УДК 282.572.7:581.522.54+581.41(571.14)
DOI: 10.31360/2225-3068-2024-88-76-89
EDN UOTGLP

МОРФОГЕНЕЗ ПОБЕГА ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ИРИСА ГИБРИДНОГО

Седельникова Л.Л.

Центральный сибирский ботанический сад
Сибирское отделение Российской академии наук,
г. Новосибирск, Россия, e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Седельникова Л.Л. orcid.org/0000-0002-1122-2421

Сорта *Iris hybrida* (Iridaceae) из класса бородатых ирисов отличаются декоративностью и биологическими особенностями развития побегов возобновления при культивировании в конкретных почвенно-климатических условиях возделывания. На модельном сорте *I. hybrida* ‘Зигфрид’ представлен морфогенез побега возобновления с элементами органогенеза, а также особенности роста и развития на юге Новосибирской области Западной Сибири за 2019–2023 гг. Отмечено, что побег возобновления сорта ‘Зигфрид’ в течение 19–20 мес. находится в подземном зачаточном состоянии в виде почки и 4–5 мес. в надземном (вегетация, цветение, плодоношение), конус нарастания которого постепенно переходит с I по XII этапы органогенеза и развивается по дициклическому типу. Формирование генеративных органов у монокарпического побега происходит весной при отрастании растений. В течение 20–21 дня у монокарпического побега сорта ‘Зигфрид’ развиваются зачаточные генеративные органы и конус его нарастания проходит со II по VII-ой этапы органогенеза. Для надземного развития монокарпического побега характерны VIII–XII этапы органогенеза от начала бутонизации до плодоношения и формирования зрелых семян (июнь – август). Побеги возобновления будущих лет вегетации (вегетативные и генеративные) закладываются в летний период и зимуют в вегетативном состоянии на II этапе органогенеза. I этап органогенеза отличается формированием инициальных клеток в почке и проходит быстро. Морфоанализ годичного побега корневища сорта *I. hybrida* ‘Зигфрид’ (третья декада июля) показал, что на нём закладываются почки трёх формаций: спящие, боковые и верхушечные (терминальные), таким образом, в подземной

части растения в разные годы сформированы поколения побегов трёх лет генераций. Отмечена закономерность в ежегодной цикличной последовательности закладки почек. Чередование роста подземного побега от ортотропного в плагиотропное направление ведёт к формированию рыхлого клона, с вегетативно-подвижной специализированной дезинтеграцией. Для сортов *I. hybrida* характерна рыхлокорневищная надземно-подземная вегетативно-подвижная биоморфа, обеспечивающая формирование у побега новых метамеров по симподиальному типу нарастания. В прегенеративный период онтогенеза побег нарастает моноподиально. Развитие побегов возобновления у культивируемых в лесостепной зоне Западной Сибири 19 бородатых сортов аналогично прохождению этапов морфогенеза монокарпического побега сорта 'Зигфрид', что важно для отбора, сохранения генофонда, размножения, практического использования и селекции сортового разнообразия *I. hybrida*.

Ключевые слова: *Iris hybrida,* сорт 'Зигфрид', ритм развития, морфогенез, побег возобновления, органогенез, корневище, семена, размножение, Западная Сибирь.

Введение. Формообразование и развитие основных органов в процессе онтогенеза растений складывается из нескольких жизненных состояний и может рассматриваться как от развития семени при семенном размножении, так и побега возобновления при вегетативном размножении. Побег возобновления развивается из зимующей почки и обеспечивает возобновление роста скелетной оси растений после относительного периода покоя. Среди декоративных травянистых растений бородатые ирисы – *Iris hybrida* hort. (семейство Касатиковых – Iridaceae Juss., род *Iris* L., подрод *Iris*), принадлежат к травянистым поликарпикам корневищным гемикриптофитам, широко представлены сортами полигибридного происхождения. Родоначальниками этих сортов считаются дикорастущие виды: *I. germanica* L. – и. германский, *I. pallida* Lam. – и. бледный, *I. variegata* L. – и. пестрый, *I. aphylla* L. – и. безлистный [17]. В мире более 80 тысяч сортов отечественной и зарубежной селекции [30, 31]. Коллекционный фонд сортового разнообразия *I. hybrida* в ботанических садах и научно-исследовательских институтах в европейской части России, Крыма, Краснодарского и Алтайского края, Урала, Сибири, Дальнего Востока и Ближнего зарубежья – Казахстана, Беларуси, Украины основан на методе родового комплекса [18]. Достаточно широко изучаются декоративные качества сортов, особенности вегетативного размножения, продуктивность и устойчивость к погодным факторам в различных эколого-географических условиях [1–5, 16, 19–22, 27, 28]. Современные сорта очень элегантны, с изящной окраской, высокой декоративности. Однако среди большого разнообразия *I. hybrida* выделяют ретро-сорта селекции 30–60-ых гг. прошлого века. Эти сорта представляют генофонд, как утвердившие себя

