



УДК 635.965.282.6:581.522.4(571.1)

Биологические особенности *Gladiolus hybridus* в связи с адаптацией в Сибирском регионе

Л. Л. Седельникова, И. Г. Воробьева



Седельникова Людмила Леонидовна, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН, Новосибирск, lusedelnikova@yandex.ru

Воробьева Ирина Геннадьевна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН, Новосибирск, vorobig@ngs.ru

Проанализированы адаптационные возможности сортового разнообразия гладиолуса гибридного – *Gladiolus hybridus* в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Показаны морфобиологические особенности формирования побега. Представлены многолетние (1999–2019 гг.) результаты сезонного развития растений в генеративном возрастном состоянии. Установлена зависимость сроков цветения сортов из разных групп от суммы положительных температур. Цветение в условиях Новосибирска наступает у ранних сортов при сумме положительных температур $>1462^\circ\text{C}$, средних $>1558^\circ\text{C}$, поздних $>1711^\circ\text{C}$. Определено, что в предзимье конус нарастания побега возобновления формирует зачаточные вегетативные органы, что соответствует второму этапу органогенеза. Дифференциация конуса нарастания побега на генеративные органы начинается в период интенсивного роста побега в июне. В течение 60–73 дней конус нарастания побега проходит внутрипочечное развитие с III по VIII этапы органогенеза. IX–XII этапы органогенеза соответствуют фенофазам от цветения до плодоношения. Продолжительность цветения составляет 10–25 дней, сезонного развития – 118–123 дня. Отмечено понижение коэффициента вегетативного размножения у сортов с 2015 по 2018 г. в 2–12 раз. Основной экологической нишей возбудителя заболевания фузариозной гнили гладиолусов (возб. *Fusarium oxysporum* f. *gladioli*) являются подземные органы (корни, клубнелуковицы), а дополнительной – надземные органы растений. Сравнение степени устойчивости гладиолусов к фузариозу показало разную реакцию сортов в период вегетации и хранения клубнелуковиц.

Ключевые слова: *Gladiolus hybridus*, биология развития, патогенные грибы, Западная Сибирь.

Поступила в редакцию: 18.02.2020 / Принята: 23.03.2020 / Опубликовано: 30.11.2020

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-4-417-426>

Клубнелуковичный геофит гладиолус гибридный – *Gladiolus hybridus* hort., сем. Iridaceae Juss., род *Gladiolus* L. – представитель декоративных многолетников, незимующих в открытом грунте Сибири. Создание и развитие коллекционного фонда в Центральном сибирском ботаническом

саду (ЦСБС СО РАН) начато в 60-е гг. прошлого века [1] и связано с таким основным направлением того времени, как благоустройство и озеленение промышленных городов Сибирского региона. В период с 1974 по 1984 г. нами изучено 370 сортов отечественной и зарубежной селекции [2], позднее проанализировано 110 сортов [3]. Значительный вклад сделан в отбор устойчивых сортов к патогенным грибам [4, 5]. Отдельным направлением имело место исследование влияния мутагенных факторов на клубнелуковицы гладиолуса, что позволило выявить возможность проявления таких новых признаков, как махровость цветков и изменчивость их окраски [6]. Определение биологически активных веществ в вегетативных органах послужило новым направлением в поисках использования гладиолуса не только в качестве декоративного растения, но и как растительного сырья, содержащего аскорбиновую кислоту, сапонины, крахмал [7]. Дикорастущие гладиолусы в лесостепной зоне Западной Сибири в условиях культуры проходят сезонный цикл развития и зимуют [3] в отличие от культиваров. Сортовое разнообразие *G. hybridus* во многих регионах России и за рубежом остается основной срезочной культурой открытого грунта [8–11]. В последние 10–15 лет исследования и поддержание коллекций гладиолусов проводятся довольно узко в отдельных ботанических садах и научных учреждениях России [3, 12–14].

Цель работы заключалась в анализе биологических особенностей сортового разнообразия *Gladiolus hybridus* в Западной Сибири.

Материалы и методы

Объектами исследования служили 60 сортов гладиолуса гибридного – *Gladiolus hybridus* hort., сем. Iridaceae Juss., биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», УНУ № USU 440534. Растения выращивали на участке лаборатории интродукции декоративных растений, расположенном в юго-восточном районе лесостепной Приобской агроклиматической провинции. За последние двенадцать лет погодные условия района интродукции в течение вегетационных периодов были крайне противоречивы. По гидротермиче-



ским показателям тепла и запасам влаги 2007, 2012, 2016 гг. были теплые, засушливые, особенно во второй половине; 2008, 2010, 2015, 2019 гг. – теплые, умеренно увлажненные; 2009, 2013–2014, 2017–2018 гг. – прохладные, избыточно увлажненные; 2011 г. – слабозасушливый с ранней теплой весной. Изучены биоморфологические особенности сортов генеративного возрастного состояния, как наиболее важного периода в малом жизненном цикле развития особи. За главный побег принимали первый по происхождению материнский побег [15], последующие побеги замещения клубнелуковицы рассматривали как побеги возобновления n -го порядка ветвления, это монокарпические побеги. Этапы органогенеза с элементами морфогенеза описаны по методике МГУ [16, 17]. Идентификация возбудителей заболеваний гладиолусов проводилась по общепринятым методикам [4]. Декоративные качества определены по 100-балльной шкале [18]. Классификация сортов приведена по общепринятой Международной классификации [19]. Посадку клубнелуковиц осуществляли по среднесуточным данным 24–28 мая, выкопку 20–25 сентября. Соблюдали четырех-пятилетний культурооборот. Статистическую обработку выполняли в программе Statistica 6.1 и Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

