



УДК 632.4:635.93 (477.61)

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКОЗНОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ САДОВЫХ ХРИЗАНТЕМ В КОЛЛЕКЦИИ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН УКРАИНЫ

THE STUDY OF FUNGAL DISEASES OF CHRYSANTHEMUMS IN THE COLLECTION OF THE DONETSK BOTANICAL GARDEN OF NAS OF UKRAINE

Е.В. Ветрова¹, И.В. Бондаренко-Борисова², Л.М. Проноза¹
H.V. Vetrova¹, I.V. Bondarenko-Borisova², L.M. Pronoza¹

¹Донецкий национальный университет, Украина, 83050, г. Донецк, ул. Шорса, 46

²Донецкий ботанический сад НАН Украины, Украина, 83059, г. Константиновка, пл. Победы, 8

¹Donetsk National University, 46, Schors St, Donetsk, 83050, Ukraine

²Donetsk Botanical Gardens, 110, Illich Av., Donetsk, 83059, Ukraine

E-mail: vetrova.domy@mail.ru; ibb2009@yandex.ru

Ключевые слова: садовые хризантемы, микоз, *Alternaria*, *Fusarium*, содержание воды, целлюлоза, антоциановые пигменты, лигнин.

Key words: chrysanthemums, mycosis, *Alternaria*, *Fusarium*, water content, cellulose, anthocyanin pigments, lignin.

Аннотация. На протяжении 2008–2013 гг. отмечено ухудшение фитопатологического состояния садовых хризантем в коллекции Донецкого ботанического сада. В ходе микологического анализа применяли методы стимуляции спороношений во влажной камере, выделения возбудителя в чистую культуру, искусственного заражения растений. На стеблях и листьях больных растений выявлен грибок *Alternaria* sp. gr. *alternata*, в области корневой шейки – *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans. Были исследованы изменения морфологических, физиологических и биохимических характеристик двух сортов хризантемы, пораженных «смешанными» микозами. Проведен сравнительный анализ содержания воды, клетчатки, антоциановых пигментов, лигнина в тканях больных и здоровых растений. Микозы вызывали снижение содержания воды в тканях (у растений сорта ‘Арктика’ – на 1.9% от сырой массы, а у растений сорта ‘Лиза’ – на 2.7%), уменьшение количества целлюлозы (у сорта ‘Арктика’ на – 10.9%, сорта ‘Лиза’ – на 4.2%), повышение содержания антоцианов (в 1.8–2 раза) и лигнина (в 3.2–4 раза). Согласно биохимическим показателям сорт ‘Арктика’ обладает более высокой устойчивостью к микозу по сравнению с сортом ‘Лиза’. У этого сорта отмечено повышенное содержание целлюлозы, антоцианов и лигнина как в здоровых, так и в инфицированных образцах. Это говорит о более широких возможностях интродукции сорта ‘Арктика’ в регионе.

Resume. Throughout 2008–2013 the deterioration of phytopathological state of garden chrysanthemums in the collection of Donetsk Botanical Garden was observed. Such methods as stimulation of sporification in a humid chamber, isolation of the pathogen in pure culture, artificial infection of plants were applied in the process of mycological analysis. On the stems and leaves of infected plants fungus *Alternaria* sp. gr. *alternata* was detected, in the area of the root collar – *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans. Changes of the morphological, physiological and biochemical characteristics of two varieties of chrysanthemum, which were infected with “mixed” mycosis, were studied. Comparative analysis of water content, fiber, anthocyanin pigments and lignin in the tissues of infected and healthy plants was conducted. Mycosis caused a decrease of water content in tissues (for ‘Arctic’ cultivar – by 1.9% of the fresh weight and for ‘Lisa’ cultivar – by 2.7%), reduction of the cellulose amount (for ‘Arctic’ cultivar – by 10.9%, for ‘Lisa’ cultivar – by 4.2%), increasing content of anthocyanin (1.8–2 times) and lignin (3.2–4 times). According to the biochemical parameters, the ‘Arctic’ cultivar possesses a higher resistance to mycosis in comparison with the ‘Lisa’ cultivar. A higher content of cellulose, lignin and anthocyanin in healthy and infected samples of the ‘Lisa’ cultivar was observed. This suggests a possibility of wider introduction of the ‘Arctic’ cultivar in the region.

Введение

Хризантема садовая (*Chrysanthemum* × *hort.*) – одна из наиболее красивых и, возможно, самых древних цветочно-декоративных культур. Для нее характерны красочное и продолжительное цветение в осенний период, широкий цветовой диапазон соцветий, различное их строение и форма. Ее разводят и выращивают на продажу во всем мире, а цветоводы ежегодно получают новые оригинальные сорта этого растения. В настоящее время в мировом ассортименте насчитывается до 100 тыс. сортов [Дворянинова, 1982; Дьяченко, 2010].

