции. Так, при стерилизации эксплантов хеномелеса 5-ти сортов зарубежной селекции (Andenken an Karl Ramcke, Brilliant, Cido, Fire Dance, Jet Trail) и 2-х отборных форм российской селекции (№ 5 и 14) наиболее эффективным оказался 0,2%-й раствор AgNO_3 с экспозицией 20 мин, а для отборных форм № 2, 3 и 15 – с экспозицией 15 мин. Жизнеспособность эксплантов достигала 80–90%.

У этих же сортов, а также у Pink Storm, Red Joy и отборных форм хеномелеса российской селекции № 1, 2, 3, 4 и 15 при использовании сулемы 0,1%-й с экспозицией 15 мин выход жизнеспособных эксплантов составил 72–85%. Обработка 5%-м раствором дезинфицирующего средства Лизоформин 3000 с экспозицией 20 мин оказалась эффективной для сортов Andenken an Karl Ramcke, Brilliant, Cido, Fire Dance, Pink Storm и отборных форм российской селекции № 5, 14 и 15: жизнеспособность эксплантов составила 74–87%. Использование 30%-го раствора перекиси водорода с экспозицией 15 мин позволило получить 60–70% жизнеспособных эксплантов у большинства исследуемых сортов и форм хеномелеса, кроме формы № 5, а при экспозиции 20 мин у сортов Andenken an Karl Ramcke и Brilliant жизнеспособность эксплантов достигала 80–82%.

Стерилизующий агент в виде 5%-го раствора бесхлорного отбеливателя Synergetic проявил достаточно высокую эффективность только для отборной формы № 3 при экспозиции 15 мин (75% жизнеспособных эксплантов), а для других сортов и форм с экспозицией 15 и 20 мин его

эффективность, как и дезинфицирующего средства 0,2%-го Сульфохорантина-Д, варьировала от 35 до 65%.

Во всех вариантах стерилизации с экспозицией 5 и 10 мин жизнеспособность эксплантов была довольно низкой и не превышала у исследуемых растений 20 и 52% соответственно.

Заключение

Таким образом, на этапе введения в культуру *in vitro* растений хеномелеса сортов зарубежной селекции Andenken an Karl Ramcke, Brilliant, Cido, Fire Dance, Jet Trail и отборных гибридных форм российской селекции № 5 и 14 наиболее эффективной является стерилизация эксплантов 0,2%-м раствором азотнокислого серебра с экспозицией 20 мин, для гибридных форм № 2, 3 и 15 – с экспозицией 15 мин. У большинства исследуемых сортов и форм хеномелеса достаточно высокая жизнеспособность эксплантов выявлена при использовании в качестве основного стерилизатора 0,1%-го раствора сулемы с экспозицией 15 мин. Для сортов хеномелеса Andenken an Karl Ramcke, Brilliant, Cido, Fire Dance, Pink Storm и отборных гибридных форм российской селекции № 5, 14 и 15 при введении в культуру *in vitro* оказалась эффективной обработка 5%-м раствором препарата Лизоформин 3000 с экспозицией 20 мин. Результаты исследований могут быть использованы при разработке полного технологического цикла ускоренного получения оздоровлённого сортового посадочного материала хеномелеса с использованием клонального микроразмножения.