Сезонное развитие сортов гладиолуса гибридного в условиях лесостепной зоны Западной Сибири происходило путем формирования надземного вегетативно-генеративного побега и подземной его части: материнской и замещающей ее дочерней клубнелуковицы с клубнечками (рис. 1, а). По среднесуточным данным массовые всходы наблюдали в конце первой декады июня. Побег возобновления с вегетативными зачатками листьев закладывается у материнской клубнелуковицы за год до цветения и данное состояние характеризуется II этапом органогенеза. Указанный этап нами подразделен на два подэтапа: Па – побег в состоянии относительного покоя в период хранения клубнелуковиц (сентябрь–март) с 3–4 метамерами зачатков листьев; Пб – побег в весенний период хранения клубнелуковиц за 30 дней до посадки (апрель–май) при температуре 18–20° С с 4–8 метамерами зачатков листьев. Сокращенный онтогенез выражен в малом жизненном цикле развития монокарпического (годового) побега гладиолуса от начала его формирования до вегетации, цветения и отмирания. В генеративный период онтогенеза у клубнелуковицы, согласно данным [20], формируются побеги трех типов: главный, возобновления, вегетативного размножения. Раз-

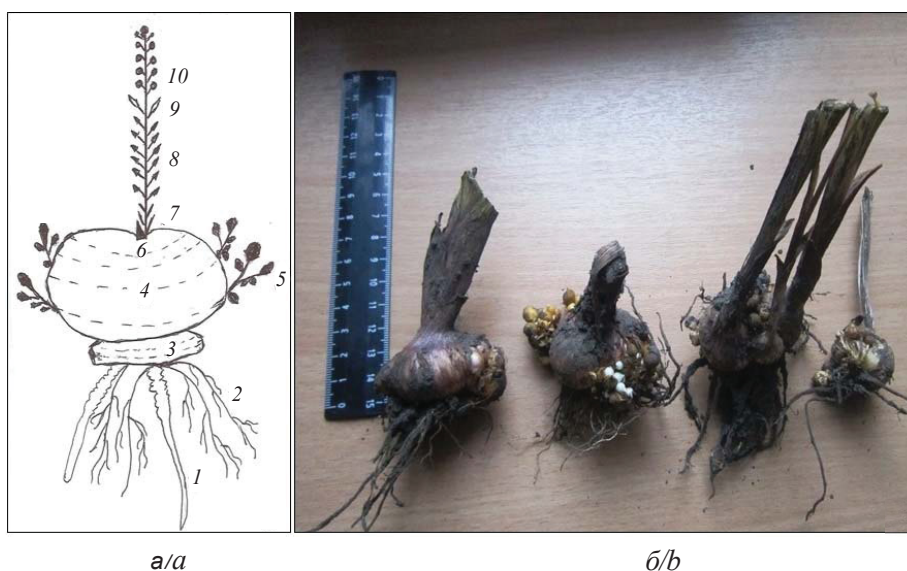


Рис. 1. Схема монокарпического побега (а) и вегетативные клоны (б) *Gladiolus hybridus*: 1 – контрактильные корни; 2 – придаточные корни; 3 – отмершая, материнская клубнелуковица; 4 – дочерняя клубнелуковица; 5 – клубнечки; 6 – побег возобновления; 7 – низовые (неассимилирующие) листья; 8 – срединные (ассимилирующие) листья; 9 – верховые листья; 10 – соцветие с цветками; 1–6 – зона возобновления; 7 – зона торможения; 8–10 – зона обогащения

Fig. 1. Monocarp escape diagram (a) and vegetative clones (b) of *Gladiolus hybridus*: 1 – contractile roots; 2 – adventitious roots; 3 – dead, maternal corm; 4 – daughter corm; 5 – tubers; 6 – renewal shoot; 7 – lower (non-assimilating) leaves; 8 – middle (assimilating) leaves; 9 – upper leaves; 10 – inflorescence with flowers; 1–6 – renewal zone; 7 – braking zone; 8–10 – enrichment zone



витие органообразовательных процессов у главного (монокарпического) побега гладиолуса зависит от генотипа, гидротермических и агротехнических факторов. Отмечено, что в фазе выхода с третьего по десятый настоящий (срединный) лист в побеге формируются генеративные органы (III–VII этапы органогенеза) и их внутрипочечное состояние продолжается 61–67 день в зависимости от того, к какой группе по сроку цветения: ранней (Р), средней (С) или поздней (П), принадлежит сорт (табл. 1).

Цветение гладиолусов в условиях Западной Сибири наступает у (Р) сортов при сумме положительных температур $>1462^{\circ}\text{C}$ в третьей декаде июля, на 68–70-й день от посадки; (С) $>1558^{\circ}\text{C}$ в первой второй-декаде августа, на 83–85-й день от посадки; (П) $>1711^{\circ}\text{C}$ в третьей декаде августа–первой декадах сентября, на 98–100-й день от посадки. Vegetационный период продолжался 118–123 дня до первых осенних заморозков, которые наблюдаются во второй–третьей декадах сентября.

Таблица 1 / Table 1

Средняя продолжительность этапов органогенеза монокарпического побега *Gladiolus hybridus* в сезонный период

The average duration of the organogenesis stages of the monocarpic shoot of *Gladiolus hybridus* in the seasonal period

Этапы органогенеза / Stages of organogenesis	Продолжительность, дней / Duration, days	Формирование органов / The formation of the organs	Фенофаза / The phenological stage	Фенодата / Phenodata
IIб	21–34	5–6 зачатков листьев / 5–6 rudiments of leaves	Рост побега / Growth of escape	25.04–28.05
III	8–9	Оси соцветия / The axis of the inflorescence	3-й с* лист / 3th c* leaf	04.06–08.06
IV	13–14	Формирование 1-го цветка / Formation of the first flower	4–5-й лист / 4–5th leaf	14.06–23.06
V	14–15	Цветков в соцветии / Flowers in the inflorescence	6-й лист / The 6th leaf	19.06–28.06
VI	13–15	Андроцея / Androecium's	7–8-й лист / 7–8 leaf	28.06–09.07
VII	13–14	Гинецея / Gynoecium's	9–10-й лист / 9–10-th leaf	11.07–19.07
VIII	12–13	Всех органов цветка / All organs of the flower	Бутонизация / Budding	28.07–05.08
IX	6–10	Оплодотворение / Fertilization	Цветение / Flowering	30.07–25.08
X–XII	18–25	Семени / Seed's	Плодоношение / Fructification	10.08–10.09

Примечание. с* – срединный (ассимилирующий) лист.