не только по декоративным особенностям, но и устойчивости к различным почвенно-климатическим факторам возделывания. Среди них сорт ‘Zigfried’ – ‘Зигфрид’, который отличается устойчивостью и долговечностью при возделывании в различных условиях от севера Европейской части России до Беларуси, Алтайского края, Западной Сибири [2, 5, 17, 26]. Тенденция изучения формирования и развития монокарпического побега у видов *I. pumila, I. florentina* Gawl., *I. pallida* Lam., *I. sibirica* L., I. *pseudacorus* L. и сорта *I. hybrida* ‘Harbor Blue’ культивируемых в Европейской части России известна из работ [9, 10, 12, 13, 26]. При исследовании морфогенеза монокарпического побега получены результаты развития почек возобновления у дикорастущих видов ириса Краснодарского и Ставропольского края: *I. scariosa* Wild [15], *I. aphylla* L. [14], *I. furcata* Bieb. и *I. pumila* L. [29], *I. lazica* Albov [7]. Однако сведений о развитии этапов органогенеза монокарпического побега у сортов *I. hybrida* не отмечено. Для сибирского региона, где климат более суров и резко континентален, впервые проведённое исследование органогенеза монокарпического побега у *I. hybrida* позволит более целенаправленно проводить биологический контроль по возделыванию сортов бородатых ирисов в лесостепной зоне Западной Сибири, что представляет на наш взгляд актуальность и новизну данной работы.

Цель работы – изучение морфогенеза побега возобновления, особенностей развития этапов органогенеза монокарпического побега, роста и развития у сорта *I. hybrida* ‘Зигфрид’ на юге Новосибирской области.

Объект и методы исследования. Объектом исследования служил модельный сорт *I. hybrida* (Iridaceae) из класса бородатых ирисов: ‘Zigfried’ – ‘Зигфрид’ (A. Koenemann, 1947, Германия), отобранный из 19 сортов [22, 23] из биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», УНУ № USU 440534 лаборатории интродукции декоративных растений. Коллекционный участок расположен в Приобском округе, лесостепной агроклиматической провинции Западной Сибири, южнее г. Новосибирска. В работе приведены результаты за 2019–2023 гг., после пересадки ирисов путём деления корневища, на так называемые деленки [17], с одним укороченным годичным побегом предшествующего года вегетации. Продолжительность безморозного периода за годы исследования составляла 122–160 дней. С минимальным числом дней в 2019 и 2021 гг., максимальным в 2020 г., средним 143–144 дней в 2022–2023 гг., с осадками от 150,5 до 265,7 мм. Определено, что 2019 г. – тёплый, умеренно увлажнённый, гидротермический коэффициент (ГТК = 0,97); 2020 г. – тёплый, слабо засушливый, особенно во второй половине (ГТК = 0,85); 2021 г. – тёплый, засушливый с ранней тёплой весной (ГТК = 0,81); 2022 г. –

отличался засушливой ранней весной и умеренно увлажнённым тёплым периодом во второй половине вегетации (ГТК = 0,75); 2023 г. – умеренно увлажнённый, слабо засушливый, с холодной ранней весной (ГТК = 0,96). При описании морфологических признаков, фенологических фаз развития использовали общепринятые методики и терминологию [6, 11, 24, 25]. Учёт числа надземных побегов проводили в фазу массового цветения у пяти рамет каждого клона. Морфогенез с описанием этапов органогенеза конуса нарастания монокарпического побега проведён по методике Ф.М. Куперман [8] у особей генеративного возрастного состояния. Апикальная зона монокарпического побега проанализирована с помощью стереомикроскопа Carl Zeiss Stereo Discovery V12, с цветной цифровой камерой высокого разрешения AxioCam MRc-5 и с программой Axiovision 4.8 в центре коллективного пользования ЦСБС СО РАН. Статистическая обработка данных (M ±m) проведена в программе Statistica 6.1 и Microsoft Office Excel 2007, при выборке n = 5.

Результаты и их обсуждение. Анализ состояния побега возобновления сорта *I. hybrida* ‘Зигфрид’, который заложен летом 2019 г., рассмотрен с начала его весеннего отрастания, которое наступало в пределах 16-24.04.2021 г. С 2019 по 2020 гг. побег возобновления в течение почти 20 мес. представлен почкой с недифференцированным конусом нарастания. Отмечено, что ёмкость почки побега возобновления перед зимнем покоем в 2020 г. (IX–IV месяцы) состояла из 5–6 листовых зачатков (примордиев), три из них в последствии выполняли защитную функцию и представляли низовые листья будущего растения. В период весеннего отрастания 2021 г. конус нарастания побега возобновления находился в вегетативном состоянии на II этапе органогенеза. В этот период он слегка выпуклой формы и в его основании формируются междоузлия стебля и зачаточные стеблевые (срединные) листья (рис. 1а) в виде листовых валиков (брактей). Листовые зачатки закладываются в акропетальном направлении и их 4–5 шт. Дифференциация конуса нарастания и переход на III этап органогенеза наступал во II декаде мая (17.05) при нарастании суммы положительных температур > 0 °С в пределах 51–65 °С. В этот период отмечена закладка первого цветочного бугорка в пазухе 6-ого листового примордия (рис. 1б). Одновременно в пазухах первых трёх листьев закладываются пазушные почки. Далее конус нарастания переходит на IV–VII этапы органогенеза (25.05). Для IV этапа органогенеза характерно формирование на оси зачаточного соцветия в пазухе прицветника первых цветочных бугорков (рис. 1в). Его продолжительность короткая и составляла 3–4 дня. Закладка последующих цветков соцветия и их генеративных органов проявляется на V этапе органогенеза. При этом развитие органов у первого цветка происходит быстрее, чем у второго и третьего. На VI-ом этапе органогенеза формируются ча-

