

---

---

# ОГЛЯДОВА СТАТТЯ

---

---

УДК 578.1.ББК Е32П49

## ВИРУСНЫЕ БОЛЕЗНИ ПОДСОЛНЕЧНИКА (*HELIANTHUS ANNUUS* L.): ЭКОЛОГИЯ, ВРЕДНОСНОСТЬ, СВОЙСТВА ПАТОГЕНОВ, ПРОФИЛАКТИКА

Г.М. Орловская

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

*В огляді на широкому спектрі наукових досліджень обговорено низку важливих питань екології, поширення, шкодочинності, основних методів діагностики вірусів та профілактики вірусних захворювань соняшнику (*Helianthus annuus* L.). Показано, що соняшник інфікують віруси різних таксономічних груп. Вірусні хвороби соняшнику поширені в агроценозах багатьох регіонів, де вирощується ця цінна олійна культура. Втрати врожаю від вірусних інфекцій становлять близько 30%, але у разі виникнення епіфітотій вони можуть сягати майже 100%. Наведено результати досліджень дії термообробки, використання координаційних сполук та біологічних препаратів на репродукцію вірусів як у модельних системах, так і в умовах агроценозів.*

**Ключові слова:** *віруси соняшнику, вірус плямистого в'янення томатів, вірус огіркової мозаїки, вірус мозаїки картоплі, вірусні хвороби, агроценоз, біологічні препарати, координаційні сполуки, профілактика.*

---

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур требует внедрения новых технологий в аграрном производстве. Тем более, что в условиях разбалансировки факторов окружающей среды на сегодняшний день в агроценозах появился ряд патогенов различной природы, обладающих сильной вирулентностью и приспособляемостью к новым видам растений. В этой ситуации чрезвычайно опасными становятся фитовирусы, поражающие подсолнечник, пшеницу, хмель, сахарную свеклу, плодово-ягодные, бобовые и другие культуры (Бойко, 1990).

Вирусные болезни подсолнечника изучены недостаточно. Исследования патологий этой культуры долгое время были сосредоточены на заболеваниях грибной и бактериальной этиологии. Впервые вирусные эпифитотии подсолнечника в 1932 г. были зарегистрированы в Аргентине, откуда заболевание распространилось на другие

континенты. В период с 1932 по 1993 гг. их наблюдали уже в 17 странах Азии, Америки, Африки и Европы, из которых Украина, Аргентина, Индия, Китай и США являются основными производителями подсолнечника как ценной масличной культуры.

Позже изучение вирусных болезней подсолнечника в течение длительного времени было сосредоточено в странах, где эпифитотии приводили к значительным экономическим потерям: Аргентине, Индии, США, африканских странах (Dujovny et al., 1998; Inoue-Nagata et al., 2006; Sharman et al., 2008; Narayana et al., 2007; Kumar et al., 2005; Parrella et al., 2003; Jain et al., 2000; Jerzy Syller., 2003; Ndunguru S. Mwale., 2008).

В Соединенных Штатах было отмечено, что естественную инфекцию на посевах подсолнечника вызвал вирус мозаики огурца (ВОМ — CMV, представитель рода *Cuscutovirus*). Именно в этом регионе в Белтсвиле были благоприятные экологические условия распространения ВОМ

(Orellana et al., 1968). Однако исследования основных плантаций подсолнечника в США — это Южная и Северная Дакота, штат Миннесота, Канзас, Колорадо и Небраска, а также область семенного элитного производства — Калифорния, свидетельствуют, что вирусные болезни к 1999 г. почти не наблюдались (Sandbakken et al., 1999). Но при этом на диком подсолнечнике *H. annuus* выделяли вирус кольцевой пятнистости табака (ВКПТ — TRV, род *Nepovirus*) в Рио-Гранде, род *Potyvirus* (McLean, 1962) и вирус мозаики подсолнечника в районе Остина, штат Техас (Arnott et al., 1967). Вместе с тем исследования плантаций подсолнечника в 2003–2005 гг., например в трех районах Индии, показали, что убытки урожая от вирусных болезней с некротическими симптомами достигают 19,81%. На некоторых полях количество пораженных растений подсолнечника составляло 100%. Максимальные убытки урожая (до 52%) имели место по сорту Пионер 65А-24 (Narayana et al., 2007).