Note. c* – middle (assimilating) leaf.

Ранее нами установлено, что в прегенеративный период главный (материнский) побег нарастает моноподиально. В генеративный период онтогенеза монокарпические побеги возобновления нарастают симподиально. Продолжительность жизни побега возобновления в генеративный период (от внутрипочечного формирования до естественного отмирания) составляет 15–20 мес. Из них вегетативно-зачаточное состояние длится 12–13 мес., генеративно-зачаточное – 2–2,5 мес., генеративно-надземное развитие – 2–2,5 мес., в виде побега ежегодно отмирающей материнской клубнелуковицы – 1–2 мес. [3]. В настоящем исследовании клубнелуковица рассмотрена как подземный видоизмененный побег с сильно укороченными листовыми междоузлиями. Это многолетний осевой орган, симподий, из ежегодно формирующегося вегетативно-генеративного побега с

дициклическим типом развития и вегетативных побегов, из которых формируются клубнелуковицы. Надземный побег включает соцветие с цветками и низовыми, срединными (ассимилирующими), реже верховыми листьями, а подземный – клубнелуковицу с клубнелуковицами, что согласуется с исследованиями, проведенными другими авторами [21, 22].

Полученные данные уточнены последними результатами, согласно которым побег гладиолуса имеет три зоны: обогащения (соцветие, верховые и срединные листья); торможения (низовые листья); возобновления (ежегодно сформированная клубнелуковица с клубнелуковицами) (см. рис. 1, а). У всех сортов четко выражена биоморфологическая цикличность в развитии побега. Это оказывает прямое влияние на формирование клона (см. рис. 1, б) и дальнейшее развитие от него жизнеустойчивого потомства.



Установлены основные биологические особенности сортов *G. hybridus*, культивируемых в Сибирском регионе: клубнелуковицы зимуют при низких положительных температурах 4–8°С, влажности воздуха 60–70%; корневая система и побег отрастают при 10–15°С; генеративные органы внутривушечно закладываются в период роста и развития вегетативных органов; цветут в летне-осенний период; ежегодно формируют дочернюю клубнелуковицу с клубнепочками.

Многолетние исследования патогенной микрофлоры гладиолусов в лесостепи Западной Сибири показали, что видовой состав грибов принадлежит к 17 родам и 2 классам [4, 5]. Подземные побеги (клубнелуковицы и клубнепочки) были поражены грибами из 11 родов, среди которых наиболее часто встречались: *Fusarium oxysporum*, *F. moniliforme*, *Penicillium corymbiferum*, *Botrytis cinerea*, виды рода *Curvularia*. Надземные побеги заселяли грибы из 10 родов. Среди них преобладали виды родов *Fusarium* и *Curvularia*. Все обнаруженные микромицеты были условно объединены в 3 группы: а) паразитирующие в течение всей вегетации растений (*Fusarium*, *Curvularia*, *Septoria*); б) паразитирующие в определенные фазы развития растений (*Alternaria*, *Botrytis*, *Stemphylium*); в) обнаруживаемые только в период хранения клубнелуковиц (*Chaetomium*, *Gliocladium*, *Torula*).

Сорта играют существенную роль и в реализации инфекционного потенциала почвенных фитопатогенов [23, 24]. Анализ 48 сортов *G. hybridus* в течение пяти лет показал, что устойчивые сорта ограничивают экологические ниши возбудителей фузариоза. Заболеваемость подземных органов болезнями у высокоустойчивых сортов – *Lucina* (OP 243), *Mecky* (CP 347), *December Snow* (C 400),

Dixiland (P 455), *White Frosting* (OP 400) и др. в среднем составляла 10%, с оценкой 1,3–1,4 балла. Это в 2 раза меньше по сравнению с восприимчивыми сортами – *Ну, Погоди* (C 455), *Улыбка Гагарина* (C 543), *Чудное Мгновение* (C 545), *Янтарная Балтика* (PC 523) и др., где степень поражения фузариозом составляла 2,7–2,9 балла (рис. 2, а). Причем даже в благоприятные для развития фузариоза годы (2013–2014 гг., 2017–2018 гг.), дополнительные экологические ниши на надземных органах формировались в два раза реже по сравнению с восприимчивыми к болезни сортами, которые быстро выпадали из коллекции. В годы, когда стрессовое действие засухи (2007, 2012, 2016 гг.) на растениях-хозяевах сочеталось с благоприятными гидротермическими условиями, симптомы болезни развивались как на подземных (основная ниша), так и на надземных (дополнительная ниша) органах растений, вызывая гибель до 46,2% растений – восприимчивых к фузариозу сортов гладиолусов. Устойчивые сорта гладиолусов ограничивали формирование экологических ниш фитопатогенов на протяжении их жизненного цикла, подавляя осуществление биологических тактик (размножения, выживания и трофических связей) и создавали механические, биохимические, микробиологические барьеры для проникновения фитопатогенов в органы растений *G. hybridus* для дальнейшего питания и размножения в них. У устойчивых сортов снижается продолжительность, скорость и интенсивность эпифитотического процесса болезней, создаются предпосылки для долговременной экологически безопасной стабилизации фитосанитарного состояния агроэкосистем и формирования здоровых особей.



Рис. 2. Средний сорт Чудное Мгновение (а) с заболеванием *Fusarium oxysporum* f. *gladioli* во время вегетации, устойчивый ранний сорт *Mecky* (б) (цвет online)

Fig. 2. Medium *Wonderful Moment* variety (a) with the disease *Fusarium oxysporum* f. *gladioli* during the growing season, stable early *Mecky* variety (b) (color online)



В период вегетации пожелтение гладиолусов следует рассматривать как комплексное заболевание, в котором принимают участие грибы родов *Fusarium*, *Curvularia*, *Alternaria*. Степень поражения сорта болезнью в сезонный период связана с его генотипом (срок цветения, класс цветка), а также возрастом клубнелуковиц. Установлено, что лучшими предшественниками гладиолусов являются пар и однолетние цветочные культуры (кроме астр). Пионы способствуют накоплению инфекционного начала в почве, поэтому после этой культуры почвы без предварительного оздоровления не пригодны для выращивания клубнелуковиц.

