

Л. Т. Мищенко, А. А. Дунич, А. В. Дащенко,
О. В. Молчанец

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВИРУСОВ, ПОРАЖАЮЩИХ РАСТЕНИЯ РОДА *MENTHA*

Аннотация.

Актуальность и цели. В мире все более острой проблемой в промышленном выращивании растений мяты становятся вирусные заболевания, однако в отечественной литературе отсутствует детальное описание вирусных болезней, поражающих эту эфиромасличную лекарственную культуру. В статье представлен обзор мировой научной литературы о вирусах, поражающих растения рода *Mentha*.

Результаты. В статье дана характеристика 23 вирусов, поражающих растения рода *Mentha* в различных странах мира. Детально представлены симптомы вирусных болезней на различных видах и сортах мяты, а также основные свойства вирусов, знание которых необходимо для успешной и эффективной защиты культуры от этих патогенов.

Выводы. Сведения, представленные в статье, будут полезны для хозяйств и предприятий, которые занимаются промышленным выращиванием мяты. Данный обзор является первым, посвященным указанной тематике, в отечественной литературе.

Ключевые слова: мята, фитовирусы, видовое разнообразие, свойства вирусов.

L. T. Mishchenko, A. A. Dunich, A. V. Dashchenko, O. V. Molchanets

SPECIES DIVERSITY OF VIRUSES INFECTING PLANTS OF *MENTHA* GENUS

Abstract.

Background. Viral diseases become a more and more topical problem of mint industrial cultivation in the world, however in Russian literature there is no detailed description of the viral diseases infecting this essential oil and medicinal crop. Therefore the article reviews world scientific literature about the viruses affecting plants of the *Mentha* genus.

Results. The authors characterize 23 viruses which affect mint plants worldwide and describe the symptoms of viral diseases of different mint species and the properties of the viruses, knowledge of which is necessary for successful and efficient crop protection against these pathogens.

Conclusions. These data will be useful for farmers and enterprises specializing in industrial cultivation of this essential oil crop. It is the first review in Russian literature which is devoted to the specified subject.

Key words: mint, plant viruses, variety of species, properties of viruses.

Сегодня интерес к фитотерапии в мире постоянно растет. Об этом свидетельствуют высокие темпы роста реализации препаратов растительного происхождения и внедрения новых современных методов их получения. Особо ценными являются растения рода *Mentha*. Острой проблемой в лекарственном растениеводстве являются вирусные инфекции. Кроме значительного влияния вирусов на урожайность и основные звенья метаболизма расте-

ний, доказано, что эти патогены могут снижать концентрацию биологически активных веществ в растениях [1–10]. Вирусы усложняют разработку агротехнических мероприятий, поскольку большинство лекарственных растений являются многолетними культурами, что способствует накоплению и хранению возбудителей разнообразных заболеваний на протяжении многих лет. Это может привести к массовому поражению культивируемых растений, уменьшению их урожаев на плантациях, а в дальнейшем и к полному уничтожению ценных лекарственных культур.

Выявление и циркуляция таких вредоносных вирусов на промышленных плантациях лекарственных растений требуют постоянного вирусологического мониторинга с последующей разработкой защиты растений от вирусов. Первым и основным этапом в диагностике фитовирусных инфекций является выявление заболевания, которое невозможно осуществить без знания симптоматики болезни и свойств его возбудителя.

Несмотря на ценность мяты во многих отраслях, на сегодняшний день в отечественной литературе отсутствует детальное описание вирусов, поражающих ее. В данной статье сделан обзор литературы о видовом составе вирусов, поражающих эту культуру, симптоматике фитовирусных заболеваний и основных свойствах вирусов. Анализ научной литературы показал, что растения мяты инфицируются 23-мя вирусами (табл. 1).

Таблица 1
Видовой состав вирусов и симптоматика вирусных заболеваний мяты

Название вируса	Акроним	Таксономическое положение	Симптомы на растениях мяты	Источник литературы
1	2	3	4	5
<i>Alfalfa mosaic virus</i>	AMV	<i>Alfamovirus</i>	Хлоротическая крапчатость	Neubauer, 1963, Richter, 1966
			Пожелтение листьев и задержка роста	Lovisolo, Luisoni, 1963
			Междужилковая пятнистость, кольцевая крапчатость	Fletcher, 2001; Gaborjanyi, Nagy, 1972
<i>Arabis mosaic virus</i>	ArMV	<i>Nepovirus</i>	Не описаны	Taylor, Thomas, 1968
<i>Cherry rasp leaf virus</i>	CRLV	<i>Cheravirus</i>	Не описаны	Thompson et al., 2004
<i>Cucumber mosaic virus</i>	CMV	<i>Cucumovirus</i>	Мозаика	Richter, 1966
			Мозаика и деформация листьев	Zhou et al., 1990
			Не описаны	Hani, 1971; Gaborjanyi, Nagy, 1972; Vicchi, Bellardi, 1988
<i>Impatiens nectotic spot virus</i>	INSV	<i>Tospovirus</i>	Не описаны	Stobbs et al., 1992; Allen, 1992; Grieco et al., 2000
			Задержка роста, желто-коричневая пятнистость на молодых, коричнево-серые некрозы на старых листьях	Sether et al., 1991; DeAngelis et al., 1994

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
<i>Lychnis ringspot virus</i>	LRSV-M	<i>Hordeivirus</i>	Мозаика	Beczner et al., 1992
<i>Mint vein banding associated virus</i>	MVBaV	Не определен	Бессимптомная инфекция, прижилковая мозаика	Tzanetakis et al, 2005 (a)
<i>Mint virus-1</i>	MV-1	<i>Closterovirus</i>	Прижилковая мозаика, курчавость	Tzanetakis et al, 2005 (б)
<i>Mint virus-2</i>	MV-2	<i>Vitivirus</i>	Бессимптомная инфекция	Tzanetakis et al, 2007
<i>Mint virus X</i>	MVX	<i>Potexvirus</i>	Бессимптомная инфекция	Tzanetakis et al, 2006 (б)
<i>Peppermint latent virus</i>	PeLV	<i>Cheravirus</i>	Не описаны	Thompson et al., 2004
<i>Peppermint stunt virus</i>	PmSV	<i>Vitivirus</i>	Не описаны	Lommel, Sit, 2006; Lommel, Tremblay, 1998
<i>Strawberry latent ringspot virus</i>	SLRSV	Не идентифицирован	Не описаны	Schmelzer, 1969; Taylor, Thomas, 1968
			Желтая прижилковая мозаика	Postman et al., 2004
<i>Tobacco mosaic virus</i>	TMV	<i>Tobamovirus</i>	Мозаика, прижилковая полосатость, деформация листьев и незначительная задержка роста	Samad et al., 1994; Samad et al., 2000
			Вырождение и истончение пагонов, кустистость, хлороз, карликовость	Сенчугова, 2003
<i>Tobacco ringspot virus</i>	TRSV	<i>Nepovirus</i>	Задержка роста и кустистость	Stone et al., 1962
<i>Tomato aspermy virus</i>	TAV	<i>Cucumovirus</i>	Мозаика и деформация листьев	Zhou et al., 1990
<i>Tomato leaf curl Pakistan virus</i>	ToLSPKV	<i>Begomovirus</i>	Мозаика, пожелтение, скручивание, курчавость листовой пластинки	Samad et al., 2011
<i>Tomato spotted wilt virus</i>	TSWV	<i>Tospovirus</i>	Не описаны	Sether et al., 1991; Grieco et al., 2000; Stobbs et al., 1992; Allen, 1992
Нитевидный	—	Не идентифицирован	Мозаика	Kacharmazov, Tanev, 1977
Нитевидный	—	Не идентифицирован	Хлоротическая мозаика, деформация листьев, морщинистость, мелколистность	Дашенко, 2013
Рабдовирус		<i>Cytorhabdovirus</i>	Не описаны	Intert, Amelunxen, 1988
<i>Potato virus Y</i>	PVY	<i>Potyvirus</i>	Разноцветность лепестков, хлороз, карликовость	Сенчугова, 2003
<i>Potato virus X</i>	PVX	<i>Potexvirus</i>	Мозаика и полосы на листьях	Сенчугова, 2003
<i>Tobacco rattle virus</i>	TRV	<i>Tobravirus</i>	Желтый мозаичный столбур	Brandes, 1964