шелистики, лепестки околоцветника, начало образования андроцея и гинецея (рис. 1г). Зачаточное соцветие полностью сформировано на VII-ом этапе органогенеза (рис. 1д) и состояло из 3–4-х цветков, также отмечено начало закладки бокового соцветия второго порядка и зачаточного побега возобновления в виде почки. Развитие зачаточных генеративных органов у сорта *I. hybrida* ‘Зигфрид’ с V по VII этапы органогенеза проходят быстро в течение 9–10 дней. Очевидно, это связано с быстрым возрастанием среднесуточных положительных температур, которые с 17–25 мая достигали суммарно 148–162 °С. В целом продолжительность с III по VII составляла 14–15 дней. Начало выхода соцветия (бутонизация) отмечено в пределах 01.06–04.06, это VIII этап органогенеза. Цветение монокарпического побега (IX этап органогенеза), наступало по многолетним данным с 10 по 29 июня, в тёплые вегетационные периоды следовало плодоношение (X этап органогенеза), формировались семена от свободного опыления (XI–XII этапы органогенеза). Начало цветения сорта в годы наблюдений наступало при сумме положительных температур >0 °С 750–961 °С. В период цветения высота генеративного побега составляла 67–85 см, в соцветии 3–4 цветка, их размер 13 ×16 см. Окраска лимонно-жёлтая с коричнево-бордовой росписью, жёлтой бородкой, цветок с сильным ароматом (рис. 2а). Диаметр четырёхлетнего клона 45 × 50 см, с генеративными побегами от 1 до 3 шт. и вегетативными от 2 до 3 шт. в разные годы вегетации (табл. 1). Полное отцветание цветков в соцветии сорта определено при сумме положительных температур 1180–1200 °С. В этот период начинаются дожди (III декада июня), так, например, влажность воздуха в июне 2023 г. составила 62–65 %, а месячная норма осадков достигала 46,2 мм. Листья сортов бородатых *I. hybrida* заболевают гетероспориозом, поэтому проводим раннюю обрезку в третьей декаде августа.

После отцветания монокарпического побега сорта ‘Зигфрид’ (III декада июля) в его базальной части заложены почки (иногда их 2–3 шт.) и побег возобновления будущего года вегетации, который зимовал в вегетативном состоянии на II этапе органогенеза (рис. 1ж). Он немного плоской формы и в его основании сформировано от пяти до шести листовых зачатков, определяющих ёмкость зимующей почки. Изначально для конуса нарастания почки характерен I этап органогенеза, состоящий из инициальных клеток верхушечной меристемы, из которых в дальнейшем образуются различные органы побега. Однако, как указывает [8] «в обычных условиях I этап органогенеза длится сравнительно не долго и растения быстро переходят на II этап органогенеза,» в том числе и у вегетативно возобновляемого сорта *I. hybrida* ‘Зигфрид’. В таком состоянии побег возобновления будущего года вегетации зимует 7,0–7,5 мес.