В условиях хранения на клубнелуковицах встречаются фузариоз, септориоз, строматиниоз, коричневая сердцевинная и пенициллезная гнили. Распространенность заболеваний варьировала в пределах 18–45%. Клубнелуковицы были инфицированы как одним, так и несколькими возбудителями заболеваний. Клубнелуковицы сортов раннего срока цветения при хранении более устойчивы к заболеваниям (слабое и среднее поражение). В группе сортов, относящихся к средним срокам цветения, наблюдалось варьирование степени поражения от слабой до сильной. Клубнелуковицы крупноцветковых сортов поражались сильнее. Не установлено четкой приуроченности патогенов к определенным тканям клубнелуковиц. Пятна отмершей ткани формировались по всей поверхности и в области побега возобновления. Распространение фузариозной гнили находилось на уровне 18–27%. Установлено, что развитию болезней гладиолусов, в том числе фузариозной гнили (*Fusarium oxysporum* f. *gladioli*) [25], способствовали повышенная температура и влажность воздуха в период хранения. Нами отмечен выпад клубнелуковиц от 14,6 до 45% с 1995 по 2002 г. В настоящий период в коллекции около 60 сортов, что в шесть раз меньше по сравнению с 1985 г. Ежегодно признаки поражения имели около 30% сортов. Более склонны к фузариозу в период хранения сорта средних сроков цветения из класса крупноцветковых. Сорта ранних сроков цветения проявили преимущественно слабую восприимчивость к данному заболеванию. Нами установлено, что в период осенне-зимне-весеннего хранения, устойчивостью обладали сорта старой селекции (см. рис. 2, б) со средними декоративными качествами: *Blue Isle* (С 486), *Mecky* (СР 347), *Svetechisy* (Р 342), *Plum Tart* (Р 478), *Rosetone* (ОР 365), *Sea Foam* (РС 500), *Ruddiglow* (ОР 256), *Chanticleer* (СР 462). Эти сорта длительный период иссле-

дования (10–15 лет и более) были устойчивы к вредителям и болезням в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Отмечено, что низкую устойчивость и быстрое вырождение имели сорта отечественной селекции со средними, высокими и отличными декоративными качествами. С возрастом клубнелуковиц многие сорта поражались патогенными грибами и выпадали из коллекции, слабо размножались, вырождались и теряли декоративность. Омолаживание сортов и их сохранение возможно при ежегодном подращивании клубнечек в защищенном грунте. Этот прием нами использовался в 1974–1995 гг. [26]. Возможно омолаживание при использовании методов культуры *in vitro*.

В период с 2015 по 2019 г. у большинства сортов с возрастом клубнелуковиц наблюдали снижение количества формирующихся клубнечек в 2–10 раз. Наблюдала их клональную разнокачественность в созревании, формировании мелких клубнечек (деток), размером 0,3 см, с низким коэффициентом вегетативного размножения и жизнеспособности в период хранения. Их всхожесть составляла 5–10%, причем этот показатель зависел от сорта, возраста и погодных условий вегетации. За период 2015–2018 гг. проведен сравнительный анализ коэффициента вегетативного размножения (k) у пяти сортов разного срока цветения (Р, СР, С), размера цветка, декоративности, устойчивости к заболеваниям (табл. 2). Установлено, что у сорта *Moskva Belokamennay* (РС 400) в 2015 г. k был в 1,5–2,5 раза меньше по сравнению с другими сортами, а к 2018 г. k был в 3 раза ниже, чем в 2015 г. С 2015 по 2018 г. отмечена тенденция уменьшения k в 6–12 раз у сортов: *Donna Maria* (С 520), *Chanticleer* (РС 462), *Plum Tart* (РС 400). Однако малодекоративный, но устойчивый к болезням сорт *Svetechisy* (Р 342) имел самые высокие показатели: $k = 40,4 \pm 0,76$ в 2015 г., которые к 2018 г. были также снижены, но только в 2 раза, что в 3–6 раз выше по сравнению с другими сортами. Сорта с низким k имели среднюю и сильную восприимчивость к патогенными грибами (3–4 балла) и низкую выживаемость – от 1 до 3 лет. Адаптивность сортов, характеризующихся высоким значением $k = 18–23$ шт. и более, была выше в 3–5 раз. Показано, что благоприятным для формирования клубнечек ($k = 15–40$ шт.) был теплый, умеренно увлажненный 2015 г. Средние показатели коэффициента размножения ($k = 15–25$ шт.) получены в засушливый 2016 г., низкие, кроме сорта *Svetechisy*, ($k < 3–5$ шт.) в прохладные и избыточно-увлажненные 2017–2018 гг.



Таблица 2 / Table 2

Многолетние показатели коэффициента вегетативного размножения клубнелуковиц *Gladiolus hybridus*
Long-term indicators of the coefficient of vegetative reproduction of corms *Gladiolus hybridus*