В период 1933–1946 гг. в Советском Союзе работы Целле М.А., Рыжкова В.Л., Ягодкиной В.П., Боговика И.В. по изучению болезней подсолнечника носили, в основном, гипотетический характер и сводились к описанию симптомов заболевания растений — мозаики и деформации листьев всего растения с редукцией генеративных органов, некроза семядолей. Проводились также некоторые исследования по изучению переносчиков. Исследователи отмечают, что мозаичные болезни на листовых пластинках не влияют на урожай, но вместе с тем дегенерация корзинок может привести к полному бесплодию растений (Бойко, 1990; Князева и др., 1999). Научные работы (Шевченко, Хельман, Недвига и др. 1995) показали, что при инфицировании вирусом мозаики подсолнечника листья подсолнечника имеют четко выраженную крапчатость, некротические пятна, вокруг которых образуется хлоротическая кайма (жилки тоже окаймлены, черенки скручены). На стеблях образуются полосы, которые затем темнеют и превращаются в черные маслянистые пятна. На листьях

заметны штрихи в виде капель, листья чернеют, слегка сморщиваются. Происходят также изменения и в сердцевине стебля, вследствие чего растение может внезапно погибнуть еще до начала образования семян или перед его созреванием. Вирусная болезнь обуславливает задержку роста растений, деформацию корзинок, что приводит к снижению урожайности. Вирус мозаики подсолнечника может передаваться механическим путем — через инокуляцию соком и семенами (до 43%). На растениях распространены насекомые *Thrips tabaci*, *Myzus persicae*, а также *Trialeurodes vaporariorum*, которые являются переносчиками и могут быть основным центром распространения вирусных болезней в агроценозах (Шевченко и др., 1995).

В 1970 г. немецкий ученый К. Schmultzer идентифицировал на подсолнечнике вирус, который вызывает пятнистость и слабые некрозы на листьях и переносится нематодами из рода *Thriphodorus*. В том же году ряд исследователей сообщали о выделении в Болгарии с растений подсолнечника вируса мозаики турнепса (Ковачевски и др., 1970). Эта болезнь сопровождается пожелтением листьев, напоминает болезнь листьев перца, пораженного вирусом мозаики люцерны.

К середине 80-х гг. XX века стало известно, что подсолнечник чувствителен к нескольким вирусам, в частности: к вирусу морщинистости подсолнечника (ВМщП — SuCrV), желтой пятнистости подсолнечника (ВЖПП — SuYBV), хлоротической крапчатости подсолнечника (ВХКП — SuCMV), мозаики подсолнечника (ВМП — SuMV), огуречной мозаики (ВОМ — CMV), кольцевой пятнистости табака (ВКПТ — TRSV), полосатости табака (ВПТ — TSV), пятнистого увядания томатов (ВПУТ — TSWV) (Virus Taxonomy, 2005).

Наиболее вредоносным для посевов подсолнечника и, соответственно, детально изученными являются вирусы рода *Potyvirus*, такие как вирус хлоротической пятнистости подсолнечника (ВХПП — SuCMoV), мозаики череды (ВМЧ — BiMV), пятнистости череды (ВПЧ — BiMoV), Y-ви-

рус картофеля (YBK – PVY), мозаики подсолнечника (ВМП – SuMV), пестролепестности тюльпанов (ВПЛТ – ТВV). Все эти вирусы ведут себя более активно на растениях подсолнечника в условиях монокультуры (Орловская и др., 2008).