На Донбассе в городском и приусадебном озеленении широко используются садовые хризантемы открытого грунта, в частности, мелкоцветковые формы. Коллекция мелкоцветковых хризантем в Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС) формировалась с 1967 г. и в настоящее время насчитывает более 100 сортов и культиваров.



Данная группа хризантем имеет широкое применение в декоративном садоводстве, озеленении интерьеров, создании цветочных композиций и декоративных ландшафтов [Дворянинова, 1982; Недолужко, 2004, 2010; Селивестрова, 2004; Дьяченко, 2010].

Известно, что садовая хризантема весьма подвержена заболеваниям, вызываемым фитопатогенными грибами – микозам [Семенкова, Соколова, 2003; Станчева, Роснев, 2005; Павлюк, 2006; Трейвас, 2008; Бондаренко-Борисова и др., 2013; Arun Kumar, 2008]. Это приносит большой ущерб цветоводству. Эффективность борьбы с микозами определяется своевременными защитно-профилактическими мероприятиями и точной диагностикой возбудителя. Хотя список болезней, которые могут атаковать хризантемы, длинный, культура в целом относительно устойчива к различным патогенным факторам [Стецович, Сорокопудова, 2010; Xu et al., 2010, 2011]. Однако продолжительный период содержания хризантем в теплицах в зимний период, многолетнее выращивание культуры в открытом грунте на одном и том же участке, а также вегетативное размножение создают благоприятные условия для развития и распространения болезней и вредителей. Своевременное выявление и систематическая борьба с ними являются неотъемлемой частью всего комплекса работ по культивированию хризантем [Дворянинова, 1982; Недолужко, 2004, 2010]. Согласно литературным данным [Семенкова, Соколова, 2003; Станчева, Роснев, 2005; Павлюк, 2006; Трейвас, 2008; Arun Kumar, 2008; Xu et al., 2011; Kumar et al., 2012] наиболее вредоносными грибными болезнями хризантем в условиях открытого грунта являются: фузариоз, или фузариозное увядание (возбудитель – *Fusarium oxysporum* Schl.); серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.); мучнистая роса (*Oidium chrysanthemi* Rab. и *Erysiphe cichoracearum* DC. f. *chrysanthemi* Jacz.); септориоз листьев (виды рода *Septoria*); альтернариоз (*Alternaria chrysanthemi* Simmons et Crosier и др. виды этого рода).

Как показали фитопатологические исследования, проведенные нами ранее [Бондаренко-Борисова и др., 2013], растения мелкоцветковой хризантемы в коллекции ДБС подвержены трахеомикозам – сосудистым увяданиям, вызываемым факультативными паразитическими грибами родов *Fusarium* Link и *Verticillium* Nees, а также альтернариозу (возбудители – грибы рода *Alternaria* Nees). Эти болезни ежегодно проявлялись в полевых условиях на различных сортах, начиная с третьей декады июня, и прогрессировали с наступлением засушливой жаркой погоды во второй половине вегетации. При развитии трахеомикоза корни растения отмирают, стебель буреет и усыхает, на пораженных тканях возникает светлый налет грибницы. Листья скручиваются, увядают. Инфекция сохраняется в почве на растительных остатках и в зимующих зараженных растениях. Болезнь часто распространяется при укоренении черенков, взятых с больных растений.

На протяжении последних пяти лет нами отмечено значительное ухудшение фитосанитарного состояния и декоративности растений в коллекции мелкоцветковых хризантем ДБС, что и послужило поводом для проведения детальных фитопатологических исследований. До 2010 г. комплексное изучение заболеваний хризантем в коллекции ДБС не проводилось, а также не изучалось, какое влияние оказывают патогены на физиологическое состояние растений.

Целью нашей работы было установление этиологии заболевания надземных органов хризантем и исследование особенностей его влияния на физиолого-биохимические показатели растений двух сортов, проходящих интродукционное испытание.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов изучения были выбраны два мелкоцветковых сорта хризантемы садовой: 'Арктика' и 'Лиза', проходящих интродукционное испытание в условиях ДБС. Сорт 'Лиза' выделен из семенного потомства сорта 'Рассвет'. Начало цветения – II декада октября, продолжительность 25–30 дней. Сорт 'Арктика' выделен из третьего поликроссного поколения сорта 'Тебе'. Начало цветения – II декада октября, продолжительность – 30–35 дней.

В ходе изучения сравнивались здоровые и пораженные растения.