Показатель / Indicator	Год / Year			
	2015	2016	2017	2018
Сорт / Sort	Шантиклер / Chanticleer			
Среднее ($M \pm m$) / The mean ($M \pm m$)	22,5±1,45	15±1,14	5,4±0,43	2,5±0,31
Доверительный интервал / Confidence interval, $P=0,95$ (\pm)	2,85	2,23	0,84	0,60
Коэффициент вариации / Coefficient of variation, %	20,4	23,9	24,9	38,9
Сорт / Sort	Донна Мария / Donna Maria			
Среднее ($M \pm m$) / The mean ($M \pm m$)	36,2±0,69	20±0,93	10,1±0,81	3,7±0,3
Доверительный интервал / Confidence interval, $P = 0,95$ (\pm)	1,36	1,82	1,58	0,59
Коэффициент вариации / Coefficient of variation, %	6,1	14,7	25,3	25,6
Сорт / Sort	Москва Белокаменная / Moskva Belokamennay			
Среднее ($M \pm m$) / The mean ($M \pm m$)	15±0,82	13,8±0,4	8,2±0,44	5±0,45
Доверительный интервал / Confidence interval, $P = 0,95$ (\pm)	1,60	0,87	0,87	0,87
Коэффициент вариации / Coefficient of variation, %	17,2	10,1	17,1	28,3
Сорт / Sort	Пламя Тарт / Plum Tart			
Среднее ($M \pm m$) / The mean ($M \pm m$)	20,2±0,74	22±0,56	5,1±0,43	3,3±0,33
Доверительный интервал / Confidence interval, $P = 0,95$ (\pm)	1,45	1,09	0,85	0,66
Коэффициент вариации / Coefficient of variation, %	11,6	8,0	26,9	32,1
Сорт / Sort	Светящийся / Svetechisy			
Среднее ($M \pm m$) / The mean ($M \pm m$)	40,4±0,76	25,2±0,7	24,1±1,24	20±0,37
Доверительный интервал / Confidence interval, $P = 0,95$ (\pm)	1,5	1,4	2,4	0,7
Коэффициент вариации / Coefficient of variation, %	5,9	8,7	16,3	5,8

Примечание. M – среднее значение ($n = 10$), m – стандартная ошибка.

Note. M is the average value ($n = 10$), m is the standard error.

Согласно методике [27], сорта обладали средней декоративностью с оценкой в 85–90 баллов: *Chanticleer* (PC 462), *Joe Ann* (PC 433), *Florentina* (C 446), *Green Star* (C 404), *Blue Isle* (C 486), *Plum Tart* (P 478); высокой декоративностью (91–95 баллов): *Malika* (C 545), *Grad Ketedch* (PC 477), *Moskva Belokamennay* (PC 400), *Golubay Babochka* (PC 581), *Charcov* (PC 446), *Chernosliv* (PC 586), *Startler* (СП 453); отличной декоративностью (96–100) баллов: *Donna Maria* (C 520), *Dgester Gold* (C 416) (табл. 3, рис. 3). Однако такие сорта, как *Charcov*, *Chernosliv*, *Florentina*, *Dgester Gold*, *Green Star* имели слабую устойчивость к болезням и слабое вегетативное возобновление ($k < 5$).

Сорт, эколого-географически и исторически сложившийся в процессе межвидового и межсортового скрещивания, в определенных условиях существования выполняет решающую роль при адаптации в иных условиях возделывания. Поскольку гладиолусы адаптируются в различных географических зонах, то деление их по срокам цветения на (P), (C), (II) в местах интродукции недопустимо, так как основным показателем слу-

жит сумма положительных температур [3, 28, 29].

Успех адаптации *G. hybridus* в новых природно-климатических условиях определяется способностью противостоять неблагоприятным факторам среды, которые свойственны для резко континентального климата лесостепной зоны Западной Сибири, в том числе и биотическим (возбудителям заболеваний и вредителям). Реализация биологического потенциала сортов инорайонного происхождения в Сибирском регионе определяется их декоративными особенностями, устойчивостью, правильным использованием агротехнических приемов возделывания в период вегетации и хранения при постоянном фитосанитарном мониторинге.

Заключение

В условиях лесостепной зоны Западной Сибири сорта *G. hybridus* проходят сезонный цикл развития с продолжительностью от 118 до 123 дней и имеют длительновегетирующий летне-осенний феноритмотип. Дифференциация конуса нарастания побега возобновления на гене-



Таблица 3 / Table 3

Показатели декоративных качеств (min-max) *Gladiolus hybridus* в 2017–2018 гг.
Indicators of decorative qualities (min-max) of *Gladiolus hybridus* in 2017–2018 years

Сорт / Sort	Высота, см / Height, cm	Длина соцветия, см / The length of inflorescences, cm	Диаметр цветка, см / The diameter of the flower, cm	Число цветков, шт. / Number of flowers, pieces	Балл / Score
<i>Blue Isle</i>	95–100	45,0–48,0	8,0–10,0	6,0–7,0	87
<i>Chantcler</i>	95–110	32,6–42,0	6,6–6,8	6,0–10,0	85
<i>Charcov</i>	110–115	40,3–74,6	10,6–10,8	14,0–18,0	95
<i>Chernosliv</i>	88–95	60,5–63,0	9,6–9,8	20,0–22,0	92
<i>Dgester Gold</i>	110–115	41,5–50,6	12,5–12,6	14,0–18,0	96
<i>Donna Maria</i>	120–130	32,2–71,4	11,0–11,4	14,0–20,0	98
<i>Joe Ann</i>	95–100	50,5–52,6	10,0–12,0	10,0–12,0	90
<i>Florentina</i>	90–100	60,0–75,0	11,8–11,8	17,0–23,0	90
<i>Golubay Babochka</i>	115–120	43,4–60,8	13,0–13,8	16,0–18,0	91
<i>Grad Ketedch</i>	120–150	43,0–65,5	11,0–13,0	21,0–22,0	95
<i>Green Star</i>	80–90	48,2–50,8	10,4–10,5	13,0–14,0	85
<i>Malika</i>	125–150	42,0–88,6	11,6–13,0	17,0–25,0	94
<i>Moskva Belokamennay</i>	110–115	40,0–75,8	11,6–12,2	15,0–26,0	95
<i>Plum Tart</i>	115–120	35,5–77,5	9,5–11,7	11,0–16,0	86
<i>Startler</i>	110–115	38,8–60,8	14,0–15,2	11,0–18,0	93

Примечание. Балл, сортооценка по 100-балльной шкале.
 Note. Score, grade rating on a 100-point scale.



Рис. 3. Сорта *G. hybridus* в коллекции ЦСБС (2016–2018 гг.) (цвет online)
 Fig. 3. *G. hybridus* varieties in the CSBG collection (2016–2018 years) (color online)



ративные органы у взрослых особей *G. hybridus* наступает в ранне-летний период роста побега, ускоренным формированием с III по VII этапы органогенеза в течение 61–67 дней.