Значительные потери урожая подсолнечника отмечены в 1998–2000 гг. в Аргентине (Dujovny et al., 1998) и в 2003 г. в Бразилии (Inoue-Nagata et al., 2006). В Аргентине убытки вызывал ВХПП. Снижение урожая, обусловленное этим вирусом, в целом незначительное, но если инфекция появляется на ранних стадиях развития растений, оно является существенным и сопровождается хлоротической пятнистостью и резкой остановкой роста и развития растений. Под влиянием ВХПП снижается уровень CO<sub>2</sub> в листьях растений, однако количество растворимого сахара и крахмала увеличивается. После появления симптомов болезни наблюдается деградация хлорофилла, увеличивается накопление H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Физиологические процессы, вызываемые этим вирусом, имеют много общего с развитием старения (Arias et al., 2003). Спектр растений, поражающихся ВХПП, невелик. По данным исследований (Dujovny et al., 2000), им инфицировалось всего 9 из 42 возможных растений-хозяев. Для борьбы с вирусом был проведен скрининг 232 линий подсолнечника на чувствительность к ВХПП с использованием инокуляции в условиях теплицы (Lenardon и др., 2005). Были обнаружены три относительно устойчивые линии, генетические исследования которых позволили выявить ген резистентности, определенный авторами как Rcpo-1. Исследователи подтвердили, что селекцию устойчивости к вирусам необходимо вести путем контроля природной вирусной инфекции, поскольку она не требует дополнительных мер по культивации растений, что важно для сельскохозяйственной практики.

При обследовании плантаций подсолнечника в Украине и Краснодарском крае России на наличие вирусных заболеваний с помощью теста Ухтерлони и непрямого ИФА в 1995 г. был обнаружен YBK (Кня-

зева и др., 1995). Этот вирус на растениях подсолнечника также наблюдали в Чехии в 1996 г. (Chod et al., 1996).

Обуславливающий заболевания подсолнечника в Бразилии ВМЧ и ВПЧ вызывают сходные симптомы с *H. annuus* (Inoue-Nagata et al., 2006).

Среди вирусов, которые вызывают мозаику на листьях подсолнечника в виде желтых колец или зелено-желтой пятнистости, выделяют ВМП. Как было исследовано на модели растений дыни (Shalitin et al., 2000), инфицирование ВМП вызывает снижение уровня фотосинтеза и изменение сахарного состава. Страны, импортирующие подсолнечник, классифицируют ВМП как патоген карантинного значения. В 1997 г. этот вирус, вызывающий мозаичные симптомы на растениях, был обнаружен на диком подсолнечнике в США. В 1999 г. в Южном Техасе имели место мозаичные симптомы на культурных посевах подсолнечника. Исследование показало, что они были вызваны ВМП. Однако этот вирус имеет узкий диапазон хозяев, ограничивается культурным и диким *Helianthus annuus* и некоторыми другими декоративными семьями – *Asteraceae* (*Zinnia spp.* и *Sanvitalia spp.*). Так, были инокулированы ВМП 116 видам 74 родам 10 семейств (Gulya et al., 2002). Отсутствие чувствительности декоративных растений к этому вирусу позволило предположить, что он не является для них опасным. Кроме того, нечувствительность к ВМП селекционных представителей семейства *Asteraceae* сводит к минимуму угрозу передачи вируса сорняками, которые являются растениями-резервуарами этого вируса. Авторами было отмечено снижение чувствительности к вирусу с увеличением возраста растений подсолнечника. И это свидетельствует об ограничении распространения болезни, которое сужается к трансмиссии молодой рассадой. Эффективной является передача этого вируса двумя видами тлей, – *Capitphorus elaeagni* (Del Guericco) и *Myzus persicae* (Sulzer) (Rogers et al., 1978). Однако появление тли приходится на поздний период развития подсолнечника, когда

растения уже не чувствительны к ВМП. Для некоторых сортов подсолнечника возможна также семенная передача (12% для сорта Triumph 546), и это может влиять на распространение ВМП, но для многих сортов такая передача не наблюдалась. У декоративных растений *Zinnia spp.* семенная передача не обнаруживалась (Gulya et al., 2002). С целью практической борьбы с ВМП на основе *Helianthus annuus* L. были созданы три генетические линии подсолнечника, устойчивые к этому вирусу (Jan et al., 2006).