Список источников

1. Меженский, В.Н. Хеномелес / В.Н. Меженский. – Москва : АСТ; Донецк : Сталкер, 2004. – 62 с.
2. Карпун, Ю.Н. Субтропическая декоративная дендрология : справочник / Ю.Н. Карпун. – Санкт-Петербург : ВВМ, 2010. – 580 с. EDN: VPQYUJ.
3. Федорова, Д.Г. Предварительная оценка перспективности интродукции представителей рода *Chaenomeles* Lindl. в условиях Оренбургского Предуралья / Д.Г. Федорова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 641. EDN: YTIGTZ.
4. Солтани, Г.А. Биоресурсный потенциал хеномелесов (*Chaenomeles* L.) в условиях влажных субтропиков России / Г.А. Солтани, В.И. Маляровская // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2020. – № 136. – С. 67–77. DOI: 10.36305/0513-1634-2020-136-67-77. EDN: NMIMXU.
5. Макаров, С.С. Декоративная дендрология : учебник для вузов / С.С. Макаров, Н.Р. Сунгурова, А.И. Чудецкий. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 340 с. EDN: ITKLBS.
6. Mihova, T. Investigations of *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. in the Region of Central Balkans / T. Mihova, V. Kondakova, P. Mondeshka // Banat's J. Biotechnol. – 2012. – № 3. – P. 43–48. DOI:10.7904/2068-4738-III(06)-43.
7. Komar-Tyomnaya, L. Strategy of *Chaenomeles* Selection Based on the Chemical Composition of Fruits / L. Komar-Tyomnaya, A. Paliy, A. Richter // Acta Horticulturae. – 2016. – P. 617–622. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1139.106. EDN: XFMRON.
8. Солтани, Г.А. Перспективные сорта хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) для использования в озеленении Юга России / Г.А. Солтани, В.И. Маляровская // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2020. – № 66 (6). – С. 412–424. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-6-66-412-424. EDN: HAKCLU.
9. Кукулина, А.Г. Оценка новых российских сортов хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) / А.Г. Кукулина, Л.Д. Комар-Темная, Ю.А. Федулова // Бюллетень Главного ботанического сада. – 2020. – № 1. – С. 46–56. DOI: 10.25791/BVGRAN.01.2020.1037. EDN: YHJILB.
10. Кумпан, В.Н. Хеномелес японский – новая культура Западной Сибири : монография / В.Н. Кумпан, С.Г. Сухоцкая. – Омск : изд-во ОмГАУ, 2010. – 120 с. EDN: QLBTXJ.
11. Федулова, Ю.А. Хеномелес в средней полосе России / Ю.А. Федулова, М.Ю. Пимкин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2016. – Т. 47. – С. 347–350. EDN: XCRLFV.
12. Макаров, С.С. Декоративная дендрология : учеб. для вузов / С.С. Макаров, Н.Р. Сунгурова, А.И. Чудецкий. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 320 с.
13. Громадин, А.В. Дендрологический справочник. Деревья и кустарники, пригодные для культивирования в открытом грунте на территории России / А.В. Громадин, А.Н. Сахоненко. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2025. – 695 с.
14. Бондорина, И.А. Прививка – эффективный способ создания новых декоративных форм. – Текст : электронный / И.А. Бондорина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. – 2011. – № 71. – С. 566–579. EDN: OIGYPR. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/19.pdf>.
15. Остапчук, И.Н. Способы размножения облепихи и хеномелеса // Плодоводство. – Самохваловичи, 2015. – Т. 27. – С. 387–403.
16. Вегетативное размножение хеномелеса с помощью различных способов прививки для использования в ландшафтном дизайне / А.А. Локонова, С.С. Макаров, В.А. Крючкова, В.Ю. Бахман // Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича (Москва, 3–5 июня 2024). – Москва : РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 50–55. EDN: BSWTDQ.

17. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе / Р.Г. Бутенко. – Москва : ФБК-Пресс, 1999. – 160 с.
18. Тихонович, И.А. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия : изд. 4-е, перераб. и доп. / И.А. Тихонович, Н.А. Проворов; под ред. В.С. Шевелухи. – Москва : URSS, 2015. – 704 с. EDN: YNIPNV.
19. Panavas, T. Optimization of the Growth Medium for the Micropropagation of Japanese Quince (*Chaenomeles japonica* Thunb.) / T. Panavas // *Biologija*. – 1994. – № 3. – P. 44–49.
20. Bach, A. Mikrorozmnażanie pigwowca japońskiego [*Chaenomeles japonica* Lindl.] / A. Bach, D. Kraus, D. Grabarczyk // *Zesz. Nauk. Akad. Tech.-Rol. w Bydgoszczy*. – 1996. – № 39. – P. 115–121.
21. *In vitro* Propagation of Non-traditional Horticultural Plants (*Actinidia*, *Chaenomeles*, *Aronia*) / G. Staniene, V. Stanys, C. Bobinas [et al.] // *Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych*. – 1999. – № 468. – P. 435–443.
22. Kauppinen, S. Optimizing Shoot Proliferation and Rooting of Micropropagated Japanese Quince (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. Ex. Spach) / S. Kauppinen // *Acta Hort.* – 2001. – Vol. 560. – P. 433–436. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.560.84.
23. *In vitro* Induction of Polyploidy in Japanese Quince (*Chaenomeles japonica*) / V. Stanys, A. Weckman, G. Staniene, P. Duchovskis // *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* – 2006. – Vol. 84. – P. 263–268. DOI: 10.1007/s11240-005-9029-3.
24. Особенности развития апомиктических растений (*Pyrus communis* L.) / (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl.) в условиях *in vitro* / В.Е. Джафарова, Л.В. Голышкин, Е.А. Долматов, Л.В. Ташматова // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2013. – № 2 (19). – С. 46–49. EDN: VIOGRD.
25. Остапчук, И.Н. Введение в культуру *in vitro* малораспространенных культур в Беларуси: облепихи крушиновидной и хеномелеса японского / И.Н. Остапчук, Н.В. Кухарчик // Плодоводство. – Минск : Белорусская наука, 2016. – Т. 28. – С. 205–211.
26. Остапчук, И.Н. Ризогенез хеномелеса японского в культуре *in vitro* / И.Н. Остапчук, Н.В. Кухарчик // Плодоводство. – Минск : Белорусская наука, 2018. – Т. 30. – С. 148–152. EDN: COGYBC.
27. Micropropagation of *Chaenomeles japonica*: A Step Towards Production of Polyphenol-rich Extracts Showing Antioxidant and Antimicrobial Activities. – Текст : электронный / M. Kikowska, A. Włodarczyk, M. Rewers [et al.] // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24. – Art. 1314. DOI: 10.3390/molecules24071314. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/7/1314>.
28. Ильичев, А.С. Введение в культуру *in vitro* *Chaenomeles japonica* сорта Восход / А.С. Ильичев, С.А. Муратова // Наука и образование. – 2021. – Т. 4. – № 4. EDN: NZSOPU.
29. Локонова, А.А. Сравнительный анализ количественных признаков сортов хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) в условиях Центральной зоны европейской части России / А.А. Локонова, С.С. Макаров, В.А. Крючкова // Вестник Бурятской ГСХА имени В.Р. Филиппова. – 2024. – № 1 (74). – С. 81–87. DOI: 10.34655/bgsha.2024.74.1.010. EDN: JMBKTW.
30. Оценка хозяйственно ценных признаков сортов хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) при интродукции в условиях Москвы. – Текст : электронный / А.А. Локонова, С.С. Макаров, В.А. Крючкова, В.Ю. Бахман // Лесохозяйственная информация. – 2024. – № 4. – С. 85–94. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2024.4.09. EDN: QITHRS. – Режим доступа: URL: <http://lhi.vniilm.ru/>
31. Биотехнология в садоводстве. Выращивание плодовых и редких ягодных растений в культуре *in vitro*. Лабораторный практикум : учеб. пособие : изд. 2-е, стер. / С.С. Макаров, А.М. Антонов, Е.И. Куликова [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 128 с. EDN: DLFKUD.
32. Murashige, T. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiologia Plantarum*. – 1962. – Vol. 15. – № 3. – P. 473–497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.