Изучались симптомы болезни, а также морфологические и биохимические показатели больных растений – содержание воды, клетчатки, антоциановых пигментов, лигнина в листьях.

Для изучения симптомов и физиологического состояния хризантем были проведены наблюдения в полевых и лабораторных условиях.

Несколько образцов хризантем были взяты из открытого грунта и пересажены в горшки в условия лаборатории, для того, чтобы изучить некоторые морфологические и биохимические параметры и узнать, как заболевание влияет на состояние растений.

Для микологического анализа у поражённых экземпляров отбирали основания стеблей, стебли, листья, после чего применяли метод стимуляции спороношений во влажной камере

при температуре 23–25°C. Для выделения грибных патогенов в чистую культуру из тканей больных растений использовали глюкозо-картофельный и картофельно-морковный агар [Чумаков, 1974; Ганнибал, 2011]. Части тканей растения размером примерно 3–5 мм предварительно стерилизовались для уничтожения поверхностной микрофлоры в 15%-ном растворе перекиси водорода в течение 2–3 минут. Затем их помещали на среду и культивировали при температуре 24°C. Для определения грибов рода *Alternaria* использовали ключ, приведенный в работе Ф.Б. Ганнибала [2011], рода *Fusarium* – определитель несовершенных грибов Н.М. Пидопличко [1977].

Из физиологических и биохимических показателей определяли оводненность тканей листьев, содержание лигнина и целлюлозы, а также количество антоциановых пигментов.

Оводненность тканей листьев определяли по стандартному весовому методу. Антоцианы определяли калориметрическим методом, измеряя оптическую плотность по зеленому светофильтру ($\lambda=540$ нм) [Полевой, 1978]. Для определения целлюлозы использовался метод Х.Н. Починка [1976]. Лигнин определяли йодометрическим методом [Полевой, 1978]. Также нами был применен метод искусственного заражения растений в лабораторных условиях.

Все исследования проводились в трехкратной повторности. Цифровые данные обрабатывались однофакторным дисперсионным анализом.

Результаты и их обсуждение

В 2012–2013 гг. наряду с развитием трахеомикозов нами отмечено сильное поражение надземных органов хризантем агрессивным штаммом гриба рода *Alternaria* [Бондаренко-Борисова и др., 2013]. Симптомами заболевания является появление пятен преимущественно по краю листовой пластинки, округлой формы, шириной около 10 мм, сливающихся, без окаймления, бледно-серого цвета. Со временем они становятся серыми или коричнево-черными, с явно выраженными концентрическими кругами в некротической ткани. По поверхности пятен развивается плотный оливково-бурый налет спороношения. Инфекция сохраняется в почве на растительных остатках, на зимующих хризантемах и семенах, собранных с пораженных растений.

В ходе микологического исследования из листьев больных растений был выделен гриб *Alternaria* sp. gr. *alternata*, из зоны корневой шейки – мицелий и споры гриба *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans., который является возбудителем трахеомикоза и может вызывать сухую гниль растений. Скорее всего, речь идет смешанной инфекции и комплексном влиянии двух патогенов на состояние хризантем.

Чтобы убедиться в патогенных свойствах *Alternaria* sp., нами был применен метод искусственного заражения. Суспензией спор этого гриба мы пролили опытные проростки хризантем, и через 10 суток наблюдали увядание зараженных растений по сравнению с контролем (рис. 1). Это доказывает возможность заражения хризантем альтернариозом не только через стебли и листья, но и через инфицированную почву.



Рис. 1. Внешний вид здоровых и больных проростков хризантемы: А – контрольные; Б – искусственно зараженные спорами *Alternaria* sp. gr. *alternata*

Fig. 1. Exterior view of healthy and infected seedlings of chrysanthemum: А – control; Б – artificially infected with the spores of *Alternaria* sp. gr. *alternata*



У пораженных растений обоих сортов в полевых и лабораторных условиях наблюдалось усыхание листьев, начинавшееся снизу. Листья желтели, затем покрывались темно-коричневыми пятнами или приобретали фиолетовый оттенок, после увядания оставались на стебле. Через некоторое время растение полностью засыхало и погибало. Полевые наблюдения показали, что сорт 'Арктика' проявляет более высокую устойчивость к смешанной грибной инфекции: распространённость и интенсивность развития заболевания у него ниже по сравнению с сортом 'Лиза'.

Патогенные грибы оказывали существенное влияние на такие физиолого-биохимические свойства поражённых растений, как степень оводнённости тканей, содержание целлюлозы, антоцианов и лигнина в листьях.