Вирусы, которые передаются нематодами:

Tobacco rattle virus, TRV (вирус погремковости табака). В 1963 г. из образцов сока мяты с симптомами желтого мозаичного столбура был выделен палочкоподобный вирус длиной 88–176 нм и 25 нм шириной [11]. Он был идентифицирован как вирус погремковости табака. Этот вирус распространяется с помощью нескольких видов нематод, хорошо передается при механической инокуляции, прививке, семенами и не передается при непосредственном контакте. TRV распространен в Америке, Китае, Японии, Европе, реже встречается в Новой Зеландии и Австралии. В настоящее время природа симптома столбура окончательно не изучена. Известно, что инфекция протекает очень быстро: растения отстают в росте, а в участке корневой шейки вместо корневищ образуются щепотки карликовых побегов [12].

Arabis mosaic virus, ArMV (вирус мозаики резухи). ArMV принадлежит к подгруппе А роду *Nepovirus*, семейство *Secoviridae*. Вирионы сферической формы, размеры которых 25–27 нм. Этот вирус поражает около 100 видов растений, которые принадлежат к 28-ми семействам, вызывает существенные потери урожаев многих культур [13]. Передается в основном нематодами *Xiphinema diversicaudatum*, *X. bakeri*, *X. coxi*, а также механически, прививкой, семенами, но не передается контактно. ArMV часто выявляется в смешанной инфекции вместе с *Strawberry latent ringspot virus* (SLRSV), поскольку оба вируса передаются одним и тем же вектором.

В 1966 г. во время обследования полей малины в Шотландии на наличие *Strawberry latent ringspot virus* (SLRSV) Taylor и Thomas отбирали дикие виды растений с целью определения потенциально возможных хозяев и резерваторов этого вируса [14]. В итоге в половине из 12-ти отобранных образцов *Mentha arvensis* были детектированы ArMV и SLRSV. Авторы собрали семена из инфицированных образцов и вырастили 35 растений. В итоге ни в одном образце не было обнаружено ArMV, в отличие от SLRSV, который передался семенами двум растениям мяты. Это единственное сообщение о поражении мяты ArMV.

Strawberry latent ringspot virus, SLRSV (вирус латентной кольцевой пятнистости клубники). SLRSV поражает свыше 130 видов растений из 30-ти семейств. Вирус передается только нематодами рода *Xiphinema* (*X. diversicaudatum*, *X. coxi*), семенами, пылью и механически. Благодаря этому свойству SLRSV был отнесен к роду *Nepovirus*, а впоследствии – к *Sadwavirus*, но учитывая его филогенетическое расстояние от любого другого члена порядка *Picornavirales*, вероятнее, что эта классификация в будущем опять будет изменена [15, 16].

В 1960-х гг. было обнаружено, что растения мяты, которые росли в природе, являются хозяевами SLRSV [14, 17], но до 2004 г. не было ни одного сообщения об этом вирусе на растениях рода *Mentha* в США. Postman, Chambers Stace-smith выделили сферический вирус из растений, который впоследствии идентифицировали как SLRSV [18]. Позже SLRSV найден в нескольких регионах США и Канады. Однако присутствие этого вируса на производственных полях мяты в США не установлено, но наличие SLRSV является маловероятным, ведь два основных вида векторов отсутствуют в этой стране [19].

Tobacco ringspot virus, TRSV (вирус кольцевой пятнистости табака). TRSV имеет широкий круг растений-хозяев (35 семейств). Вирус принадле-

жит к подгруппе А рода *Nepovirus* (*Secoviridae*), передается нематодами рода *Xiphinema*. Как типичный представитель неовирусов TRSV легко передается механически, семенами и пылью. Тот факт, что вирус теряется при линьке векторов, можно эффективно использовать для уменьшения потерь урожая культуры.

В 1962 г. Stone et al. обнаружили несколько растений *Mentha spicata* с симптомами кустистости, задержки роста и деформации листовых пластинок на полях Индианы [20]. Эти растения были найдены только в двух маленьких ареалах с многочисленными популяциями векторов *X. americanum* Cobb. Как и в случае со многими вирусами, особенно неовирусами, растения после первичного инфицирования остаются бессимптомными, симптомы появляются на новых корнях после перезимовки растений. Stone et al. не наблюдали симптомов поражения TRSV на растениях *Mentha cardiaca*, которые росли около инфицированных растений мяты. Позже TRSV был детектирован методом иммуноферментного анализа (ИФА) и полимеразной цепной реакции (ПЦР) в растениях *Mentha* × *verticillata* с симптомами слабой прижильковой полосатости [19].

Вирусы, которые передаются тлями:

***Alfalfa mosaic virus, AMV* (вирус мозаики люцерны, ВМЛ).** ВМЛ – типичный представитель рода *Alfavirus* семейства *Bromoviridae*. AMV имеет очень широкий круг хозяев. В природных условиях этот вирус может инфицировать много растений и некоторые дикие (150 видов из 22 семейств) и передается больше 430 видам из 51 семейства [13]. Шестнадцать видов тлей, включая *Myzus persicae*, могут неперсистентно передавать AMV [21]. AMV также может передаваться через пыльцу и семена картофеля [22].