References

1. Mezhen'skij, V.N. Henomeles / V.N. Mezhen'skij. – Moskva : ACT; Doneck : Stalker, 2004. – 62 s.
2. Karpun, Yu.N. Subtropicheskaya dekorativnaya dendrologiya : spravochnik / Yu.N. Karpun. – Sankt-Peterburg : VVM, 2010. – 580 s. EDN: VPQYOJ.
3. Fedorova, D.G. Predvaritel'naya ocenka perspektivnosti introdukcii predstavitelej roda *Chaenomeles* Lindl. v usloviyah Orenburgskogo Predural'ya / D.G. Fedorova // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2015. – № 5. – S. 641. EDN: YTIGTZ.
4. Soltani, G.A. Bioresursnyj potencial henomelesov (*Chaenomeles* L.) v usloviyah vlazhnyh subtropikov Rossii / G.A. Soltani, V.I. Malyarovskaya // Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada. – 2020. – № 136. – S. 67–77. DOI: 10.36305/0513-1634-2020-136-67-77. EDN: NMIMXU.
5. Makarov, S.S. Dekorativnaya dendrologiya : uchebnik dlya vuzov / S.S. Makarov, N.R. Sungurova, A.I. Chudeckij. – Sankt-Peterburg : Lan', 2024. – 340 s. EDN: ITKLBS.
6. Mihova, T. Investigations of *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. in the Region of Central Balkans / T. Mihova, V. Kondakova, P. Mondesha // Banat's J. Biotechnol. – 2012. – № 3. – P. 43–48. DOI:10.7904/2068-4738-III(06)-43.
7. Komar-Tyomnaya, L. Strategy of *Chaenomeles* Selection Based on the Chemical Composition of Fruits / L. Komar-Tyomnaya, A. Paliy, A. Richter // Acta Horticulturae. – 2016. – P. 617–622. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1139.106. EDN: XFMRON.
8. Soltani, G.A. Perspektivnye sorta henomelesa (*Chaenomeles* Lindl.) dlya ispol'zovaniya v ozelenenii Yuga Rossii / G.A. Soltani, V.I. Malyarovskaya // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. – 2020. – № 66 (6). – S. 412–424. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-6-66-412-424. EDN: HAKCLU.
9. Kuklina, A.G. Ocenka novyh rossijskih sortov henomelesa (*Chaenomeles* Lindl.) / A.G. Kuklina, L.D. Komar-Temnaya, Yu.A. Fedulova // Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada. – 2020. – № 1. – S. 46–56. DOI: 10.25791/BBGRAN.01.2020.1037. EDN: YHJILB.
10. Kumpan, V.N. Henomeles yaponskij – novaya kul'tura Zapadnoj Sibiri : monografiya / V.N. Kumpan, S.G. Suhockaya. – Omsk : izd-vo OmGAU, 2010. – 120 s. EDN: QLBTXJ.
11. Fedulova, Yu.A. Henomeles v srednej polose Rossii / Yu.A. Fedulova, M.Yu. Pimkin // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2016. – T. 47. – S. 347–350. EDN: XCRLFV.
12. Makarov, S.S. Dekorativnaya dendrologiya : ucheb. dlya vuzov / S.S. Makarov, N.R. Sungurova, A.I. Chudeckij. – Sankt-Peterburg : Lan', 2024. – 320 s.
13. Gromadin, A.V. Dendrologicheskij spravochnik. Derev'ya i kustarniki, prigodnye dlya kul'tivirovaniya v otkrytom grunte na territorii Rossii / A.V. Gromadin, A.N. Sahonenko. – Moskva : Tovari'schestvo nauchnyh izdanij KMK, 2025. – 695 s.
14. Bondorina, I.A. Privivka – effektivnyj sposob sozdaniya novyh dekorativnyh form. – Tekst : elektronnyj / I.A. Bondorina // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo GAU. – 2011. – № 71. – S. 566–579. EDN: OIGYPR. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/19.pdf>.
15. Ostapchuk, I.N. Sposoby razmnzheniya oblepihi i henomelesa // Plodovodstvo. – Samohvalovich, 2015. – T. 27. – S. 387–403.
16. Vegetativnoe razmnzhenie henomelesa s pomoshch'yu razlichnyh sposobov privivki dlya ispol'zovaniya v landshaftnom dizajne / A.A. Lokonova, S.S. Makarov, V.A. Kryuchkova, V.Yu. Bahman // Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii molodyh uchenykh i specialistov, posvyashchennoj 150-letiyu so dnya rozhdeniya A.Ya. Milovicha (Moskva, 3–5 iyunya 2024). – Moskva : RGAU – MSHA imeni K.A. Timiryazeva, 2024. – S. 50–55. EDN: BSWTDQ.
17. Butenko, R.G. Biologiya kletok vysshih rastenij in vitro i biotekhnologii na ih osnove / R.G. Butenko. – Moskva : FBK-Press, 1999. – 160 s.