Степень оводнённости – важный показатель водного режима растений. С содержанием воды связаны концентрация клеточного сока, водный потенциал отдельных органов растения, отношение его к почвенной и атмосферной засухе. Уменьшение оводнённости является следствием высыхания инфицированных тканей, что негативно сказывается на жизнедеятельности всего растения.

Как и следовало предполагать, у зараженных образцов наблюдается уменьшение влаги в тканях: у сорта 'Арктика' – на 1.9% от сырой массы, а у растений сорта 'Лиза' – на 2.7% (рис. 2).

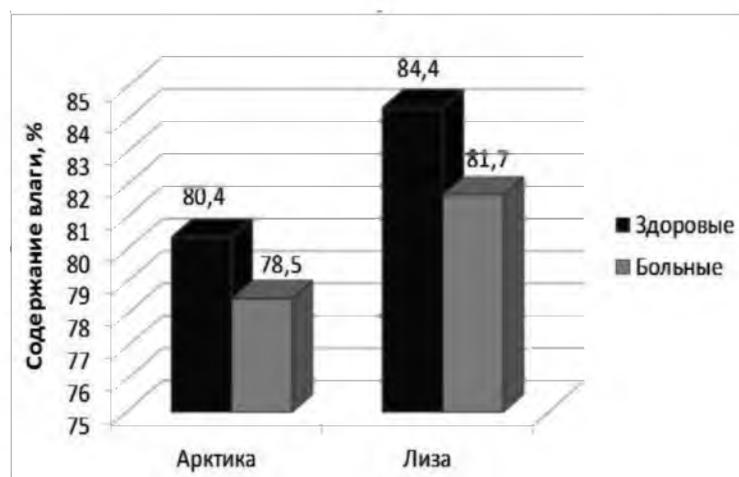


Рис. 2. Содержание воды в листьях здоровых и больных растений хризантемы садовой

Fig. 2. The water content in the leaves of healthy and infected plants of chrysanthemum

Содержание целлюлозы в листьях. Целлюлоза (клетчатка) – растительный полисахарид, составляющий основу клеточных стенок растений. Результаты исследования целлюлозы в листьях показали, что этот показатель намного выше у сорта 'Арктика', и он значительно снижается в больных растениях (рис. 3): у растений сорта 'Арктика' на – 10.9%, сорта 'Лиза' – на 4.2%. Очевидно, патогены синтезируют гидролитические ферменты, расщепляющие целлюлозу растения-хозяина.

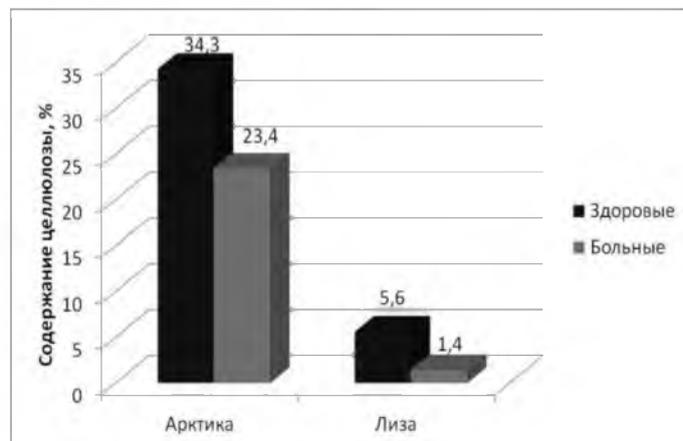


Рис. 3. Содержание целлюлозы в листьях здоровых и больных растений хризантемы садовой

Fig. 3. The water content in the leaves of healthy and infected plants of chrysanthemum

Содержание антоцианов в листьях. Изменение окраски листьев больных растений связано, в частности, с повышением содержания антоцианов – непластидных пигментов. Известно, что антоцианы играют значительную роль в пассивном и активном фитоиммунитете. Ответной реакцией растений на действие неблагоприятных факторов является, как правило, повышение уровня антоцианов, направленное на снижение окислительных повреждений,

вызванных действием стресс-факторов [Полевой, 1978; Семенкова, Соколова, 2003]. Известно, что растения с большим количеством антоциановых пигментов в тканях отличаются повышенной зимостойкостью, устойчивостью к холоду, промышленным загрязнениям, действиям других стресс-факторов, в том числе и к заболеваниям [Макаревич, 2010; Рубин, 1968; Макаренко, 2013].

У здоровых растений обоих сортов содержание антоцианов находится на одинаковом уровне. Концентрация антоцианов в листьях хризантем больных образцов по сравнению с контрольными оказалась больше в 2 раза у сорта ‘Арктика’ и в 1.8 раза – у сорта ‘Лиза’ (рис. 4).