Цветение изученных в Сибирском регионе сортов *G. hybridus* инорайонного происхождения наступало при сумме положительных температур $>1462^{\circ}\text{C}$ в начале третьей декады августа. Адаптивный потенциал ранне- и среднецветущих сортов в Сибири выше, чем у позднецветущих сортов.

Развитие побеговой системы клона *G. hybridus* связано с цикличностью, выраженной в ежегодном формировании клубнелуковиц и клубнепочек. Зона обогащения побега отражает декоративность сорта, его репродуктивную способность. Зона возобновления побега является основополагающим базисом в жизнеспособности и вегетативном размножении сорта. Снижение коэффициента вегетативного размножения в 2–12 раз неоднородно и связано с устойчивостью сортов к фитопатогенам, возрастом клубнелуковиц, условиями вегетационного периода 2015–2018 гг.

Впервые для Новосибирской области установлен видовой состав патогенной микофлоры на *G. hybridus*. В патоккомплексе возбудителей фузариозного усыхания преобладал *Fusarium oxysporum*, что объясняется широким распространением гриба в почве и служит подтверждением разной степени специализации фузариумов по отношению к растению-хозяину. Степень поражения клубнелуковиц гладиолусов фузариозом при хранении (18–27%) определяется взаимодействием генотипических особенностей сорта и погодных условий предшествующего периода вегетации. Степень поражения устойчивых сортов была в 2 раза меньше, чем восприимчивых. Новосибирская популяция *Fusarium oxysporum* f. *gladioli* неоднородна по культурально-морфологическим и паразитическим свойствам.

Благодарности

Работа выполнена в рамках госзадания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (проект № АААА-А17-1170126100053-9 «Выявление путей адаптации растений к контрастным условиям обитания на популяционном и организменном уровнях»).

Список литературы

1. Зубкус Л. П., Скворцова А. В., Кормачева Т. Н. Озеленение Новосибирска. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1962. 338 с.
2. Седельникова Л. Л., Зубкус Л. П. Гладиолусы в Западной Сибири. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1987. 152 с.
3. Седельникова Л. Л. Биоморфология геофитов в Западной Сибири. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 2002. 307 с.
4. Воробьева И. Г. Болезни гладиолусов в лесостепи Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 1994. 16 с.
5. Воробьева И. Г. Экологические ниши патогенных микромицетов растений в Западной Сибири : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 2011. 34 с.
6. Седельникова Л. Л., Тарасенко Н. Д. Индуцированная изменчивость у гладиолуса // Известия Сибирского отделения РАН. Сер. Биологические науки. 1986. № 3, вып. 2. С. 67–74.
7. Кукушкина Т. А., Седельникова Л. Л. Динамика накопления запасных веществ в клубнелуковицах *Crocus alata* и *Gladiolus hybridus* // Химия растительного сырья. 2010. № 2. С. 123–127.
8. Dhakal K., Khanal D., Kumar D. Effect of Nitrogen and Phosphorous on Growth, Development and Vase Life of *Gladiolus* // Journal of Agricultural Science and Technology. 2017. Vol. 6, № 3. P. 1–7.
9. Hembrom R., Rao T. M., Sriram T. M., Kumar R. Molecular analysis of genetic variability and relationship among *Gladiolus cultivars* // Indian Journal of Biotechnology. 2018. Vol. 17. P. 118–127.
10. Hembrom R., Raimani R., Sriram S., Kumar R., Venugopalan R., Dhananjaya M. Evaluation of *Gladiolus* Genotypes for Resistance to Different Isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Gladioli* // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2019. Vol. 8, № 6. P. 2811–2821. DOI.org/10.20546/ijcmas.2019.806.339
11. Kumar K., Sarkar K., Kumar T., Sadhukan R. Performance of new gladiolus cultivars under the Gangetic plateau of West Bengal conditions // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2019. Vol. 8, № 3. P. 444–447.
12. Ламонов В. В. Комплексная оценка коллекционного генофонда гладиолуса гибридного ВНИИС им. И. В. Мичурина // Современное состояние питомниководства и инновационные основы его развития : материалы науч.-практ. конф. Мичуринск : ВНИИМ, 2015. С. 287–292.
13. Кузичев О. Б., Сорокопудов В. Н. Влияние материнских и отцовских родительских форм на результативность рецессивных скрещиваний у гладиолуса гибридного (*Gladiolus hybridus* hort.) // Вестн. КрасГАУ. 2019. № 4. С. 43–47.
14. Черткова М. А. Биологические особенности видов гладиолуса (*Gladiolus* L.) при интродукции в Пермском крае : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2019. 23 с.
15. Жмылев П. Ю., Алексеев Ю. Е., Карпухина Е. А. Основные термины и понятия современной биоморфологии. М. : Изд-во МГУ, 1993. 147 с.
16. Седова Е. А. Закономерности органогенеза луковичных и клубнелуковичных геофитов. М. : Изд-во МГУ, 1976. 30 с.
17. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. М. : Высш. шк., 1977. 288 с.
18. Былов В. Н. Основы сортоиспытания декоративных растений // Бюл. Гл. бот. сада РАН. 1967. Вып. 64. С. 54–56.
19. North American *Gladiolus* Classification : A Selected List of *Gladiolus* Varieties. North American *Gladiolus* Council. N. Y. : Academic Press, 1977. 16 p.