Среди семьи *Bromoviridae* распространенным является ВОМ, поскольку он имеет широкий спектр хозяев, легко передается механическим путем и переносчиками (тлями). На листовых пластинках появляется мозаичность и хлоротические кольца, на черешках — иногда светло-коричневые штрихи, головки деформируются, семена сморщиваются. С растений подсолнечника этот вирус был выделен в США в 1968 г. (Orellana et al., 1968), Индии в 1987 г. (Venugopal et al., 1987), Японии в 1995 г. (Nishimura et al., 1995). В Украине ВОМ впервые обнаружили в 90-х гг. (Бойко и др., 2003).

С 1997 г. во многих регионах Индии (Махараштра, Карнатака, Андхра Прадеш и Тамил Наду) имело место чрезвычайно вредоносное заболевание посевов подсолнечника, которое распространилось по основным плантациям страны и охватывало до 90% растений подсолнечника (Pargella et al., 2003). Симптомы этой болезни на подсолнечнике проявлялись в виде хлорозов, некротических кольцевых пятен, энциций и деформации листьев растений. Некротизация тканей листьев и стебля в конечном итоге вели к остановке роста подсолнечника и его внезапной гибели, особенно, когда растение инфицировалось на ранних стадиях развития. Болезнь была вызвана вирусом семьи *Bromoviridae* — ВПТ, относящегося к роду *Ilarvirus*. Серологические, биохимические и генетические исследования показали, что в разных регионах Индии заболевание было обусловлено одним вирусом, а именно ВПТ (Ravi et al.,

2001). В иммунологических исследованиях изолят подсолнечника четко реагировал только с антисывороткой к ВПТ. Вирусный геном был успешно сиквенирован. Анализ нуклеотидной последовательности показал, что ген белковой оболочки был на 90% идентичным с ВПТ, членом подгруппы 1 иларвирусов. Из этих исследований авторы сделали вывод, что выделенный вирус является штаммом ВПТ (Bhat, 2002). Было идентифицировано два изолята ВПТ — один индуцировал некрозы, а второй — пожелтение листьев подсолнечника. ВПТ может инфицировать и вызывать симптомы на 8 из 90 видов растений, относящихся к семействам *Chenopodiaceae*, *Cucurbitaceae*, *Leguminosae* и *Solanaceae* (Deera Rani et al., 2007). Молекулярно-биологическая характеристика вирусов, выделенных из растений подсолнечника, корншонов и тыкв, оказалась на 97–98% идентичной ВПТ (Sarovar, 2007). Вирус передавался в популяции подсолнечника и другим хозяевам насекомыми *Thrips palmi* (Deera Rani et al., 2007; Nirmal et al., 2007) и *Megalurothrips usitatus*, *Frankliniella schultzei* и *Scirtothrips dorsalis* (Nirmal et al., 2003). На сегодня некротические заболевания подсолнечника, вызванные ВПТ, являются новой угрозой для его культивирования в Индии в условиях монокультуры. Большинство гибридов подсолнечника показали различную степень восприимчивости к вирусу, о чем свидетельствуют потери урожая, которые колеблются в пределах от 30 до 100% (Shirshikar, 2008).

В 2005–2006 гг. в некоторых районах Австралии была зарегистрирована болезнь подсолнечника с некротическими симптомами, которая приводила к значительным экономическим потерям, а в 2007 г. болезнь распространилась и на другие регионы. При этом заболевание отмечалось у растений, которые произрастали рядом (фасоль, хлопок). Иммуноферментный анализ отобранных образцов показал, что они также поражены ВПТ. Результаты были подтверждены молекулярно-генетическими исследованиями (Sharman et al., 2008). Это не первые сообщения о инфицировании

ВПТ растений подсолнечника. В 1983 г. в Нидерландах имели место некрозы, хлорозы на листьях. Возбудитель этой болезни был выявлен серологически и по кругу растений-хозяев идентифицирован как ВПТ. Симптомы на растениях-индикаторах (*Nicotiana rustica*, *N. clevelandii* и *Chenopodium amarantocolor*) отличались в зависимости от растения-хозяина (Dijkstra, 1983).