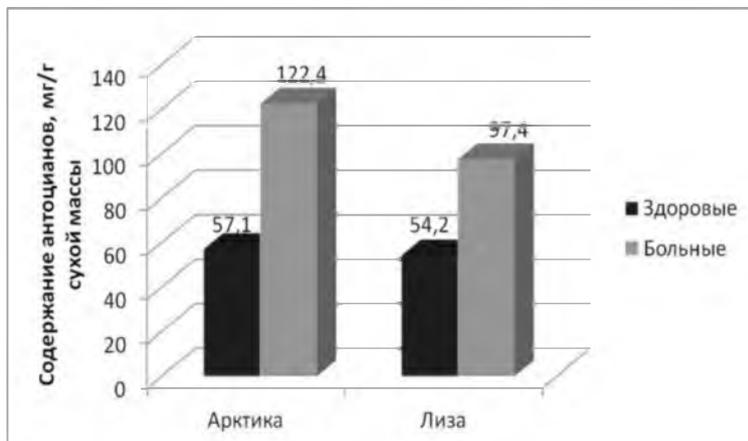


Рис. 4. Содержание антоцианов в листьях здоровых и больных растений хризантемы садовой
 Fig. 4. The anthocyanin content in the leaves of healthy and infected plants of chrysanthemum

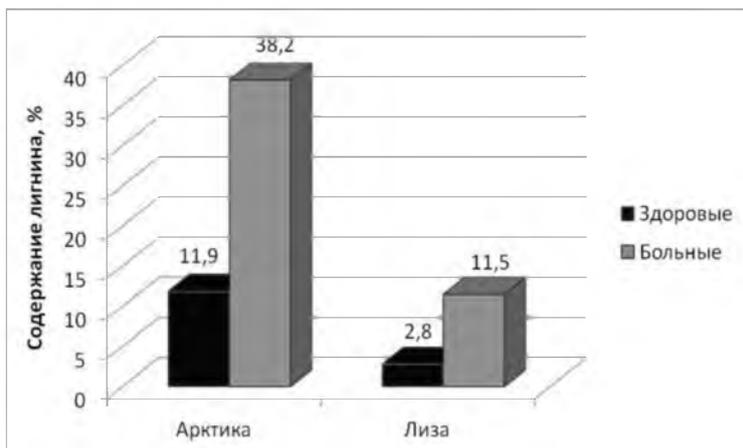
Было также установлено, что антоцианы способствуют повышенному накоплению углеводов в тканях [Chalker-Scott, 1999].

Увеличение количества сахаров у инфицированных растений происходит также за счет гидролиза крахмала и целлюлозы. Конечный продукт гидролиза целлюлозы – глюкоза, которая вместе с другими сахарами начинает использоваться в синтезе различных веществ, в том числе и антоцианов [Scarpari, 2005; VandenEnde, 2014].

Корреляционный анализ содержания антоцианов и целлюлозы показал отрицательную (обратную) сильную связь – с уменьшением процентного содержания целлюлозы в тканях растений повышается количество антоциановых пигментов. Коэффициент корреляции у сорта ‘Арктика’ составил (-0.99), у сорта ‘Лиза’ (-0.73).

Очевидно, что уменьшение содержание целлюлозы в тканях больных хризантем происходит по двум причинам: вследствие целлюлозоразрушающей деятельности патогенных грибов, и в результате гидролиза целлюлозы растением для по продуцирования антиоксидантных веществ – антоцианов.

Содержание лигнина в листьях. Еще одной защитной реакцией растений, подверженных действию фитопатогенов, является лигнификация клеток [Полевой, 1978], при которой происходит уплотнение клеточной стенки, и, следовательно, затрудняется проникновение возбудителя в ткани растения [Чураков, 2007]. Экспериментально доказано, что лигнины и лигниновые препараты способствуют снижению развития грибковых заболеваний у растений [0]. Лигнификация клеток – еще один важный фактор активного фитоиммунитета [Полевой, 1978]. Повышение содержания лигнина в пораженных



хризантемах указывает на преобладание реакции лигнификации над лигниноразрушающей деятельностью патогенов.

Содержание лигнина в листьях больных хризантем сорта ‘Арктика’ в 3.2 раза выше, чем в здоровых, а у сорта ‘Лиза’ – в 4 раза (рис. 5).

Рис. 5. Содержание лигнина в листьях здоровых и больных растений хризантемы садовой
 Fig. 5. The lignin content in the leaves of healthy and infected plants of chrysanthemum



На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что, из двух исследуемых сортов, именно сорт 'Арктика' показал себя как более устойчивый к комплексному действию патогенов, так как у него сильнее выражены защитные реакции. Так, у данного сорта наблюдается более высокое, по сравнению с сортом 'Лиза', содержание целлюлозы, антоцианов и лигнина, как в здоровых, так и в поражённых образцах, что свидетельствует о большей устойчивости сорта к «смешанному» микозу.