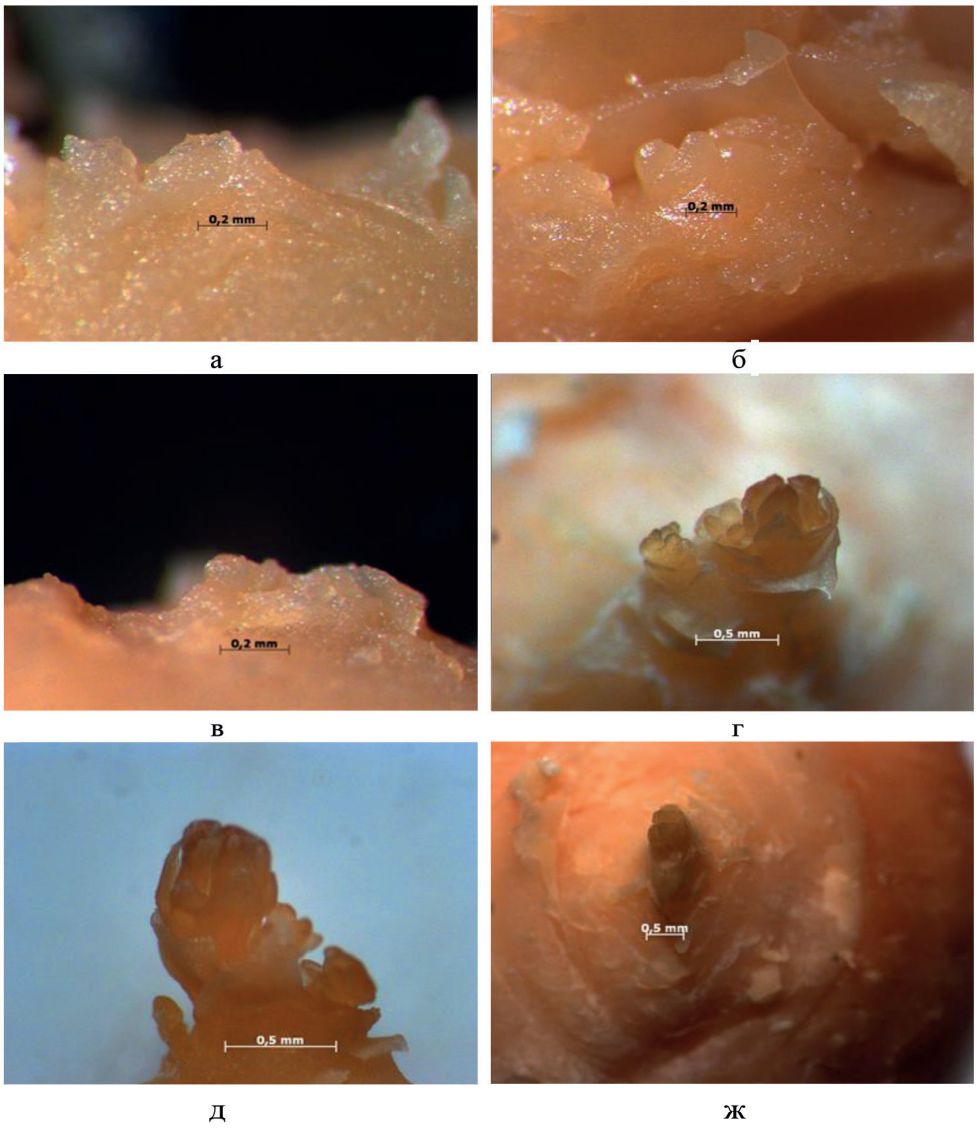

Рис. 1.
Этапы органогенеза генеративного побега *Iris hybryda* ‘Siegfried’
(а –II-ой, 10.05; б – III-ий, 17.05; в – IV-ый, 24.05; г – V-VI-ой, 27.05;
д – VII-ой, 30.05; ж – II-ой, предзимний период, 10.10)

Fig. 1.
Stages of organogenesis of *Iris hybryda* ‘Siegfried’ generative shoot
(a – II, 10.05; b – III, 17.05; c – IV, 24.05; d – V–VI, 27.05; e – VII, 30.05;
f – II, the pre-winter period, 10.10)

Таблица 1. **Рост и развитие сорта Зигфрид в 2020–2023 гг. в лесостепной зоне Западной Сибири** (ЦСБС, южнее г. Новосибирска)
Table 1. **Growth and development of the 'Siegfried' cultivar in the forest-steppe zone of Western Siberia** (Central Siberian Botanical Garden, south of Novosibirsk) **in 2020–2023**

Год	Цветение	Высота, *см*	Число побегов, *шт.*		Осадки, *мм**
			генеративных	вегетативных	
2020	10.06–17.06	75 ±3,6	1 ±0,3	2 ±0,2	253,5
2021	11.06–29.06	76 ±2,4	2 ±0,1	3 ±0,4	192,0
2022	12.06–18.06	82 ±3,1	3 ±0,5	3 ±0,5	150,5
2023	19.06–29.06	67 ±4,4	2 ±0,5	2 ±0,1	265,7

Примечание: * – осадки за вегетационный период

Морфоанализ годичного побега корневища сорта *I. hybrida* 'Зигфрид' (третья декада июля) показал, что на нём закладываются почки трёх видов или формаций: спящие, боковые и верхушечные (терминальные). Спящие (пазушные) почки формируется в базальной части годичного побега в пазухе низовых листьев, их 2 шт. Боковые (придаточные или адвентивные) почки закладываются в пазухах ассимилирующих листьев срединной формации в акропетальном направлении, их от 3 до 6 шт., из них формируются вегетативные побеги. Верхушечные (терминальные) почки закладываются в апикальной части корневища, обеспечивая нарастание побега в длину и формирования у него новых метамеров по симподиальному типу нарастания. Из них формируется, как отмечено выше, вегетативно-генеративные или вегетативные надземные побеги, а после их отмирания закладываются новые почки (1–3 шт.) – зимующие, из которых в дальнейшем формируется побеги возобновления будущих лет вегетации. В результате этого в генеративный период онтогенеза скелетная ось побега *I. hybrida* перевершинивается и представляет составную ось из нескольких симподиев. Малый жизненный цикл развития монокарпического побега от заложения почки и до плодоношения продолжается два года, относится к дициклическому типу и находится длительный период в подземном зачаточном состоянии (19–20 мес.) и надземном – вегетация, цветение, плодоношение, отмирание (4–5 мес.). Следует согласиться с [29], что при развитии монокарпического побега у *I. hybrida* в подземной части растения сформировано три поколения побегов: материнские, дочерние и внучатые. При этом прослеживается закономерность в ежегодной цикличной последовательности закладки почек.

Таким образом, за вегетационный период развиваются надземные (вегетативно-генеративные) и подземные корневищные побеги (рис. 2б, 2в). С возрастом корневища разрастаются и состоят из побегов разных лет генераций. Корневища утолщённые, горизонтально разрастаются частично выходя на поверхность почвы, образуя рыхлый клон, обеспечивая вегетативное размножение и партикуляцию. Растения сорта *I. hybrida* ‘Зигфрид’ можно отнести по биоморфе с вегетативно-подвижной специализированной дезинтеграцией [6]. В целом четырёхлетний клон имеет рыхло расположенные утолщенные корневища разных лет генераций, которые возможно делить и таким образом размножать сорт, т. к. на них заложены спящие почки.