Вспышки некротической болезни на подсолнечнике, вызванные вирусом некроза подсолнечника (ВНП) рода *Ilarvirus*, наблюдались в Индии в 2005 г. Пятнадцать видов растений, принадлежащих к бобовым: 3 — к мальвовым, 6 — к тыквенным, 3 — к пасленовым и по одному из семейств гвоздичных и крестоцветных, оказались хозяевами ВНП. Кроме того, сорняки: *Trianthema portulacastrum*, *Priva leptostachya*, *Digeria arvensis*, *Clitoria ternatea*, *Solanum nigrum*, *Vernonia cineraria*, *Trichodesma indicum* и многие другие виды обнаружены в качестве хозяев ВНП (Shirshikar, 2008).

Наши исследования посевов подсолнечника в агроценозах Днепропетровской, Полтавской, Черкасской, Киевской областей и Бахчисарайского района АР Крым показали, что ВОМ рода *Cuscutovirus* распространен во всех этих регионах. Поражение растений подсолнечника вирусом мозаики люцерны (ВМЛ — AMV) (моноинфекции) не было обнаружено. Вместе с тем важным является факт совместного инфицирования подсолнечника ВМЛ и ВОМ, поскольку пораженные растения проявляли развитие наиболее угрожающих симптомов смешанного характера в виде деградации всего организма. Кроме того, при электронно-микроскопическом исследовании ультратонких срезов растений подсолнечника вирусы в большом количестве наблюдались в цитоплазме растений (Орловская и др., 2006).

Среди фитовирусов ВПУТ относящийся к семейству *Bunyaviridae* род *Tospovirus* считается одним из наиболее распространенных. Возбудитель имеет геном, представленный одноцепочечной РНК. Диаметр суперкапсида составляет 80–120 нм с электронно-плотной внешней оболочкой

и двойным слоем липидов. Вирус вызывает многочисленные эпифитотии в различных регионах мира, главным образом, посадочных и цветочных культур, вызывая значительные экономические потери. Широкий диапазон хозяев, эффективность передачи вируса и биологическая активность его переносчиков, скорость, с которой возникают новые варианты патогена, и сложность борьбы с переносчиками делают ВПУТ одним из самых опасных вирусов сельскохозяйственных культур. Профилактические методы, такие как уничтожение сорняков-накопителей ВПУТ, способных служить вирусными резерватами, в сочетании с уничтожением насекомых-переносчиков, играют важную роль в борьбе с этим вирусом.

Круг растений-хозяев ВПУТ содержит 1090 видов, относящихся к 15 семьям однодольных растений, 69 семьям двудольных растений и одной семье папоротникообразных (Parrella et al., 2003). На подсолнечнике этот вирус в 1996 г. был выделен в Украине и в Краснодарском крае России. Он вызвал желтую точечную мозаику, морщинистость и деградацию верхушки листа (Князева и др., 1996). Обследование плантаций подсолнечника этих регионов показало, что ВПУТ был распространенным возбудителем вирусных заболеваний. Он снижал урожайность культуры до 30% (Князева и др., 1989). В то же время тестирование наличия антигенов ВПУТ в посевном материале различных сортов подсолнечника показало, что только два сорта — Красень и Погляд содержали эти антигены (Шевченко и др., 2005). Проведение предпосевной термообработки в режиме 59–60°C с целью оздоровления растений от вирусов обладает избирательным действием в отношении различных вирусов и зависит от генотипа подсолнечника. С этой же целью были подобраны различные концентрации, экспозиции предпосевной обработки семян координационным соединением P039 —  $(\text{CuZnCl}_4(\text{En})_2\text{DMSO})$  (Orlovska et al., 2008; Орловская и др., 2008) и биологическими препаратами БОА, Биоэкофунге-1, а также показана возможность

их использования в качестве регуляторов роста (Орловская и др., 2008; Полищук и др., 2012).