Меры борьбы с заболеванием

При выращивании хризантемы в промышленных масштабах наиболее эффективными и популярными методами защиты от болезней и вредителей являются химические. В частности, есть информация о том, что эффективным веществом в борьбе с альтернариозом хризантем является гексаконазол (фунгицид из группы азолов), проявивший наиболее выраженные фунгицидные свойства среди остальных сравниваемых препаратов [Arun Kumar et al., 2011].

Для контроля развития альтернариоза и фузариоза хризантемы на коллекционных участках мы рекомендуем выполнять следующие рекомендации: 1) отбирать черенки только со здоровых растений; 2) обрабатывать черенки перед укоренением фунгицидами на основе дифенокнозола, пенконазола, флутриафола и других препаратов группы азолов, разрешённых к использованию действующим законодательством; 3) периодически проливать и опрыскивать укореняемые черенки и растения раствором вышеназванных препаратов; 4) осуществлять термическую дезинфекцию почвы перед высадкой черенков и семян в закрытом грунте; 5) с профилактической целью применять биологические препараты, подавляющие развитие фитопатогенных грибов в почве и на самих растениях.

Поскольку споры патогенных грибов зимуют в отмерших растительных тканях, по окончании вегетации необходимо собирать и уничтожать растительные остатки на участке выращивания для уменьшения запаса зимующей инфекции.

Выводы

1. Надземные органы мелкоцветковых хризантем коллекции ДБС в открытом грунте поражаются грибом *Alternaria sp. gr. alternata*, который в комплексе с *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans. вызывает усыхание листьев и стеблей растений.

2. Смешанная инфекция (альтернариоз и фузариоз) оказывает существенное влияние на ряд физиолого-биохимических показателей растений: снижается оводнённость тканей (у сорта 'Арктика' – на 1.9% от сырой массы, а у растений сорта 'Лиза' – на 2.7%) и содержание целлюлозы у растений сорта 'Арктика' на – 10.9%, сорта 'Лиза' – на 4.2%), возрастает содержание антоцианов (в 1.8–2 раза) и лигнина (в 3.2–4 раза) в листьях.

3. Повышенное содержание целлюлозы, антоцианов и лигнина в здоровых и инфицированных образцах сорта 'Арктика' по сравнению с сортом 'Лиза' свидетельствует о лучшей сопротивляемости первого к болезни и о возможности более успешной интродукции данного сорта в регионе.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю признательность куратору коллекции хризантем ДБС, к.б.н. Пирко Инне Фёдоровне за консультативную и организационную помощь в ходе проведения исследований.

Список литературы References

1. Бондаренко-Борисова И.В., Ветрова Е.В., Губин А.И. 2013. Изучение биотических факторов ухудшения фитосанитарного состояния мелкоцветковых хризантем в коллекции Донецкого ботанического сада НАН Украины. Промышленная ботаника, 13: 187–193.

Bondarenko-Borisova I.V., Vetrova H.V., Gubin A.I. 2013. A study on biotic factors of phytosanitary condition deterioration of Chrysanthemum collection in Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. Promyshlennaya botanika [Industrial Botany], 13: 187–193. (in Russian)

2. Ганнибал Ф.Б. 2011. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие. СПб., РАСН-ВИЗР, 72.

Gannibal F.B. Monitoring al'ternariozov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i identifikatsiya gribov roda *Alternaria*. Metodicheskoe posobie [Monitoring of crop blight and identification of fungi of the genus *Alternaria*. Technical Guide]. Saint-Petersburg, RAAS-VIZR, 71. (in Russian)