В 1963 г. новую вирусную болезнь, которая влекла за собой появление хлоротической крапчатости на листьях мяты, в Германии назвали «peppermint pale spot» [23]. Через несколько лет J. Richter установил, что указанная болезнь вызвана AMV и вирус может передаваться несколькими видами тлей [24]. Этот патоген также был идентифицирован в Италии, растения мяты характеризовались пожелтением листков и задержкой роста. Исследователям удалось передать вирус прививкой, но не механически [25]. Вирус был обнаружен в растениях мяты с симптомами междужилковой пятнистости и кольцевой крапчатости в условиях Новой Зеландии [26] и Европы [27]. Эффективность трансмиссии вируса мозаики люцерны выдвигает потенциальную угрозу для эфиромасличной и других индустрий, в которых применяют растения мяты, особенно, когда находят в смешанной инфекции с другими вирусами, которые также переносятся тлями.

***Cucumber mosaic virus, CMV* (вирус огуречной мозаики, ВОМ).**
***Tomato aspermy virus, TAV* (вирус аспермии томатов, ВАТ).** CMV – типичный представитель рода *Cuscutovirus* семейства *Bromoviridae*, который поражает больше 1 тыс. видов растений из более чем 86-ти семейств и провоцирует их экономически важные заболевания во всем мире. TAV впервые был описан в 1949 г., он способен инфицировать около 100 видов растений из 27-ми семейств. Штаммы CMV отличаются между собой по своим биологическим, серологическим и физико-химическим свойствам и распределяются на две подгруппы. Некоторые аспекты этих двух вирусов являются идентичными – оба эффективно передаются тлями неперсистентным путем, семенами, пылью и механически.

Первое сообщение о поражении CMV растений мяты было в 1966 г. в Германии. Там обнаружили мозаичную болезнь мяты, которая легко передавалась тлями [24]. Nani A. изучал эпидемиологию CMV в Швейцарии и показал, что растения *Mentha sp.* являются его хозяевами [28]. Этот патоген вместе с AMV также обнаружили в Венгрии в культивируемых лекарственных растениях, в частности и на мяте [27]. В Италии CMV был серьезной проблемой в выращивании гладиолусов. Исследованиями установлено, что растения *Mentha sp.*, включая *M. arvensis*, являются резерваторами вируса [29]. Zhou et al. выделили два вируса из инфицированных растений *M. spicata* (MS-Z и MS-S) в Шанхае (Китай), на листьях которых были мозаика и деформация [30]. После механической инокуляции установлено, что *M. haplocalyx* также является хозяином названных вирусов. Биологические свойства и морфология вирусных частиц были идентичными к таким кукумовирусам. Основываясь на результатах относительно круга растений-хозяев, симптомов, свойств *in vitro*, передаче тлями, морфологии вирионов и серологических тестов, MS-Z и MS-S были идентифицированы как CMV и TAV соответственно. Это единственное сообщение о поражении *M. spicata* данными вирусами.

Mint vein banding associated virus, MVBaV (вирус, ассоциированный с полосатостью жилок мяты). MVBaV – один из двух кластеровирусов, которые поражают мяту. Впервые MVBaV открыт в клонах *Variegata* в США, однако он не присутствовал в некоторых других клонах *Variegata* [31]. Авторы установили, что это вирус нитевидной формы размером 1500×12 нм. Векторами выявлены тли *Ovatus crataegarius*. Во время обследований полей мяты в Орегоне было обнаружено, что MVBaV был преимущественно у большинства протестированных образцов, причем визуальных симптомов поражения не было. На растениях коллекционных образцов *M. canadensis* из Онтарио (Канада) были симптомы прижилковой мозаики, в которых идентифицирован указанный вирус, что свидетельствует о существенной роли окружающей среды и вида растения-хозяина в проявлении симптомов заболевания (рис. 1).



Рис. 1. Симптомы поражения *Mint vein banding associated virus* и *Mint virus-1* на растениях *Mentha canadensis* [19]

Mint virus-1, MV-1 (вирус мяты -1). MV-1 – второй кластеровирус, который поражает мяту, обнаружен исследователями из США [32]. На растении

ях мяты отмечены морщинистость и прижильковый хлороз, из которых выделили три вируса: TRSV, MV-1 и *Mint virus-2*.

Исследователи установили, что MV-1 имеет организацию генома, подобную *Beet yellow virus* (вирус желтухи свеклы), который является типичным представителем рода *Closterovirus* и передается тлями. Филогенетический анализ показал, что MV-1 близко родствен с *Beet yellow virus* и *Citrus tristeza virus*. MV-1 передается мятной тлей. Авторами было показано, что растения мяты, на которых высаживали тлю только с одним вирусом, оставались бессимптомными [32].

Mint virus-2, MV-2 (вирус мяты -2). MV-2 принадлежит к роду *Vitivirus* семейства *Betaflexiviridae* и является близкородственным к членам рода, которые поражают растения грейпфрута, а именно: *Grapevine virus A, B* и *D*.

MV-2 впервые открыли ученые из США [33]. Их попытки механически передать вирус, используя в тесте 13 растений-индикаторов из разных семейств, были неудачными, а вот передать с помощью вектора (мятной тли) удалось. Исследователями доказано: для успешной передачи этого вируса необходим вирус-помощник, которым является MV-1, что является характерным для некоторых витивирусов, например, *Heracleum latent virus*. MV-2 при моноинфекции не вызывает видимых симптомов на мяте.

Peppermint stunt virus, PmSV (вирус карликовости мяты). PmSV принадлежит к роду *Vitivirus* семейства *Betaflexiviridae*. Он впервые обнаружен в США исследователями, которые наблюдали снижение содержания эфирного масла в растениях мяты [1]. PmSV серологически родствен *Grapevine virus A* и *Mint virus-2* [34, 35].

Impatiens necrotic spot virus, INSV (вирус некротической крапчатости бальзамина), Tomato spotted wilt virus, TSWV (вирус пятнистого увядания томатов) принадлежат к роду *Tospovirus*, семейство *Bunyaviridae*. Способность TSWV инфицировать растения мяты точно не выяснена, в связи с чем эти два вируса будут описаны вместе. Оба вируса передаются векторами персистентным путем (трипс *Frankliniella occidentalis*). До 1990 г. INSV не был выделен в вид, а в первом сообщении о вирусе на мяте назывался бальзаминным штаммом TSWV (TSWV-*Impatiens* strain) [36]. Исследователями установлено, что INSV может передаваться двумя видами *Frankliniella* (*F. occidentalis* и *F. intonsa*), эффективность передачи *F. occidentalis* выше, чем *F. intonsa* [37, 38]. TSWV способен передаваться несколькими видами трипсов, включая роды *Thrips* и *Frankliniella*.