Как отмечено выше у сорта *I. hybrida* ‘Зигфрид’ в отдельные годы наблюдается плодоношение и формирование семян от свободного опыления, причём у первых двух цветков в соцветии семена крупные, тёмно-коричневые. Их реальная семенная продуктивность составляла 9,3 ±0,4 шт. в коробочке. Всхожесть семян, после холодной стратификации в течение 3 мес. в холодильнике при влажности 100 % на фильтровальной бумаге в чашках Петри составляет 95–100 % (рис. 3а). По [8] зрелые семена в покоящемся состоянии принадлежат к I этапу органогенеза и при прорастании формируют растения семенного возобновления. Проросток семени развивается быстро с образованием главного корня и через 5–7 дней первого низового листа на побеге, тип прорастания семян подземный (рис. 3б). Через 15–20 дней после прорастания семени, сформирован второй низовой лист и первый срединный (ассимилирующий) лист, его длина составляет от 1,3 до 2,9 см, отмечено начало формирования боковых корешков на главном корне, длина которого около 3–4,5 см (рис. 3в). При подзимнем посеве семян в конце III декады сентября, в начале III декады мая появляются всходы. Пятнадцатидневные всходы имели по два низовых листа (2,0–2,7 см) и два срединных ассимилирующих с хорошо развитой листовой пластинкой длины (6,5–9,5 см). Однако корневая система придаточного типа (1,2–2,3 см), у молодых сеянцев была слабо развита (рис. 3г). В прегенеративный период онтогенеза продолжительностью три года для сеянцев *I. hybrida* характерен моноподиальный тип нарастания скелетной оси апикальной меристемы побега.

Изучение морфогенеза на примере сорта *I. hybrida* ‘Зигфрид’ даёт возможность в целом определить развитие побегов возобновления у бородатых стандартных высокорослых (STB) ретро-сортов, что важно для отбора, сохранения генофонда, размножения, практического использования и селекции в лесостепной зоне Западной Сибири.

а б в

Рис. 2. Сорт *I. hybrida* ‘Зигфрид’ в период цветения (а), вегетативные и генеративные побеги (б), формирование на годичных побегах корневища (в)
Fig. 2. *I. hybrida* ‘Siegfried’ cultivar during flowering (a), vegetative and generative shoots (b), formation of annual rhizome shoots (c)

а б в г

Рис. 3. Развитие в первый год проростков сорта *I. hybrida* ‘Зигфрид’

Fig. 3. Development of *I. hybrida* ‘Siegfried’ seedlings in the first year

Заключение. Таким образом, в условиях лесостепной зоны Западной Сибири, южнее г. Новосибирска малый жизненный цикл развития монокарпического побега у модельного сорта *I. hybrida* ‘Зигфрид’ развивается по дициклическому типу, что согласуется с авторами [5, 7, 12, 26], которые определили этот же тип развития у других видов ириса в Европейской части России. С возрастом у растений сорта ‘Зигфрид’ корневища разрастаются и состоят из побегов разных лет генераций, выступают на поверхность почвы. Тем самым [13] относит *I. hybrida* к горизонтальным наземно-корневищным растениям, связывая годичный прирост корневища с развитием на нём придаточных корней, при этом постоянно происходит «изменение положения побега» из ортотропного в плагиотропное, с чем следует согласиться. Вероятно, чередование роста побега ведёт к формированию рыхлого клона, с вегетативно-подвижной

специализированной дезинтеграцией. При этом можно утверждать, что для всех сортов *I. hybrida* характерна рыхлокорневищная надземно-подземная вегетативно-подвижная биоморфа с чередованием роста побега из ортотропного в плагиотропное направление. На корневище хорошо развиты почки на побеге текущего года, которые по терминологии [24] делят на спящие (низовые), придаточные (срединные) и верхушечные (побеги возобновления). Формирование генеративных органов у монокапического побега сорта *I. hybrida* ‘Зигфрид’ происходит весной. Однако у культивируемых в южном регионе России зимне-весеннецветущего вида *I. lazica* соцветие у монокарпического побега закладывается летом [7], а у ранневесеннецветущих *I. pumila* и *I. furcata* осенью [29]. Очевидно, ритм развития определяет формирование генеративных органов у побега возобновления ирисов. В течение 20–21 дня у сорта ‘Зигфрид’ развиваются зачаточные генеративные органы и конус его нарастания проходит со II по VII-ой этапы органогенеза. Для наземного развития монокарпического побега характерны VIII–XII этапы органогенеза от начала бутонизации до плодоношения и формирования зрелых семян, для которого по [8] характерен I этап органогенеза. Побеги возобновления будущего года вегетации (вегетативные и генеративные) закладываются в летний период и зимуют в вегетативном состоянии на II этапе органогенеза. I этап органогенеза с формированием инициальных клеток в почке проходит быстро. Ёмкость почки в предзимний период составляет 5–6 зачаточных листьев (примордиев), 3 из них низовые. Побег возобновления сорта ‘Зигфрид’ в течение 19–20 мес. находится в подземном зачаточном состоянии и 4–5 мес. в надземном (вегетация, цветение, плодоношение), конус нарастания которого постепенно переходит с I по XII этапы органогенеза и развивается по дициклическому типу. Наличие формирования семян от свободного опыления определяет реальную семенную продуктивность сорта 9,3 ±0,4 шт. в коробочке, с последующей лабораторной и полевой всхожестью 95–100 %, соответственно, после холодной стратификации в течение 3 мес. и подзимнем посеве.