3. Дворянинова К.Ф. 1982. Хризантемы (интродукция, биология и агротехника). Кишинев, Штиинца, 167.
- Dvoryaninova K.F. 1982. Khrizantemy (introduktsiya, biologiya i agrotekhnika) [Chrysanthemums (introduction, biology and agricultural machinery)]. Kishinev, Shtiintsa, 167. (in Russian)
4. Дьяченко Н.Г. 2010. Хризантемы корейские. М., Издательский Дом МСП, 32.
- D'yachenko N.G. 2010. Khrizantemy koreyskie [Korean chrysanthemums]. Moscow, Izdatel'skiy Dom MSP, 32. (in Russian)
5. Комаров А.А. 2004. Роль гидролизного лигнина в плодородии почв и питании растений. Автореф. дис. ... д. с/х н. СПб., 44.
- Komarov A.A. 2004. Rol' gidroliznogo lignina v plodorodii pochv i pitanii rasteniy [The role of hydrolytic lignin in soil fertility and plant nutrition]. Abstract. dis. ... doct. of agricult. sciences. Saint-Petersburg, 44. (in Russian)
6. Макаревич А.М., Шутова А.Г., Спиридович Е.В., Решетников В.Н. 2010. Функции и свойства антоцианов растительного сырья. Труды Белорусского государственного университета. Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем, 4 (2): 1–11.
- Makarevich A.M., Shutova A.G., Spiridovich E.V., Reshetnikov V.N. 2010. Functions and properties of anthocyanins vegetable raw material. Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta: nauchnyy zhurnal [Proceedings of the Belarusian State University. Physiological, Biochemical and Molecular Biology Sciences], 4 (2): 1–11. (in Russian)
7. Макаренко О.А., Левицкий А.П. 2013. Физиологические функции флавоноидов в растениях. Физиология и биохимия культурных растений, 45 (2): 100–112.
- Makarenko O.A., Levitskiy A.P. 2013. The physiological function of flavonoids in plants. Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rasteniy [Physiology and biochemistry of cultivated plants], 45 (2): 100–112. (in Russian)
8. Недолужко А.И. 2010. Род *Chrysanthemum* L. на юге российского Дальнего Востока (интродукционные возможности, ресурсы изменчивости, селекция, сохранение генофонда). Автореф. дис. ... д. с/х н. Мичуринск, 43.
- Nedoluzhko A.I. 2010. Rod *Chrysanthemum* L. na yuge rossiyskogo Dal'nego Vostoka (introduktsionnye vozmozhnosti, resursy izmenchivosti, selektsiya, sokhraneniye genofonda) [The genus *Chrysanthemum* L. in the south of the Russian Far East (introduction prospects, variability resources, selection, conservation of the gene pool)]. Abstract. dis. ... doct. of agricult. sciences., Michurinsk, 43. (in Russian)
9. Недолужко А.И. 2004. Хризантемы для Приморья. Владивосток, БСИ ДВО РАН, 51.
- Nedoluzhko A.I. 2004. Khrizantemy dlya Primor'ya [Chrysanthemums for Primorye]. Vladivostok, BSI DVO RAN, 51. (in Russian)
10. Павлюк **Н.А.** 2006. Видовой состав патогенных микромицетов на садовых хризантемах Ботанического сада-института ДВО РАН. Биологический вестник. Харьковский НУ, 10 (2): 90–94.
- Pavlyuk N.A. 2006. The species composition of pathogenic micromycetes on garden chrysanthemums Botanical Garden-Institute of Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. Biologicheskii vestnik. Khar'kovskiy NU [Biological Bulletin. Kharkiv National University], 10 (2): 90–94. (in Russian)
11. Пидопличко Н.М. 1977. Грибы–паразиты культурных растений. Т. 2. Грибы несовершенные. К., Наукова думка, 300.
- Pidoplichko N. M. 1977. Griby–parazyty kul'turnykh rasteniy. T. 2. Griby nesovershennyye. [Parasitic fungi of cultivated plants. Vol. 2. Imperfect fungi]. Kiev, Naukova dumka, 300. (in Russian)
12. Полевой В.В. 1978. Методы биохимического анализа растений. Л., Изд-во ЛГУ, 192.
- Polevoy V.V. 1978. Metody biokhimicheskogo analiza rasteniy [Methods of biochemical analysis of plants]. Leningrad, Izd-vo LGU, 192. (in Russian)
13. Починок Х.Н. 1976. Методы биохимического анализа растений. К., Наукова думка, 336.
- Pochinok Kh.N. 1976. Metody biokhimicheskogo analiza rasteniy [Methods of biochemical analysis of plants]. Kiev, Naukova dumka, 336. (in Russian)
14. Рубин Б.А., Арциховская Е.В. 1968. Биохимия и физиология иммунитета растений. М., Высшая школа, 404.
- Rubin B.A., Artsikhovskaya E.V. 1968. Biokhimiya i fiziologiya immuniteta rasteniy [Biochemistry and physiology of plant immunity]. Moscow, Vysshaya shkola, 404. (in Russian)
15. Селивестрова Е.Н. 2004. Мелкоцветковые хризантемы. В кн.: Роль ботанических садов в сохранении и обогащении биологического разнообразия видов. Тезисы докладов Международной научной конференции, посвященной 100-летию ботанического сада Калининградского государственного университета (г. Калининград, 14–18 сентября 2004 г.). Калининград, Изд-во КГУ: 71–73.
- Selivestrova E.N. 2004. Small flowered chrysanthemums. In: Rol' botanicheskikh sadov v sohranении i obogashhenii biologicheskogo raznoobrazija vidov. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvjashhennoj 100-letiju botanicheskogo sada Kaliningradskogo gosudarstvennogo universiteta (g. Kaliningrad, 14–18 sentjabrja 2004 g.) [The role of botanic gardens in the conservation and enrichment of biological diversity of species. Abstracts of the International Scientific Conference dedicated to the 100th anniversary of the botanical garden of the Kaliningrad State University (Kaliningrad, 14–18 September 2004)]. Kaliningrad, Kaliningrad State University Publishing House: 71–73. (in Russian)
16. Семенкова И.Г., Соколова Э.С. 2003. Фитопатология. М., Издательский центр «Академия», 480.
- Semenkova I.G., Sokolova E.S. 2003. Fitopatologiya. [Plant Pathology]. Moscow, Izdatel'skiy tsentr "Akademiya", 480. (in Russian)