Своеобразную некротическую болезнь подсолнечника наблюдали в различных районах Индии в 1997 г. Вспышки этого заболевания (до 80% пораженных растений) было зарегистрировано в 1999 г. Проявление болезни начиналось с образования некрозов на листовой пластинке, которые затем распространялись на черенки до цветочной чашечки. Инфицированные на ранних стадиях развития растения оставались слабыми и неразвитыми с небольшим количеством или отсутствием семян (Subbaiah et al., 2000). Авторы проводили иммуно- и биотестирование возбудителей заболевания. Одним из них оказался тосповирус, предварительно названный некротическим вирусом подсолнечника. С помощью ИФА с использованием поликлональных антисывороток было определено, что он серологически родственен с некротическим вирусом земляного ореха (НВЗО — GBNV) и вирусом серебристой пятнистости арбуза (ВСПА — WBNV). Это — первое сообщение о поражении подсолнечника тосповирусом в Индии. Ранее болезни, вызываемые тосповирусами НВЗО и ВСПА, не встречались на масличных культурах в этой стране. В 1998 г. в Индии другими авторами был выделен вирус, который вызывал мозаику, системные некрозы по стеблю и цветам, деструкцию листовой пластинки и кольцевую пятнистость на поверхности листьев. Установлено, что вирус может передаваться механически инокуляцией. С помощью ИФА определено, что антиген реагировал только с антисывороткой к вирусу некроза почек ореха (ВНПО — PBNV). Вирус не взаимодействовал с поликлональными антителами к вирусу желтой пятнистости ириса, ВПУТ и к нескольким изолятам ВОМ (ВОМ-Б, ВОМ-С, ВОМ-Т) (Subbaiah et al., 2000). Определение нуклеотидной последовательности выделенного вируса показало 82–86% гомологии с геномом вируса некроза почек ореха и ВСПА, относящиеся к тосповирусам IV серогруппы. Учитывая

это и морфологию вирусных частиц, выделенный вирус был идентифицирован как тосповирус, который может быть отдельным изолятом серогруппы IV (Satyanarayana et al., 1996).

Заболевание подсолнечника, которое определено как болезнь мозаичной морщинистости (rugose mosaic disease), еще в 50-х гг. прошлого столетия наблюдалось в Восточной Африке. Болезнь вызвал вирус рода *Umbravirus*, позже таксономическим путем определен как ВМщП. В Кении в 1970 г. на растениях подсолнечника, пораженных этим вирусом, имели место морщинистость листьев, задержка роста, неравномерное пожелтение жилок, хлоротические крапления и уменьшение размера листьев. В случае сильного поражения растений их корзинки были редуцированы на 70% (Aritua, 2005).

Болезни, вызванные ВМщП, также регистрировали в Малави и Уганде. Поражаемость гибридов подсолнечника в Замбии достигала 60%, а в Танзании — 35%. Аналогичные симптомы в тех же регионах вызвал другой вирус рода *Umbravirus* — вирус желтой пятнистости подсолнечника (ВЖПП — SuYBV), синоним — вирус кольцевой пятнистости подсолнечника (ВКПП — SuYRSV).

Как и предыдущий вирус, ВЖПП, вызвавший заболевание в размерах эпидемии в Восточной и Центральной Африке, имел большую вредоносность для индустрии выращивания подсолнечника (Syller, 2003). Симптомы вирусоподобных болезней неизвестной этиологии были замечены на подсолнечнике в пяти провинциях Замбии в течение вегетационного периода 1998 г. В 20 обследованных фермерских полях заболеваемость растений достигала 80–100%. Потери в производстве семян в результате вирусной инфекции оценивались в 60%. Вирус не передается семенами. Было установлено, что сорняк *Procurambens tridax* является альтернативным хозяином этого вируса, а вирус от сорняков к подсолнечнику передавался тлей *Aphis gossypii*. Он предварительно был назван ВЖПП (Ndunguru et al., 2008). В Уганде в 2005 г.