Развитие генеративного побега у сорта ‘Зигфрид’, как и его количественные признаки, вызваны влиянием факторов внешней среды. Отмечено изменение высоты генеративного побега от 67 до 85 см, с минимальной высотой в 2023 г. и максимальной – в 2022 г. Несмотря на то, что относительно гидротермического коэффициента эти года принадлежали умеренно увлажнённому вегетационному периоду, ранняя весна 2022 была засушливая, а 2023 г. – холодная, что, соответственно, привело к задержке роста растений. Число генеративных побегов формировалась от 1 до 3 шт., а вегетативных от 2 до 3 шт. с

максимумом на второй-третий годы (2021–2022), которые отличались тёплой засушливой весной. Такая же закономерность наблюдалась у сортового разнообразия бородатых ирисов при культивировании в Алтайском крае [5], климатические условия, которого наиболее близки в региональном диапазоне к югу Новосибирской области. Отмечено, что резкое ускорение в развитии зачаточного соцветия связано с влиянием высоких среднесуточных температур, что ведёт к сокращению числа метамеров в соцветии и редукции числа цветков в нём, как указывает [8] для других видов растений. Очевидно, быстрое развитие зачаточных генеративных органов, особенно на III–IV этапах органогенеза, оказывало влияние на формирование в соцветии всего 3–4 цветков, что наблюдается у многих сортов *I. hybrida* из класса бородатых ирисов.

Из прошедших интродукционное испытание и акклиматизацию в течение 30-летнего возделывания в условиях лесостепной зоны Западной Сибири южнее г. Новосибирска бородатых стандартных высокорослых (STB) ретро-сортов *I. hybrida*, 19 сортов отмечены как устойчивые и перспективные, которые по результатам морфогенеза побега возобновления изученного модельного сорта ‘Зигфрид’ проходят аналогичное развитие.

Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН по проекту № АААА-А21-121011290025-2 «Анализ биоразнообразия, сохранения и восстановления редких и ресурсных видов растений с использованием экспериментальных методов»

Список литературы/References

1. Бородич Г.С. Коллекция ирисов в Центральном ботаническом саду РАН Беларуси, Материалы III Московского международного симпозиума по роду Ирис «Iris-2016», М.: МАКС Пресс, 2016; 151-156. [Borodich G.S. Collection of irises in the Central Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences of Belarus, Materials of the III Moscow International Symposium on the genus Iris «Iris-2016», Moscow: MAKS Press, 2016; 151-156. (In Rus)].
2. Бурова Э.А. Некоторые особенности таксономической характеристики культиваров ириса гибридного, Интродукция растений. Минск: Наука и техника, 1976; 30-33. [Burova E.A. Some features of the taxonomic characteristics of cultivars of hybrid iris, Plant introduction. Minsk: Science and Technology, 1976; 30-33. (In Rus)].
3. Васильева И.Д. Ирисы бородатые. М.: Кладезь-Букс, 2005, 94 с. [Vasilyeva I.D. Bearded irises. M.: Kladez-Books, 2005, 94 p. (In Rus)].
4. Дацюк Е.И. Коллекция ирисов ботанического сада МГУ имени М.В. Ломоносова, М.: Пента, 2016, 80 с. [Datsyuk E.I. Collection of irises of the Botanical Garden of Lomonosov Moscow State University, Moscow: Penta, 2016, 80 p. (In Rus)].
5. Долганова З.В. Биология и интродукция цветочно-декоративных корневищных многолетников в Западной Сибири, Новосибирск: РАСХН Сиб. отд-ние, 2002, 232 с. [Dolganova Z.V. Biology and introduction of floral and ornamental rhizomatous perennials in Western Siberia, Novosibirsk: RASKHN Sib.otd., 2002, 232 p. (In Rus)].
6. Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карпухина Е.А. Основные термины и понятия совре-