На растениях мяты INSV вызывает задержку роста, а вот патогенность TSWV не выяснена до сих пор. В Орегоне, где эти вирусы были идентифицированы на мяте впервые, несколько сотен растений тестировали на наличие известного на то время TSWV, 30 % образцов были позитивными. В исследованиях использовали две антисыворотки к бальзаминному штамму TSWV (в настоящий момент INSV) и TSWV. Около половины образцов прореагировало с INSV, все другие – с TSWV [39]. В Онтарио (Канада) также было обнаружено, что растения мяты являются хозяевами для тосповирусов [40]. В Италии обнаружен TSWV в мяте с помощью ИФА [41].

Симптомами INSV-инфекции на мяте является светло-желтая пятнистость на молодых листьях, старые листья развиваются плохо, на них образуются некрозы (рис. 2).



Рис. 2. Симптомы INSV-инфекции на растениях мяты [36]

Tomato leaf curl Pakistan virus, ToLSPKV (пакистанский вирус скручивания листьев томатов). ToLSPKV принадлежит к роду *Begomovirus* семейства *Geminiviridae*, что содержит вирусы с одной или двумя кольцевыми молекулами ДНК. Бегомовирусы поражают экономически важные культуры, преимущественно в тропических и субтропических регионах мира. Они передаются *Bemisia tabaci*. В 2005 г. в Индии [42] было обнаружено 50–60 % растений мяты (*Mentha spicata* сорт Viridis) с симптомами мозаики, пожелтения, скручивания и задержки роста листьев (рис. 3).



Рис. 3. Симптомы бегомовирусной инфекции на растениях *Mentha spicata* [42]

Исследователи отметили, что растения, инфицированные на ранних стадиях, существенно теряли биомассу. Они также показали, что бегомовирус, выделенный из этих растений, – это *Tomato leaf curl Pakistan virus*, что он на 93 % идентичен по последовательностям нуклеотидов типичному штамму. Вирусы, которые принадлежат *Tomato leaf curl*, вызывают скручивание и уменьшение размеров листьев, задержку роста растений, редукцию соцветий. Изучение эпидемиологии болезни до сих пор продолжается.

Tobacco mosaic virus, TMV (вирус табачной мозаики, ВТМ) распространен по всему миру и поражает свыше 150 видов растений из 9-ти семейств. Геном ВТМ представляет собой одноцепочечную +РНК. Это палочкоподобный вирус размером 300×18 нм, передающийся механической инокуляцией и семенами.

На растениях мяты (*Mentha × gracilis*) вирус впервые обнаружили в 1994 г. в Индии [43, 44]. Симптомами заболевания были мозаика, просветление жилок, деформация листьев и незначительная задержка роста растений (рис. 4).



Рис. 4. Симптомы поражения BTM на растениях *Mentha × gracilis* [43]

Lychnis ringspot virus-mint, LRSV (вирус кольцевой пятнистости лихниса). LRSV – представитель рода *Hordeivirus*, палочкоподобных РНК вирусов. Наличие вируса в растениях мяты до сих пор не доказано. Единственным сообщением об инфицировании LRSV растений мяты с симптомами мозаики являются данные из Венгрии [45].

Mint virus X, MVX (вирус мяты X). MVX – новый потексвирус, выделенный из растений мяты в США [46]. Геном MVX около 6 kb, кодирует пять белков. MVX хорошо передается на травянистые растения, но совсем неэффективно происходит передача его на мяту. MVX близко родственен к *Strawberry mild yellow edge virus*, который трудно передается механически, а вот тлями и в присутствии вируса-помощника процент трансмиссии высокий. Авторами показано, что MVX не передается мятной тлей.

Peppermint latent virus, PeLV (латентный вирус мяты), Cherry rasp leaf virus, CRLV (вирус рашпилевидности листьев черешни). Американские ученые во время приготовления клонов мяты обнаружили в нескольких образцах сиквенсы вируса, который был назван *Peppermint latent virus*. Сравнение участков РНК1 и РНК2 показало, что PeLV больше всего родственен CRLV и *Apple latent spherical virus* [47]. Интересным оказался тот факт, что клон мяты имел 93 % гомологии по аминокислотной последовательности к транспортному белку (movement protein) CRLV. Это указывает на присутствие двух вирусов – членов рода *Cheravirus*, поражающих мяту.

Нитевидный вирус мяты. Kacharmazov и Taney сообщили, что растения мяты (*M. piperita*) сорта Marica инфицированы нитевидными вирусами (475×12 нм), которые вызывают появление мозаики (в Болгарии [48]). После термотерапии 80 % эксплантов не проявляли симптомов мозаики в течение двух лет, что свидетельствует о том, что вирус не находится в меристематических тканях. Это единственная информация об этом вирусе. По размерам и морфологии он подобен вирусам семейства *Flexiviridae*, однако нельзя утверждать, что это не один из вышеперечисленных вирусов.

Рабдовирус на M. piperita. Исследователи Intert и Amelunxen [49] обнаружили в клетках листьев и корней мяты вирусные частицы, характерные по морфологии для рабдовируса, который имеет пулевидную форму и размер 45–100×100–430 нм. На этих растениях обнаружена персиковая тля. Ввиду морфологии и специфической локализации вирионов в клетках вирусы идентифицировали как циторабдовирусы. Рабдовирус уже выделяли из растений семейства *Lamiaceae*, а именно: *Thymus citriodorus* [50] и *Leonurus cardiaca* [51], но о поражении растений мяты это было первое сообщение.

Вирусологические исследования мяты в Украине. При обследовании плантаций мяты перечной в Украине (Опытная станция лекарственных растений, Полтавская обл.) были обнаружены растения с симптомами хлоротической мозаики, задержки роста, курчавости, деформации листовой пластинки, морщинистости и мелколистности (рис. 5, 6).



Рис. 5. Симптомы курчавости листьев мяты перечной (сорт Чернолистая)



Рис. 6. Симптомы вирусного заболевания на растениях *Mentha piperita* L. (сорт Прилуцкая 6)

Процент растений с указанными симптомами составлял от 5–10 до 28–45 % в разные годы и в зависимости от сорта [52–54]. Для изучения морфологических характеристик вирусов применяли метод электронной микроскопии (Jem-1230, JEOL). В препаратах, изготовленных из материала надземной части растений мяты перечной, обнаружены нитевидные вирусные частицы размером $520 \pm 20 \times 11$ нм (рис. 7), а также доказана вирусная этиология методом биологического тестирования [53, 54].