имела место вспышка вирусоподобного заболевания подсолнечника с симптомами желтой пятнистости листьев, просветления жилок и хлороза листовой пластинки, мозаики, искажения формы листьев и остановки роста растений, особенно на ранних стадиях их развития. На некоторых плантациях вирусом было поражено более 40% растений. Авторы считают, что этим патогеном является ВЖПП, который имеет широкий круг хозяев в Уганде и поэтому может распространяться через сорняки. Новые гибриды подсолнечника были более чувствительными к этому вирусу, чем сорта, выращиваемые ранее (Theuri et al., 2005).

В Великобритании регистрировалась болезнь подсолнечника, возбудитель которого предварительно был отнесен к вирусу западной желтухи свеклы, принадлежащий к роду *Poliovirus* семейства *Luteoviridae*.

На растениях подсолнечника также идентифицировали ВТМ, который принадлежит к роду *Tobamovirus*. Вирус имеет очень широкий круг хозяев. Он был выделен из растений многих видов разных семейств в виде многочисленных штаммов, отличающихся от типичного штамма некоторыми молекулярно-биологическими свойствами. *Helianthus annuus* считается в целом нечувствительным к ВТМ растением, однако из растений подсолнечника получали отдельные штаммы ВТМ (*Panašir*, *S1/94* и *Орово*), которые были тесно родственными со стандартным штаммом ВТМ *Juretic* (Krstic et al., 1997). По результатам обследования производственных плантаций подсолнечника 6 областей Украины (Полтавская, Харьковская, Кировоградская, Запорожская, Днепропетровская и Черкасская) и области Краснодарского края России (Князева и др., 2000) также выделяли и идентифицировали ВТМ на растениях подсолнечника. Вирус вызвал различные симптомы на разных сортах и гибридах культуры. Так, на сорте Санбред-254 — мозаику, пузырчатость и гофрировку листьев, деградацию листовой пластинки, а на сорте Березанский — мозаику, хлороз, раздвоение верхушки и деградацию боковой части листовой пластинки. Передача виру-

са происходит без помощи векторов через прямой контакт растений; возможна также семенная передача. Желтая точечная мозаика листовой пластинки была обусловлена S-вирусом картофеля (SBK — PVS), который относится к роду *Carlavirus*. Пораженность подсолнечника фитовирусами зависела от экологических условий и сортовых особенностей культуры (Князева и др., 1995).

Обследование 4 плантаций подсолнечника в Иране позволило выявить на листьях растений мозаику, пожелтение, деформацию, хлоротические и некротические поражения, а также остановки роста растений. Исследование образцов с помощью прямого и непрямого ИФА показало поражение подсолнечника потивирусами (*Potyviridae*) — 21%, вирусом мозаики арбуза (ВМА — WMV) — 2, ВПТ — 5, УВК — 10, вирусом гравировки табака (ВГТ — TEV) — 4%. Кроме того, наблюдалась совместная инфекция УВК + ВГТ — 1,9%, УВК + ВМА — 1,29, ВГТ + ВМА — 0,32, УВК + ВПТ — 1,29 и ВГТ + ВПТ — 0,32%. Это первое сообщение о совместном инфицировании подсолнечника ВПТ и ВГТ (Hosseini, 2007).

## ВЫВОДЫ

Таким образом, вирусные болезни подсолнечника распространены в агроценозах различных регионов, где выращивается эта ценная масличная культура. На сегодня из-за различных экономических сдвигов в агроценозах увеличивается спектр вирусов и других возбудителей, вызывающих болезни на подсолнечнике. В среднем потери урожая от вирусных инфекций составляют около 30%, но в случае возникновения эпифитотий в монокультуре они могут достигать и 100%. Вследствие распространения векторов (тлей, трипсов, нематод), которые способны воспроизводить экологические цепи вирусов, большинство патогенов подсолнечника могут вызывать соответствующие очаги инфекций. Следовательно, для прогнозирования появления вирусов в агроценозах и решения проблем их контроля необходима своевременная диагностика и многосистемные подходы к профилактике вирусных заболеваний.