20. Коровкин О. А. О закономерностях онтогенеза клона на примере столонообразующих травянистых поликарпиков : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1999. 36 с.
21. Андреева И. И. К проблеме вырождения растений на примере *Gladiolus hybridus* hort. : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1984. 47 с.
22. Игнатьева И. П. Онтогенетический морфогенез вегетативных органов травянистых растений : учеб. пособие. М. : ТСХА, 1989. 62 с.
23. Воробьева И. Г., Чулкина В. А. Экологические ниши грибов рода *Fusarium* – возбудителей фузариоза гладиолусов // Вестник НГАУ. 2009. № 4 (12). С. 5–8.
24. Торопова Е. Ю., Воробьева И. Г., Рябова А. А. Ограничение экологических ниш патогенных микромицетов устойчивыми сортами ягодных и цветочных культур Западной Сибири // Вестник НГАУ. 2010. № 3 (15). С. 40–43.
25. Седельникова Л. Л., Воробьева И. Г. Динамика развития фузариоза гладиолусов в условиях ЦСБС. Новосибирск : ЦНТИ, 1993. № 126. 3 с.
26. Седельникова Л. Л. Особенности вырождения гладиолусов. Новосибирск : ЦНТИ, 1993. № 5. 3 с.
27. Каталог Мировой коллекции ВИР : Гладиолус (Сорта отечественной селекции советского периода). Л. : ВИР, 1988. Вып. 470. 72 с.
28. Шулькина Т. В. Прогнозирование успешности интродукции по данным фенологии // Бюл. Глав. бот. сада РАН. 1971. Вып. 79. С. 14–19.
29. Шоломицкая А. А. Сортоизучение, селекция и размножение гладиолуса в лесостепи Украины : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1985. 18 с.

Образец для цитирования:

Седельникова Л. Л., Воробьева И. Г. Биологические особенности *Gladiolus hybridus* в связи с адаптацией в Сибирском регионе // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2020. Т. 20, вып. 4. С. 417–426. DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-4-417-426>

Biological Features of *Gladiolus hybridus* in Connection with the Adaptation of the Siberian Region

L. L. Sedelnikova, I. G. Vorobyova

Lyudmila L. Sedelnikova, <https://orcid.org/0000-0002-1122-2421>, Central Siberian Botanical garden of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, 101 Zolotodolinskay St., Novosibirsk 630090, Russia, lusedelnikova@yandex.ru

Irina G. Vorobyova, <https://orcid.org/0000-0002-2190-6747>, Central Siberian Botanical garden of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, 101 Zolotodolinskay St., Novosibirsk 630090, Russia, vorobig@ngs.ru

The adaptive possibilities of the varietal diversity of *Gladiolus hybridus* in the forest-steppe zone of Western Siberia are analyzed. Morphobiological features of shoot formation are shown. Long-term (1999–2019) results of seasonal development of plants in generative age state are presented. The specificity of the terms of flowering varies from different groups of the sum of positive temperatures. Flowering in Novosibirsk occurs in early varieties with the sum of positive temperatures >1462° C, medium >1558° C, late >1711° C. It was determined that in the pre-winter the cone of growth of the shoot of renewal forms rudimentary vegetative organs, which corresponds to the second stage of organogenesis. Differentiation of the cone of growth of escape to generative organs begins during the period of intensive growth of escape in June. During the period from 60–73 days, the cone of growth of the shoot passes intrarenal development from III to VIII stages of organogenesis. IX–XII stages of organogenesis correspond to the phenological stages from flowering to fruiting. Flowering duration is 10–25 days, seasonal development 118–123 days. There was a decrease in the coefficient of vegetative reproduction in varieties from 2015 to 2018 of 2–12 times. The main ecological niche of the pathogen *Fusarium* rot of gladiolus (of *vosb. Fusarium oxysporum* f. *gladioli*) are underground organs (roots, corms), and also above-ground organs of plants. Comparison of the degree of resistance of gladiolus to *Fusarium* showed a different reaction of varieties during the growing season and storage of corms.

Keywords: *Gladiolus hybridus*, developmental biology, pathogenic fungi, Western Siberia.

Received: 18.02.2020 / Accepted: 23.03.2020 / Published: 30.11.2020

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

Acknowledgements: *The work was carried out within the framework of the state task of the Central Siberian Botanical garden SB RAS (project No. AAA-A17-1170126100053-9 “Identification of ways of adaptation of plants to contrasting living conditions at the population and organizational levels”).*

References

1. Zubkus L. P., Skvortsova A. V., Kormacheva T. N. *Ozelezenie Novosibirsk* [Landscaping of Novosibirsk]. Novosibirsk, Izd-vo SB RAS, 1962. 338 p. (in Russian).
2. Sedelnikova L. L., Zubkus L. P. *Gladiolusy v Zapadnoj Sibiri* [Gladioli in Western Siberia]. Novosibirsk, Nauka. Sib. otd-nie Publ., 1987. 152 p. (in Russian).
3. Sedelnikova L. L. *Biomorfologiya geofitov v Zapadnoj Sibiri* [Biomorphology of geophytes in Western Siberia]. Novosibirsk, Nauka. Sib. otd-nie Publ., 2002. 307 p. (in Russian).
4. Vorobyova I. G. *Bolezni gladiolusov v lesostepi Zapadnoj Sibiri* [Diseases of gladioli in the forest-steppe of Western Siberia]. Thesis Diss. Cand. Sci. (Agric.). Novosibirsk, 1994. 16 p. (in Russian).
5. Vorobyova I. G. *Ekologicheskie nishi patogennykh mikromicetov rastenij v Zapadnoj Sibiri* [Ecological niches of pathogenic micromycetes of plants in Western Siberia]. Thesis Diss. Dr. Sci. (Biol.). Novosibirsk, 2011. 34 p. (in Russian).