Рис. 7. Электронограмма нитевидного вируса, выявленного в листьях мяты перечной (сорт Чернолистая), увеличение $\times 30\,000$

В корнях инфицированных растений *Mentha piperita* вирусов не найдено. Вирусы, выделенные из растений мяты, морфологией подобны вирусам рода *Potexvirus* семейства *Alfaflexiviridae*, что совпадает с данными научной литературы. Известно, что на юге Украины культура мяты перечной, кроме вируса табачной мозаики и Y-вируса картофеля, инфицируется также X-вирусом картофеля, который является представителем упомянутого выше рода вирусов [12]. Симптомы поражения похожи на обнаруженные нами, а именно: вырождение и истончение побегов, укорачивание междоузлий корневищ и стеблей, что предопределяет кустистость растений с образованием побегов, неспособных укореняться. Кустистость сопровождалась пестрыми полосами и мозаикой на листьях. Для определения таксономического положения выявленного вируса был использован метод ИФА. Образцы мяты с описанными симптомами болезни были протестированы на наличие ХВК и других вирусов, которые описаны на мяте в литературе. Результаты анализа показали, что этот вирус не является ХВК и то, что в тестируемых образцах отсутствуют антигены к вирусам, описанным исследователями из других стран (ArMV, PVY, TRV, INSV, TSWV, AMV), и вирусам, которые распространены на территории Украины (CMV, TuMV, CGMMV, PVM, PepMV, TAV). Таким образом, в Украине выявлены всего три вируса мяты [12], два из них (PVY и PVX) никем больше в мире не диагностированы, включая и наши исследования, а также не идентифицированы нитевидные вирусы [53, 54].

Таким образом, проведенный нами обзор мировой научной литературы относительно вирусов, которые поражают культуру мяты в разных странах, показал, что почти все из них признаны особо вредоносными и экономически важными вирусами растений. Кроме того, пять из них (TMV, TSWV, CMV, PVY, PVX) входят в десятку наиболее научно и экономически важных вирусов растений в мире [55]. Стоит отметить, что в последние годы число вирусов, которые инфицируют мяту, значительно возросло, что свидетельствует о необходимости проведения мониторинга вирусов на промышленных плантациях мяты, разработки эффективной защиты культуры от патогенов и предотвращения эпифитотий на мяте и их распространения в другие ареалы на важные сельскохозяйственные, садовые и другие культуры.

Список литературы

1. **Crowe, F. J.** Evaluation of peppermint field performance from plants regenerated from meristem tip culture, and investigations of virus infection / F. J. Crowe, S. Lommel, A. Mitchell // Mint Industry Research Council (MIRC) 1994 Research Report. – 1995. – P. 90–111.
2. **Bellardi, M. G.** Effect of *Cucumber mosaic virus* infection on the quality of *Echinacea purpurea* root extracts / M. G. Bellardi, C. Rubies-Autonell, M. Hudaib // Journal of Plant Pathology. – 2001. – № 83 (1). – P. 69.
3. **Bellardi, M. G.** Influenza delle infezioni virali sull'olio essenziale di timo (*Thymus vulgaris* L.) / M. G. Bellardi, C. Rubies-Autonell, S. Biffi // Natural 1, (September) (It). – 2001. – P. 47–54.
4. **Bellardi, M. G.** Viral infections of *Salvia sclarea*. The influence of *Broad bean wilt virus* on the essential oil / M. G. Bellardi, C. Rubies-Autonell, S. Biffi, V. Cavrini // Natural 1, October. – 2001. – P. 91–95.
5. **Hudaib, M.** Chromatographic (GCMS, HPLC) and virological evaluations of *Salvia sclarea* infected by BBWV-I / M. Hudaib, M. G. Bellardi, C. Rubies-Autonell, J. Fiori, V. Cavrini // Il Farmaco. – 2001. – № 56. – P. 219–227.

6. **Bruni, R.** Impact of alfalfa mosaic virus subgroup I and II isolates on terpene secondary metabolism of *Lavandula vera* D. C., *Lavandula x alardii* and eight cultivars of *L. hybrid* Rev. / R. Bruni, M. G. Bellardi, G. Parrella, A. Bianchi // *Physiological and Molecular Plant Pathology*. – 2006. – № 68 (4–6). – P. 189–197.
7. **Bruni, R.** Essential oil composition of *Agastache anethiodora* Britton (*Lamiaceae*) infected by cucumber mosaic virus (CMV) / R. Bruni, A. Bianchi, M. G. Bellardi // *Flavour and Fragrance Journal*. – 2007. – № 22 (1). – P. 67–70.
8. **Koreneva, A. A.** Biological properties of medicinal plants' viruses. Thesis PhD., virology / A. A. Koreneva. – Kyiv, 2009. – 22 p.
9. **Mishchenko, L. T.** Content of cichoric and caftaric acid in *Echinacea purpurea* plants infected with viruses / L. T. Mishchenko, A. A. Dunich, A. V. Sereda, V. V. Hovaka, S. P. Veselsky // *Biologically active substances: fundamental and applied problems* (Proceedings of Scientific Conference, Novy Svet, AR Crimea, Ukraine, 23–28 May 2011). – 2011. – P. 291.
10. **Mishchenko, L. T.** Viral infections of some medicinal plants and its effect on content of biologically active substances / L. T. Mishchenko, A. A. Dunich, A. V. Dashchenko, T. N. Zagumennikova, N. I. Sidelnikov // *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. – 2013. – № 9. – P. 20–25.
11. **Brandes, J.** Forstwirtschaft / J. Brandes. – Berlin ; Dahlem, 1964. – 346 p.
12. **Сенчугова, Н. А.** Вірусні хвороби основних ефіроолійних культур Кримського регіону : автореф. дис. ... канд. біол. наук: спец. 03.00.06 «Вірусологія» / Сенчугова Н. А. – Київ, 2003. – 21 с.
13. *Virus taxonomy* // Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses / eds. A. M. Q. King, M. J. Adams, E. B. Carstens, E. J. Lefkowitz. – Elsevier, 2012. – 1327 p.
14. **Taylor, C. E.** The association of *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletsky) with Strawberry latent ringspot and Arabis mosaic viruses in a raspberry plantation / C. E. Taylor, P. R. Thomas // *Ann. Appl. Biol.* – 1968. – № 62. – P. 147–157.
15. **Tzanetakis, I. E.** A virus between families: Nucleotide sequence and evolution of *Strawberry latent ringspot virus* / I. E. Tzanetakis, J. D. Postman, R. C. Gergerich, R. R. Martin // *Virus Res.* – 2006. – № 121. – P. 199–204.
16. **Gall Le O.** *Cheravirus* and *Sadwavirus*: Two unassigned genera of plant positive-sense singlestranded RNA viruses formerly considered atypical members of the genus *Nepovirus* (family *Comoviridae*) / Gall Le O., H. Sanfacon, M. Ikegami, T. Iwanami, T. Jones, A. Karasev, K. Lehto, J. Wellink, T. Wetzel, N. Yoshikawa // *Arch. Virol.* – 2007. – Vol. 152. – P. 1767–1774.
17. **Schmelzer, K.** Strawberry latent ringspot virus in Euonymous, Acacia, and Aesculus / K. Schmelzer // *Phytopathol. Z.* – 1969. – № 66. – P. 1–24.
18. **Postman, J. D.** First report of *Strawberry latent ringspot virus* in *Mentha* sp. from North America / J. D. Postman, I. E. Tzanetakis, R. R. Martin // *Plant Dis.* – 2004. – № 88. – P. 907.
19. **Tzanetakis, I. E.** Mint viruses: beauty, stealth, and disease / I. E. Tzanetakis, J. D. Postman, A. Samad, R. R. Martin // *Plant disease*. – 2010. – № 94. – P. 4–12.
20. **Stone, W. J.** A new disease of American spearmint by *Tobacco ring spot virus* / W. J. Stone, G. I. Mins, G. B. Bergeson // *Plant Dis. Rep.* – 1962. – № 46. – P. 623–624.
21. **McLaughlin, M. R.** A greenhouse method for aphid inoculation of *Alfalfa mosaic virus* in white clover by co-culture of virus, vector, and clover / M. R. McLaughlin // *Aphid Plant Interaction: Populations to Molecules* / D. C. Peters, J. A. Webster, C. S. Chloubbers ; eds. Okla // *Agric. Exp. Stn. Stillwater, OK*. – 1991. – P. 318.
22. **Valkonen, J. P. T.** Symptom expression and seed transmission of *Alfalfa mosaic virus*, *Potato yellowing virus* and *Potato yellowing virus* SB-22 in *Solanum brevidens* and *S. tuberosum* / J. P. T. Valkonen, E. Pehu, K. Watanabe // *Potato Res.* – 1992. – № 35. – P. 403–410.