18. Tihonovich, I.A. Sel'skohozyajstvennaya biotekhnologiya i bioinzhenneriya : izd. 4-e, pererab. i dop. / I.A. Tihonovich, N.A. Provorov; pod red. V.S. Sheveluhi. – Moskva : URSS, 2015. – 704 s. EDN: YNIPNV.
19. Panavas, T. Optimization of the Growth Medium for the Micropropagation of Japanese Quince (*Chaenomeles japonica* Thunb.) / T. Panavas // Biologija. – 1994. – № 3. – P. 44–49.
20. Bach, A. Mikrorozmnozanie pigwowca japonskiego [*Chaenomeles japonica* Lindl.] / A. Bach, D. Kraus, D. Grabarczyk // Zesz. Nauk. Akad. Tech.-Rol. w Bydgoszczy. – 1996. – № 39. – P. 115–121.
21. *In vitro* Propagation of Non-traditional Horticultural Plants (*Actinidia*, *Chaenomeles*, *Aronia*) / G. Staniene, V. Stanys, C. Bobinas [et al.] // Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych. – 1999. – № 468. – P. 435–443.
22. Kauppinen, S. Optimizing Shoot Proliferation and Rooting of Micropropagated Japanese Quince (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. Ex. Spach) / S. Kauppinen // Acta Hort. – 2001. – Vol. 560. – P. 433–436. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.560.84.
23. *In vitro* Induction of Polyploidy in Japanese Quince (*Chaenomeles japonica*) / V. Stanys, A. Weckman, G. Staniene, P. Duchovskis // Plant Cell Tiss. Organ Cult. – 2006. – Vol. 84. – P. 263–268. DOI: 10.1007/s11240-005-9029-3.
24. Osobennosti razvitiya apomikticheskikh rastenij (*Pyrus communis* L.) / (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl.) v usloviyah *in vitro* / V.E. Dzhafarova, L.V. Golyshkin, E.A. Dolmatov, L.V. Tashmatova // Sortovivchennyya ta ohorona prav na sorti roslin. – 2013. – № 2 (19). – S. 46–49. EDN: VIOGRD.
25. Ostapchuk, I.N. Vvedenie v kul'turu *in vitro* malorasprostranennykh kul'tur v Belarusi: oblepihi krushinovidnoj i henomelesa yaponskogo / I.N. Ostapchuk, N.V. Kuharchik // Plodovodstvo. – Minsk : Belorusskaya nauka, 2016. – T. 28. – S. 205–211.
26. Ostapchuk, I.N. Rizogenez henomelesa yaponskogo v kul'ture *in vitro* / I.N. Ostapchuk, N.V. Kuharchik // Plodovodstvo. – Minsk : Belorusskaya nauka, 2018. – T. 30. – S. 148–152. EDN: COGYBC.
27. Micropropagation of *Chaenomeles japonica*: A Step Towards Production of Polyphenol-rich Extracts Showing Antioxidant and Antimicrobial Activities. – Tekst : elektronnyj / M. Kikowska, A. Włodarczyk, M. Rewers [et al.] // Molecules. – 2019. – Vol. 24. – Art. 1314. DOI: 10.3390/molecules24071314. – Rezhim dostupa: <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/7/1314>.
28. Il'ichev, A.S. Vvedenie v kul'turu *in vitro* *Chaenomeles japonica* sorta Voskhod / A.S. Il'ichev, S.A. Muratova // Nauka i obrazovanie. – 2021. – T. 4. – № 4. EDN: NZSOPU.
29. Lokonova, A.A. Sravnitel'nyj analiz kolichestvennykh priznakov sortov henomelesa (*Chaenomeles* Lindl.) v usloviyah Central'noj zony evropejskoj chasti Rossii / A.A. Lokonova, S.S. Makarov, V.A. Kryuchkova // Vestnik Buryatskoj GSHA imeni V.R. Filippova. – 2024. – № 1 (74). – S. 81–87. DOI: 10.34655/bgsha.2024.74.1.010. EDN: JMBKTW.
30. Ocenka hozyajstvenno cennykh priznakov sortov henomelesa (*Chaenomeles* Lindl.) pri introdukcii v usloviyah Moskvy. – Tekst : elektronnyj / A.A. Lokonova, S.S. Makarov, V.A. Kryuchkova, V.Yu. Bahman // Lesohozyajstvennaya informaciya. – 2024. – № 4. – S. 85–94. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2024.4.09. EDN: QITHRS. – Rezhim dostupa: URL: <http://lhi.vniilm.ru/>
31. Biotekhnologiya v sadovodstve. Vyrashchivanie plodovyh i redkih yagodnyh rastenij v kul'ture *in vitro*. Laboratornyj praktikum : ucheb. posobie : izd. 2-e, ster. / S.S. Makarov, A.M. Antonov, E.I. Kulikova [i dr.]. – Cankt-Peterburg : Lan', 2024. – 128 s. EDN: DLFKUD.
32. Murashige, T. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures / T. Murashige, F. Skoog // Physiologia Plantarum. – 1962. – Vol. 15. – № 3. – P. 473–497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.