17. Станчева Й., Роснев Б. 2005. Болезни декоративных и лесных культур. В кн.: Атлас болезней сельскохозяйственных культур. Т. 5. София-Москва, Пенсофт, 248.
- Stancheva Y., Rosnev B. 2005. Diseases of ornamental and forest crops. In: Atlas bolezney sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. T. 5 [Atlas of crop diseases. Vol. 5]. Sofia-Moscow, Pensoft, 248. (in Russian)
18. Стецович А.С., Сорокопудова О.А. 2010. Адаптация видов и сортов хризантем (*Chrysanthemum* L.) при интродукции на юго-западе Черноземья. Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 8: 24–28.
- Stetsovich A.S., Sorokopudova O.A. 2010. Adaptation of species and varieties of chrysanthemums (*Chrysanthemum* L.) introduced in the southwest of Black Earth region. Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 8: 24–28. (in Russian)
19. Трейвас Л.Ю. 2008. Болезни и вредители декоративных растений: атлас-определитель. М., ЗАО «Фитон+», 192.
- Treyvas L.Yu. 2008. Bolezni i vrediteli dekorativnykh rasteniy: atlas-opredelitel' [Diseases and pests of ornamental plants: field guide]. Moscow, CJSC "Fiton+", 192. (in Russian)
20. Чумаков А.Е. (ред.). 1974. Основные методы фитопатологических исследований. М., Колос, 192.
- Chumakov A.E. (red.). 1974. Osnovnye metody fitopatologicheskikh issledovaniy [Basic research methods phytopathologic]. Moscow, Kolos, 192. (in Russian)
21. Чураков Б.П., Чураков Д.Б. 2007. Фитопатология. М., МГУЛ, 424.
- Churakov B.P., Churakov D.B. 2007. Fitopatologiya [Phytopathology]. Moscow, MGUL, 424.
22. Arun Kumar G.S. 2008. Studies on Leaf Blight of Chrysanthemum Caused by *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler. Dharwad, University of Agricultural Sciences, 85.
23. Arun Kumar G.S., Kamannal B.C., Benagi V.I. 2011. Management of Chrysanthemum Leaf Blight Caused by *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler under Field Condition. Plant Archives, 11 (1): 553–555.
24. Chalker-Scott L. 1999. Environmental significance of anthocyanin simplant stress responses. Photochemistry and Photobiology, 70 (1): 1– 9.
25. Kumar B., Kumar S., Thakur M. 2012. In Vitro Mutation Induction and Selection of Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzelev) Lines with Improved Resistance to *Septoria obesa* Syd. International Journal of Plant Research, 2 (4): 103–107.
26. Scarpari L.M., Meinhardt L.W., Mazzafera P., Pomella A.W., Schiavinato M.A., Cascardoand J. C., Pereira A.G. 2005. Biochemical changes during the development of witches' broom: them ostimportant disease of cocoain Brazil caused by *Crinipellis pernicioso*. Journal of Experimental Botany, 56 (413): 865–877.
27. VandenEnde W., El-Esawe S.K. 2014. Sucrose signaling pathways leading to fructan an danthocyanin accumulation: A dual function in abiotic and biotic stress responses? Environmental and Experimental Botany, 108: 4–13.
28. Xu G., Chen S., Chen F. 2010. Transgenic chrysanthemum plants expressing a harpin_{Xoo} gene demonstrate induced resistance to *Alternaria* leaf spot and accelerated development. Russian Journal of Plant Physiology, 57 (4): 548–553.
29. Xu G., Liu Y., Chen S., Chen F. 2011. Potential Structural and Biochemical Mechanisms of Compositae Wild Species Resistance to *Alternaria tenuissima*. Russian Journal of Plant Physiology, 58 (3): 427–433.