23. **Neubauer, S.** Über die Bleichfleckigkeit der Pfefferminze, eine neue Viruskrankheit der Pfefferminze (*Mentha piperita* Huds.) / S. Neubauer // Preslia. – 1963. – № 35. – P. 193–198.
24. **Richter, J.** Viruskrankheiten an pfefferminze (*Mentha piperita* L.) in der Deutschen Demokratischen republic / J. Richter // Pharmazie. – 1966. – № 21. – P. 373–377.
25. **Lovisolo, O.** A new virosis of peppermint and the presence in this plant of a virus inhibitor / O. Lovisolo, E. Luisoni // Atti Academic Torino. – 1963. – № 98. – P. 213–225.
26. **Fletcher, J. D.** New hosts of *Alfalfa mosaic virus*, *Cucumber mosaic virus*, *Potato virus Y*, *Soybean dwarf virus*, and *Tomato spotted wilt virus* in New Zealand / J. D. Fletcher // N. Z. J. Crop Hortic. Sci. – 2001. – Vol. 29. – P. 213–217.
27. **Gaborjanyi, R.** Termesztett gyogynovenyeink virus- es mikoplazma betegsegei / R. Gaborjanyi, F. Nagy // Herba-Hungarica. – 1972. – Vol. 11. – P. 39–51.
28. **Hani, A.** On the epidemiology of Cucumber mosaic virus in Tessin / A. Hani // Phytopath. Z. – 1971. – № 72. – P. 115–144.
29. **Vicchi, V.** The role of weeds in the epidemiology of Gladiolus viruses and MLO / V. Vicchi, M. G. Bellardi // Acta Hortic. – 1988. – № 234. – P. 371–378.
30. **Zhou, X. G.** Two new virus diseases found on spearmint (In Chinese, with English summary) / X. G. Zhou, X. R. Yuan, S. J. Wang // Acta Agric. Shanghai. – 1990. – № 6. – P. 45–52.
31. **Tzanetakis, I. E.** A member of the *Closteroviridae* from mint with similarities to all three genera of the family / I. E. Tzanetakis, J. D. Postman, R. R. Martin // Plant Dis. – 2005. – № 89. – P. 654–658.
32. **Tzanetakis, I. E.** Characterization of a novel member of the family *Closteroviridae* from *Mentha* spp. / I. E. Tzanetakis, J. D. Postman, R. R. Martin // Phytopathology. – 2005. – № 95. – P. 1043–1048.
33. **Tzanetakis, I. E.** Identification, detection and transmission of a new Vitivirus from *Mentha* / I. E. Tzanetakis, J. D. Postman, R. R. Martin // Arch. Virol. – 2007. – № 152. – P. 2027–2033.
34. **Lommel, S. A.** Identification, characterization, and assessment of a Tricho-like virus in mint and its association with meristem-tip cultured material / S. A. Lommel, D. Tremblay // Mint Industry Research Council (MIRC) Proceedings. – 1998. – P. 85–94.
35. **Lommel, S. A.** Creation of antibody & molecular probe assays for Peppermint stunt virus indexing in peppermint and spearmint / S. A. Lommel, D. Tremblay // Mint Industry Research Council (MIRC) Proceedings. – 2006. – P. 120–134.
36. **Sether, D. M.** First report of tomato spotted wilt virus in peppermint (*Mentha × piperita*) / D. M. Sether, J. D. DeAngelis, P. A. Rossignol // Plant Dis. – 1991. – № 75. – P. 644.
37. **DeAngelis, J. D.** Transmission of Impatiens necrotic spot virus in peppermint by western flower thrips (Thysanoptera, Thripidae) / J. D. DeAngelis, D. M. Sether, P. A. Rossignol // J. Econ. Entomol. – 1994. – Vol. 87. – P. 197–201.
38. **Sakurai, T.** Distinct efficiencies of Impatiens necrotic spot virus transmission by five thrips vector species (Thysanoptera: Thripidae) of tospoviruses in Japan / T. Sakurai, T. Inoue, S. Tsuda // Appl. Entomol. Zool. – 2004. – № 39. – P. 71–78.
39. **Allen, T. C.** Tomato spotted wilt virus in mint / T. C. Allen // Mint Industry Research Council (MIRC) Proceedings. – 1992. – P. 170–175.
40. **Stobbs, L. W.** Transmission of tomato spotted wilt virus by the western flower thrips to weeds and native plants found in southern Ontario / L. W. Stobbs, A. B. Broadbent, W. R. Allen, A. L. Stirling // Plant Dis. – 1992. – № 76. – P. 23–29.
41. **Grieco, P. D.** Tomato spotted wilt virus on weeds and wild plants in Metapontum area / P. D. Grieco, D. Conte, I. Munno, M. Nuzzaci, A. Stradis // Fitopatol. – 2000. – № 50. – P. 43–46.