менной биоморфологии растений, М.: МГУ, 1993, 147 с. [Zhmylev P.Yu., Alekseev Yu.E., Karpukhina E.A. Basic terms and concepts of modern plant biomorphology, Moscow: Moscow State University, 1993, 147 p. (In Rus)].
7. Заяц Т.В. Морфогенез и ритм развития *Iris lazica* Albov, Бюллетень Главного ботанического сада. 1972; 85 : 63-68. [Zayats T.V. Morphogenesis and rhythm of development of *Iris lazica* Albov, Bulletin of the Main Botanical Garden. 1972; 85 : 63-68. (In Rus)].
8. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений, М.: Высшая школа, 1973, 256 с. [Kuperman F.M. Morphophysiology of plants, Moscow: Higher School, 1973, 256 p. (In Rus)].
9. Лунёва Л.С. Размножение ирисов методом культуры апикальных меристем, Ботанический журнал. 1977; 3 : 416-421. [Luneva L.S. Reproduction of irises by the method of culture of apical meristems, Botanical Journal. 1977; 3 : 416-421. (In Rus)].
10. Лунёва Л.С. Строение и биология вегетативных почек ириса (Iridaceae), Ботанический журнал. 1977; 4 : 563-568. [Luneva L.S. Structure and biology of vegetative buds of iris (Iridaceae), Botanical Journal. 1977; 4 : 563-568. (In Rus)].
11. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР, М.: Наука, 1975, 27 с. [The methodology of phenological observations in the botanical gardens of the USSR, Moscow: Nauka, 1975, 27 p. (In Rus)].
12. Николаенко Н.П. Жизненные формы и агротехника многолетников, Цветоводство. 1973; 9 : 11-12. [Nikolaenko N.P. Life forms and agrotechnics of perennials, Floriculture. 1973; 9 : 11-12 (In Rus)].
13. Николаенко Н.П. Опыт изучения и классификация жизненных форм декоративных многолетних растений открытого грунта как биологической основы их возделывания. Автореф. Докт. дис. Ереван, 1975. [Nikolaenko N.P. The experience of studying and classifying the life forms of ornamental perennial plants of the open ground as a biological basis for their cultivation. The author's abstract. Dr. dis. Yerevan, 1975. (In Rus)].
14. Падеревская М.И. Особенности почек возобновления геофитов Стрелецкой степи, Ботанический журнал. 1966; 51(1) : 100-104. [Paderewskya M.I. Features of buds of renewal of geophytes of the Streltsy steppe, Botanical Journal. 1966; 51(1) : 100-104. (In Rus)].
15. Попова Т.А. Биолого-морфологическая характеристика лилиецветных целинных районов Казахстана, Труды БИН АН СССР, Серия III, Геоботаника. 1965; 17 : 7-63. [Popova T.A. Biological and morphological characteristics of lilac-colored virgin areas of Kazakhstan, Proceedings of the BIN of the USSR Academy of Sciences, Series III, Geobotany. 1965; 17 : 7-63. (In Rus)].
16. Реут А.А., Миронова Л.Н. К вопросу повышения продуктивности представителей рода *Iris* L. при культивировании в Башкирском Предуралье, Вестник Нижегородского университета им. Лобачевского. 2014; 3(3) : 101-104. [Reut A.A., Mironova L.N. On the issue of increasing the productivity of representatives of the genus *Iris* L. during cultivation in the Bashkir Urals, Bulletin of the Nizhny Novgorod University by Lobachevsky. 2014; 3(3) : 101-104. (In Rus)].
17. Родионенко Г.И. Ирисы. Л.: Агропромиздат, 1988, 159 с. [Rodionenko G.I. *Irises.* L.: Agropromizdat, 1988, 159 p. (In Rus)].
18. Русанов Ф.Н. Метод родовых комплексов в интродукции растений и его дальнейшее развитие, Бюллетень Главного ботанического сада. 1971; 81 : 15-20. [Rusanov F.N. The method of generic complexes in plant introduction and its further development, Bulletin of the Main Botanical Garden. 1971; 81 : 15-20. (In Rus)].
19. Сатеков Е.Я., Турабжанова М.Б. Интродукция ирисов в Алтайском Ботаническом саду, III Московский Международный Симпозиум по роду Ирис «Iris-2016», М.: МГУ, 2016; 211-214. [Satekov E.Ya., Turabzhanova M.B. Introduction of irises in the Altai Botanical Garden, III Moscow International Symposium on the genus Iris «Iris-2016», Moscow: MSU, 2016; 211-214. (In Rus)].
20. Седельникова Л.Л. Сравнительный морфогенез интродуцентов из рода *Hemerocallis*, *Hosta*, *Iris* в лесостепной зоне Западной Сибири, Учёные записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, серия Биология,