6. Sedelnikova L. L., Tarasenko N. D. Induced variability of the gladiolus. *Proceedings of Siberian branch of Russian Academy of Sciences. Ser. Biological Science*, 1986, no. 3, vol. 2, pp. 67–74 (in Russian).
7. Kukushkina T. A., Sedelnikova L. L. Dynamics of accumulation of spare substances in corms of *Crocus alata* and *Gladiolus hybridus*. *Chemistry of Plant Raw Materials*, 2010, no. 2, pp. 123–127 (in Russian).
8. Dhakal K., Khanal D., Kumar D. Effect of Nitrogen and Phosphorous on Growth, Development and Vase Life of *Gladiolus*. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2017, vol. 6, no. 3, pp. 1–7.
9. Hembrom R., Rao T. M., Sriram T. M., Kumar R. Molecular analysis of genetic variation and relationship among *Gladiolus* cultivars. *Indian Journal of Biotechnology*, 2018, vol. 17, pp. 118–127.
10. Hembrom R., Raimani R., Sriram S., Kumar R., Venugopalan R., Dhananjaya M. Evaluation of *Gladiolus* Genotypes for Resistance to Different Isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Gladioli*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2019, vol. 8, no. 6, pp. 2811–2821. DOI: 10.20546/ijcmas.2019.806.339
11. Kumar K., Sarkar K., Kumar T., Sadhukan R. Performance of new gladiolus cultivars under the Gangetic plateau of West Bengal conditions. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2019, vol. 8, no. 3, pp. 444–447.
12. Lamonov V. V. Kompleksnaya otsenka kollektcionnogo genofonda gladiolusa gibridnogo VNIIS im. I. V. Michurina [Complex assessment of the collection of gene pool of gladiolus hybrid VNIIS im. I. V. Michurina]. In: *Sovremennoye sostoyaniye pitomnikovodstva i innovatsionnyye osnovy ego razvitiya: materialy nauch.-prakt. konf.* [Current State of Nursery Management and Innovative Foundations of Its Development: Coll. sci. and pract. conf.]. Michurinsk, VNIIM, 2015, pp. 287–292 (in Russian).
13. Kuzichev O. B., Sorokopudov V. N. Influence of maternal and paternal parental forms on the effectiveness of reciprocal crosses in *Gladiolus hybridus* hort.). *The Bulletin of KrasGAU*, 2019, no. 4, pp. 43–47 (in Russian).
14. Chertkova M. A. *Biologicheskie osobennosti vidov gladiolusa (Gladiolus L.) pri introdukcii v Permskom krae* [Biological features of gladiolus species (*Gladiolus* L.) during introduction in the Perm region]. Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Ufa, 2019. 23 p. (in Russian).
15. Zhmylev P. Yu., Alekseev Yu. E., Karpukhina E. A. *Osnovnye terminy i ponyatiya sovremennoj biomorfologii* [Basic terms and concepts of modern biomorphology]. Moscow, Izd-vo MGU, 1993. 147 p. (in Russian).
16. Sedova E. A. *Zakonomernosti organogeneza lukovichnykh i klubnelukovichnykh geofitov* [Regularities of organogenesis of bulbous and corm-shaped geophytes]. Moscow, Izd-vo MGU, 1976. 30 p. (in Russian).
17. Kuperman F. M. *Morfofiziologiya rastenij* [Morphophysiology of Plants]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1977. 288 p. (in Russian).
18. Bylov V. N. Basics of variety testing of ornamental plants. *Bulletin of the Main Botanical garden of the Russian Academy of Sciences*, 1967, vol. 64, pp. 54–56 (in Russian).
19. *North American Gladiolus Classification: A Selected List of Gladiolus Varieties*. North American Gladiolus Council. New York, Academic Press, 1977. 16 p.
20. Korovkin O. A. *O zakonomernostyah ontogeneza klona na primere stolonobrazuyushchih travyanistykh polikarpikov* [On the laws of clone ontogenesis on the example of stolon-forming herbaceous polycarpics]. Thesis. Diss. Dr. Sci. (Biol.). Moscow, 1999. 36 p. (in Russian).
21. Andreeva I. I. *K probleme vyrozhdeniya rastenij na primere Gladiolus hybridus hort.* [On the problem of plant degeneration on the example of *Gladiolus hybridus* hort.]. Thesis Diss. Dr. Sci. (Biol.). Moscow, 1984. 47 p. (in Russian).
22. Ignatieva I. P. *Ontogeneticheskij morfogenez vegetativnykh organov travyanistykh rastenij* [Ontogenetic morphogenesis of vegetative organs of herbaceous plants]. Moscow, Timiryazev Agricultural Academy, 1989. 62 p. (in Russian).
23. Vorobyova I. G., Chulkina V. A. Ecological niches of fungi of the genus *Fusarium*-pathogens of *Fusarium gladiolus*. *Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University*, 2009, no. 4 (12), pp. 5–8 (in Russian).
24. Toropova E. Yu., Vorobyova I. G., Ryabova A. A. Restriction of ecological niches of pathogenic micromycetes by stable varieties of berry and flower cultures of Western Siberia. *Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University*, 2010, no. 3 (15), pp. 40–43 (in Russian).
25. Sedelnikova L. L., Vorobyova I. G. *Dinamika razvitiya fuzarioza gladiolusov v usloviyah CSBS* [Dynamics of the development of *Fusarium gladiolus* in the conditions of CSBS]. Novosibirsk, Izd-vo CNTI, 1993, no. 126. 3 p. (in Russian).
26. Sedelnikova L. L. *Osobennosti vyrozhdeniya gladiolusov* [Features of degeneration of gladioli]. Novosibirsk, Izd-vo CNTI, 1993, no. 5. 3 p. (in Russian).
27. *Katalog Mirovoj kolleksii VIR: Gladiolus (Sorta otechestvennoj selekcii sovetskogo perioda)* [Catalog of the world collection of VIR: gladiolus (Varieties of domestic selection of the soviet period)]. Leningrad, Izd-vo VIR, 1988, iss. 470. 72 p. (in Russian).
28. Shulkina T. V. Predicting the success of introduction according to phenology data. *Bulletin of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences*, 1971, vol. 79, pp. 14–19 (in Russian).
29. Sholomitskaya A. A. *Sortoizuchenie, selekciya i razmnozhenie gladiolusa v lesostepi Ukrainy* [Study, selection and multiplication of gladiolus in forest-steppe of Ukraine]. Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Moscow, 1985. 18 p. (in Russian).

Cite this article as:

Sedelnikova L. L., Vorobyova I. G. Biological Features of *Gladiolus hybridus* in Connection with the Adaptation of the Siberian Region. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology*, 2020, vol. 20, iss. 4, pp. 417–426 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-4-417-426>