42. **Samad, A.** Begomovirus related to Tomato leaf curl Pakistan virus newly reported in Mentha crops in India / A. Samad, M. K. Gupta, A. K. Shasany, P. V. Ajayakumar, M. Alam // Indian J. Plant Pathol. – 2011. – № 87. – P. 64–88.
43. **Samad, A.** An outbreak of mosaic disease on mint (*Mentha cardica* Baker) in India / A. Samad, M. Zaim, P. V. Ajayakumar // Indian J. Plant Pathol. – 1994. – № 12. – P. 1–4.
44. **Samad, A.** Isolation and characterization of a TMV isolate infecting scotch spearmint (*Mentha gracilis* Sole) in India / A. Samad, M. Zaim, P. V. Ajayakumar, I. D. Garg // J. Plant Dis. Prot. – 2000. – № 107. – P. 649–657.
45. **Beczner, L.** Properties of the Mentha Strain of Lychnis Ringspot Virus / L. Beczner, R. I. Hamilton, D. M. Rochon // Intervirology. – 1992. – № 33. – P. 49–56.
46. **Tzanetakis, I. E.** Mint virus X: A novel potexvirus associated with symptoms in 'Variegata' mint / I. E. Tzanetakis, J. D. Postman, R. R. Martin // Arch. Virol. – 2006. – № 151. – P. 43–153.
47. **Thompson, J. R.** A new potato virus in a new lineage of picorna-like viruses / J. R. Thompson, K. L. Perry, W. Jong // Arch. Virol. – 2004. – № 149. – P. 2141–2154.
48. **Kacharmazov, V.** Cure of mint variety Maritsa, infected by a filiform virus by combined use of thermotherapy and tissue culture / V. Kacharmazov, I. Tanev // Rasteniyev dni Nauki. – 1977. – № 14. – P. 114–118.
49. **Intert, I.** Rhabdoviruses in *Mentha piperita* / I. Intert, F. Amelunxen // J. Phytopathol. – 1988. – № 123. – P. 370–373.
50. **Schultz, M. G.** A probable rhabdovirus infection of lemon scented thyme / M. G. Schultz, K. A. Harrap // Ann. Appl. Biol. – 1997. – Vol. 80. – P. 251–254.
51. **Francki, R. I. B.** Plant Rhabdoviruses / R. I. B. Francki // Adv. Virus Res. – 1973. – Vol. 18. – P. 245–257.
52. **Дашченко, А. В.** Вірусні захворювання *Mentha piperita* L. / А. В. Дашченко, А. А. Коренєва, В. В. Тороп, Л. Т. Міщенко // Інтродукція і селекція ароматических і лікарських рослин : матеріали междунар. конф. (Ялта, 8–12 июня 2009 г.). – Ялта, 2009. – С. 46–47.
53. **Mishchenko, L.** Viruses of introduced medicinal plants in Ukraine / L. Mishchenko, A. Dunich // J. Antivirals and Antiretrovirals. – 2011. – Vol. 3, № 4. – P. 146.
54. **Дашченко, А. В.** Тестування вірусних інфекцій окремих лікарських рослин із родин *Asteraceae* та *Lamiaceae* / А. В. Дашченко // Науковий Вісник Національного університету біоресурсів і природокористування. – Київ, 2013. – Вип. 182, серія «Агрономія». – С. 241–246.
55. **Scholthof, K. B. G.** Top 10 plant viruses in molecular plant pathology / K. B. G. Scholthof, S. Adkins, H. Czosnek, P. Palukaitis, E. Jacquot, T. Hohn, B. Hohn, K. Saunders, T. Candresse, P. Ahlquist // Molecular Plant Pathology. – 2011. – Vol. 12. – P. 938–954.

References

1. Crowe F. J., Lommel S., Mitchell A. *Mint Industry Research Council (MIRC) 1994 Research Report*. 1995, pp. 90–111.
2. Bellardi M. G., Rubies-Autonell C., Hudaib M. *Journal of Plant Pathology*. 2001, no. 83 (1), p. 69.
3. Bellardi M. G., Rubies-Autonell C., Biffi S. *Natural 1, (September) (It)*. 2001, pp. 47–54.
4. Bellardi M. G., Rubies-Autonell C., Biffi S., Cavrini V. *Natural 1, October*. 2001, pp. 91–95.
5. Hudaib M., Bellardi M. G., Rubies-Autonell C., Fiori J., Cavrini V. *Il Farmaco*. 2001, no. 56, pp. 219–227.
6. Bruni R., Bellardi M. G., Parrella G., Bianchi A. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2006, no. 68 (4–6), pp. 189–197.
7. Bruni R., Bianchi A., Bellardi M. G. *Flavour and Fragrance Journal*. 2007, no. 22 (1), pp. 67–70.

8. Koreneva A. A. *Biological properties of medicinal plants' viruses*. Thesis PhD., virology. Kiev, 2009, 22 p.
9. Mishchenko L. T., Dunich A. A., Sereda A. V., Hovaka V. V., Veselsky S. P. *Biologically active substances: fundamental and applied problems (Proceedings of Scientific Conference, Novy Svet, AR Crimea, Ukraine, 23–28 May 2011)*. 2011, p. 291.
10. Mishchenko L. T., Dunich A. A., Dashchenko A. V., Zagumennikova T. N., Sidelnikov N. I. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2013, no. 9, pp. 20–25.
11. Brandes J. *Forstwirtschaft*. Berlin; Dahlem, 1964, 346 p.
12. Senchugova N. A. *Virusni khvorobi osnovnikh efirooliynikh kul'tur Krims'kogo regionu: avtoref. dis. kand. biol. nauk: spets. 03.00.06 «Virusologiya»* [Viral diseases of main essential oil crops of Crimea: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of biological sciences: specialty 03.00.06 "Virology"]. Kiev, 2003, 21 p.
13. *Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Eds. A. M. Q. King, M. J. Adams, E. B. Carstens, E. J. Lefkowitz. Elsevier, 2012, 1327 p.
14. Taylor C. E., Thomas P. R. *Ann. Appl. Biol.* 1968, no. 62, pp. 147–157.
15. Tzanetakis I. E., Postman J. D., Gergerich R. C., Martin R. R. *Virus Res.* 2006, no. 121, pp. 199–204.
16. Gall Le O., Sanfacon H., Ikegami M., Iwanami T., Jones T., Karasev A., Lehto K., Welink J., Wetzel T., Yoshikawa N. *Arch. Virol.* 2007, vol. 152, pp. 1767–1774.
17. Schmelzer K. *Phytopathol. Z.* 1969, no. 66, pp. 1–24.
18. Postman J. D., Tzanetakis I. E., Martin R. R. *Plant Dis.* 2004, no. 88, p. 907.
19. Tzanetakis I. E., Postman J. D., Samad A., Martin R. R. *Plant disease*. 2010, no. 94, pp. 4–12.
20. Stone W. J., Mins G. I., Bergeson G. B. *Plant Dis. Rep.* 1962, no. 46, pp. 623–624.
21. McLaughlin M. R. *Agric. Exp. Stn. Stillwater, OK*. 1991, p. 318.
22. Valkonen J. P. T., Pehu E., Watanabe K. *Potato Res.* 1992, no. 35, pp. 403–410.
23. Neubauer S. *Preslia*. 1963, no. 35, pp. 193–198.
24. Richter J. *Pharmazie*. 1966, no. 21, pp. 373–377.
25. Lovisolo O., Luisoni E. *Atti Academic Torino*. 1963, no. 98, pp. 213–225.
26. Fletcher J. D. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* 2001, vol. 29, pp. 213–217.
27. Gaborjanyi R., Nagy F. *Herba-Hungarica*. 1972, vol. 11, pp. 39–51.
28. Hani A. *Phytopath. Z.* 1971, no. 72, pp. 115–144.
29. Vicchi V., Bellardi M. G. *Acta Hortic.* 1988, no. 234, pp. 371–378.
30. Zhou X. G., Yuan X. R., Wang S. J. *Acta Agric. Shanghai*. 1990, no. 6, pp. 45–52.
31. Tzanetakis I. E., Postman J. D., Martin R. R. *Plant Dis.* 2005, no. 89, pp. 654–658.
32. Tzanetakis I. E., Postman J. D., Martin R. R. *Phytopathology*. 2005, no. 95, pp. 1043–1048.
33. Tzanetakis I. E., Postman J. D., Martin R. R. *Arch. Virol.* 2007, no. 152, pp. 2027–2033.
34. Lommel S. A., Tremblay D. *Mint Industry Research Council (MIRC) Proceedings*. 1998, pp. 85–94.
35. Lommel S. A., Tremblay D. *Mint Industry Research Council (MIRC) Proceedings*. 2006, pp. 120–134.
36. Sether D. M., DeAngelis J. D., Rossignol P. A. *Plant Dis.* 1991, no. 75, pp. 644.
37. DeAngelis J. D., Sether D. M., Rossignol P. A. *J. Econ. Entomol.* 1994, vol. 87, pp. 197–201.
38. Sakurai T., Inoue T., Tsuda S. *Appl. Entomol. Zool.* 2004, no. 39, pp. 71–78.
39. Allen T. C. *Mint Industry Research Council (MIRC) Proceedings*. 1992, pp. 170–175.
40. Stobbs L. W., Broadbent A. B., Allen W. R., Stirling A. L. *Plant Dis.* 1992, no. 76, pp. 23–29.
41. Grieco P. D., Conte D., Munno I., Nuzzaci M., Stradis A. *Fitopatol.* 2000, no. 50, pp. 43–46.
42. Samad A., Gupta M. K., Shasany A. K., Ajayakumar P. V., Alam M. *Indian J. Plant Pathol.* 2011, no. 87, pp. 64–88.