химия. 2014; 27(66)(5) : 148-153. [Sedelnikova L.L. Comparative morphogenesis of introduced species from the genus *Hemerocallis*, *Hosta*, *Iris* in the forest-steppe zone of Western Siberia, Scientific Notes of V.I. Vernadsky Tauride National University, Biology, Chemistry series. 2014; 27(66)(5) : 148-153. (In Rus)].
21. Седельникова Л.Л. Интродуценты рода *Hemerocallis*, *Hosta, Iris* в лесостепной зоне Западной Сибири, Перспективы интродукции декоративных растений в ботанических садах и дендропарках, Симферополь, 2014; 145-148. [Sedelnikova L.L. Introducers of the genus *Hemerocallis, Hosta, Iris* in the forest-steppe zone of Western Siberia, Prospects for the introduction of ornamental plants in botanical gardens and arboretums, Simferopol, 2014; 145-148. (In Rus).]
22. Седельникова Л.Л. Ирисы, лилейники, хосты, Цветоводство открытого грунта. Учебное пособие, Новосибирск, 2014; 116-128. [Sedelnikova L.L. Irises, daylilies, hosts, Open-ground floriculture. Textbook, Novosibirsk, 2014; 116-128. (In Rus)].
23. Седельникова Л.Л. К истории интродукции рода *Iris* L. в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН, III Московский Межд. Симпозиум по роду Ирис «Iris-2016», М.: МГУ, 2016; 214-218. [Sedelnikova L.L. On the history of the introduction of the genus *Iris* L. in the Central Siberian Botanical Garden SB RAS, III Moscow International. Symposium on the genus Iris «Iris-2016», Moscow: Moscow State University, 2016; 214-218. (In Rus)].
24. Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений, М.: Советская наука, 1952, 390 с. [Serebryakov I.G. Morphology of vegetative organs of higher plants, Moscow: Sovetskaya nauka, 1952, 390 p. (In Rus)].
25. Серебрякова Т.И., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений, М., 2006, 543 с. [Serebryakova T.I., Voronin N.S., Elenevsky A.G., etc. Botany with the basics of phytocenology: Anatomy and morphology of plants, M., 2006, 543 p. (In Rus)].
26. Скрипчинский В.В., Дударь Ю.А., Скрипчинский В.В., Шевченко Г.Г. Методика изучения и графического изображения морфогенеза монокарпического побега и ритмов роста и развития травянистых растений, Морфогенез растений. Труды Ставропольского НИИ сельского х-ва. 1970; II(10) : 25-56. [Skripchinsky V.V., Dudar Yu.A., Skripchinsky V.V., Shevchenko G.G. Methods of studying and graphically depicting the morphogenesis of monocarpic shoot and rhythms of growth and development of herbaceous plants, Plant morphogenesis. Proceedings of the Stavropol Research Institute of Rural Agriculture. 1970; II(10) : 25-56. (In Rus)].
27. Слепченко Н.А., Слепченко К.В. Изучение декоративности сортообразцов *Iris sibirica* в условиях влажных субтропиков России, Субтропическое и декоративное садоводство. 2020; 75 : 28-33. [Slepchenko N.A., Slepchenko K.V. Study of the decorative quality of *Iris sibirica* cultivars in the humid subtropics of Russia, Subtropical and ornamental horticulture. 2020, 75 : 28-33. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2020-75-28-33.
28. Улановская И.В. Об определении сроков пересадки *Iris* × *hybrida* hort. в условиях Южного берега Крыма, Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2018; 129 : 53-60. [Ulanovskaya I.V. On determining the timing of the *Iris* × *hybrida* hort. transplant. in the conditions of the Southern coast of Crimea, Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden. 2018; 129 : 53-60. (In Rus)].
29. Шевченко Г.Т. Морфогенез монокарпического побега касатика низкого (*I. pumila* L.) и касатика вилкообразного (*I. furcata* Bieb.), Материалы Всесоюзного Симпозиума по изучению морфологических основ онтогенеза травянистых растений, М., 1970; 109-111. [Shevchenko G.T. Morphogenesis of the monocarpic shoot of the low-lying killer whale (*I. pumila* L.) and the forked killer whale (*I. furcata* Bieb.), Proceedings of the All-Union Symposium on the study of morphological foundations of ontogenesis of herbaceous plants, M., 1970; 109-111. (In Rus)].
30. American Iris Society, URL: http://www.irises.org. The link is active on: 16.05.2022.
31. Iris species and cultivars in World. 2005. The Japan Iris Society. 247 p.

MORPHOGENESIS OF *IRIS HYBRIDA* SHOOT RENEWAL

Sedelnikova L.L.

Central Siberian Botanical Garden Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russia, e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Iris hybrida (Iridaceae) cultivars from the class of bearded irises are distinguished by decorative and biological features of renewal shoots' development when cultivated in specific soil and climatic conditions. *I. hybrida* model cultivar 'Siegfried' shows the morphogenesis of the renewal shoot with organogenesis elements, as well as growth and development features in the south of Novosibirsk region of Western Siberia for 2019–2023. It is noted that the renewal shoot of 'Siegfried' cultivar is in an underground rudimentary state in the form of a bud for 19-20 months and is for 4–5 months above ground (vegetation, flowering, fruiting); its growth apex gradually passes from I to XII organogenesis stages and develops according to the dicyclic type. The formation of generative organs in a monocapical shoot occurs in spring when plants regrow. Within 20–21 days, the monocarpic shoot of 'Siegfried' cultivar develops rudimentary generative organs and the growth apex passes from II to VII stages of organogenesis. The above-ground development of monocarpic shoot is characterized by the VIII–XII stages of organogenesis from the beginning of budding to fruiting and the formation of mature seeds (June – August). Renewal shoots for the next vegetation year (vegetative and generative) are laid in the summer and winter in a vegetative state at II stage of organogenesis. The first stage of organogenesis is distinguished by the formation of initial cells in a bud and passes quickly. Morphoanalysis of the annual underground shoot of *I. hybrida* cultivar 'Siegfried' (late July) showed that the buds of three formations are laid on it: dormant, lateral and apical (terminal); thus in the underground part of the plant, three year-old shoots' generations have been formed in different years. A pattern was noted in the annual cyclic sequence of bud set. Alternation of underground shoot growing from orthotropic to plagiotropic direction leads to formation of a loose clone, with vegetative-mobile specialized disintegration. *I. hybrida* cultivars are characterized by loose-root above-ground vegetative-mobile biomorph, which ensures the formation of new metamers at the shoot according to the sympodial growth type. During the pre-generative period of ontogenesis, the shoot grows monopodially. The development of renewal shoots in nineteen bearded cultivars grown in the forest-steppe zone of Western Siberia is similar to the passage of the morphogenesis stages of the monocarpic shoot on 'Siegfried' cultivar, which is important for the selection, preservation of the gene pool, reproduction, practical use and breeding of varietal diversity of *I. hybrida.*

Key words: *Iris hybrida*, cultivar 'Zigfried', rhythm of development, morphogenesis, renewal shoot, organogenesis, rhizome, seeds, reproduction, Western Siberia.