43. Samad A., Zaim M., Ajayakumar P. V. *Indian J. Plant Pathol.* 1994, no. 12, pp. 1–4.
44. Samad A., Zaim M., Ajayakumar P. V., Garg I. D. *J. Plant Dis. Prot.* 2000, no. 107, pp. 649–657.
45. Beczner L., Hamilton R. I., Rochon D. M. *Intervirology.* 1992, no. 33, pp. 49–56.
46. Tzanetakis I. E., Postman J. D., Martin R. R. *Arch. Virol.* 2006, no. 151, pp. 43–153.
47. Thompson J. R., Perry K. L., Jong W. *Arch. Virol.* 2004, no. 149, pp. 2141–2154.
48. Kacharmazov V., Tanev I. *Rasteniev dni Nauki.* 1977, no. 14, pp. 114–118.
49. Intert I., Amelunxen F. J. *Phytopathol.* 1988, no. 123, pp. 370–373.
50. Schultz M. G., Harrap K. A. *Ann. Appl. Biol.* 1997, vol. 80, pp. 251–254.
51. Francki R. I. B. *Adv. Virus Res.* 1973, vol. 18, pp. 245–257.
52. Dashchenko A. V., Koreneva A. A., Torop V. V., Mishchenko L. T. *Introduktsiya i selektsiya aromaticheskikh i lekarstvennykh rasteniy: materialy mezhdunar. konf. (Yalta, 8–12 iyunya 2009 g.)* [Introduction and breeding of aromatic medicinal plants: proceedings of the international conference (Yalta, 8–12 June 2009)]. Yalta, 2009, pp. 46–47.
53. Mishchenko L., Dunich A. J. *Antivirals and Antiretrovirals.* 2011, vol. 3, no. 4, p. 146.
54. Dashchenko A. V. *Naukoviy Visnik Natsional'nogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannya* [Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management]. Kiev, 2013, iss. 182, series “Agronomics”, pp. 241–246.
55. Scholthof K. B. G., Adkins S., Czosnek H., Palukaitis P., Jacquot E., Hohn T., Hohn B., Saunders K., Candresse T., Ahlquist P. *Molecular Plant Pathology.* 2011, vol. 12, pp. 938–954.
-

Мищенко Лидия Трофимовна

доктор биологических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник, кафедра
вирусологии, Образовательно-научный
центр «Институт биологии», Киевский
национальный университет
имени Тараса Шевченко
(Украина, г. Киев, ул. Владимирская,
64/13)

E-mail: lmishchenko@ukr.net

Mishchenko Lidiya Trofimovna

Doctor of biological sciences, professor,
leading researcher, sub-department
of virology, ESC “Institute of Biology”,
Taras Shevchenko National University
of Kyiv
(64/13 Vladimirskaya street, Kiev, Ukraine)

Дунич Алина Анатолієвна

кандидат биологических наук, научный
сотрудник, кафедра вирусологии,
Образовательно-научный центр
«Институт биологии», Киевский
национальный университет
имени Тараса Шевченко
(Украина, г. Киев, ул. Владимирская,
64/13)

E-mail: korenevochka@mail.ru

Dunich Alina Anatolievna

Candidate of biological sciences, researcher,
sub-department of virology, ESC “Institute
of Biology”, Taras Shevchenko National
University of Kyiv
(64/13 Vladimirskaya street, Kiev, Ukraine)

Дашченко Анна Валерієвна

соискатель, кафедра интегрированной
защиты растений, Национальный
университет биоресурсов
и природопользования Украины
(Украина, г. Киев, ул. Героев Оборона, 13)

E-mail: dannaval@mail.ru

Dashchenko Anna Valerievna

Applicant, sub-department of integrated
plant protection, National University
of Bioresources and Nature Management
of Ukraine
(13 Geroev Oborony street, Kyiv, Ukraine)

Молчанец Оксана Виталиевна

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра вирусологии, Образовательно-
научный центр «Институт биологии»,
Киевский национальный университет
имени Тараса Шевченко
(Украина, г. Киев, ул. Владимирская,
64/13)

E-mail: molchanets_ov@ukr.net

Molchanets Oksana Vitalievna

Candidate of biological sciences, associate
professor, sub-department of virology,
ESC "Institute of Biology",
Taras Shevchenko National University
of Kyiv
(64/13 Vladimirska street, Kiev, Ukraine)

УДК 578.3+633.88

Мищенко, Л. Т.

Видовое разнообразие вирусов, поражающих растения рода *Mentha* /
Л. Т. Мищенко, А. А. Дунич, А. В. Дашенко, О. В. Молчанец // Известия
высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. –
2014. – № 2 (6). – С. 29–45.