

**СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ И РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ
АЛЬСТРЕМЕРИИ ГИБРИДНОЙ (*ALSTROEMERIA* × *HYBRIDA*)
В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

А.В. Черемисина, Л.В. Буглова, О.Ю. Васильева, А.А. Красников

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: lexx-flora@rambler.ru

Приведены результаты изучения особенностей фено ритмики, репродуктивной биологии и зимостойкости культиваров альстремерии в открытом и защищенном грунте лесостепи Западной Сибири. Подобран оптимальный материал для зимнего укрытия. Изучены фертильность и жизнеспособность пыльцевых зерен. Для проращивания пыльцы сорта *Regina*, оптимальной оказалась среда с 28%-м содержанием сахара и добавлением 0.001%-й борной кислоты. Даны рекомендации по использованию альстремерии в ландшафтном дизайне лесостепной зоны Западной Сибири.

Ключевые слова: *Alstroemeria*, фенофазы, опыление, фертильность и жизнеспособность пыльцы, холодостойкость, зимнее укрытие, Западная Сибирь.

**SEASONAL DEVELOPMENT AND REPRODUCTIVE BIOLOGY
OF THE REPRESENTATIVES OF *ALSTROEMERIA* × *HYBRIDA*
IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF WEST SIBERIA**

A.V. Cheremisina, L.V. Buglova, O.Yu. Vasilyeva, A.A. Krasnikov

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolonskaja str., 101, e-mail: lexx-flora@rambler.ru

The results of study of phenological rhythms, reproductive biology and winter hardiness of *Alstroemeria* cultivars indoors and outdoors in the forest-steppe zone of West Siberia are presented. The optimum cover material for winter protection has been chosen. Fertility and viability of the pollen grains were studied. The medium containing 28 % of sucrose and 0.001 % of boric acid turned out to be optimal for germination of alstroemeria pollen of the cultivar *Regina*. The recommendations for use of alstroemeria in landscape design in the forest-steppe zone of West Siberia are given.

Key words: *Alstroemeria*, phenophase, pollination, the fertility and the viability of pollen, cold resistance, winter protection, West Siberia.

ВВЕДЕНИЕ

Род *Alstroemeria* L. (*Alstroemeriaceae*) включает около 50 видов, распространенных практически по всей Южной Америке. Наибольшее видовое разнообразие наблюдается в Андах. Встречаются альстремерии и в тропических лесах, и в пустыне Атакама в Чили, и в высокогорьях Боливии и Перу. Среди представителей рода известна *Alstroemeria nivalis* Meyen – высокогорный вид, произрастающий в Боливии и Перу на высоте до 4000 м над уровнем моря (Баранова, 1982; Martorell, 1992). Такой широкий спектр экологических условий указывает на достаточно высокий адаптационный потенциал рода.

В селекции современных сортов участвовали преимущественно три вида: *A. haemantha* Ruiz et Pav., *A. aurantiaca* D. Don и *A. ligtu* L. (последний

вид считается самым холодостойким в роде). Наиболее известны три группы гибридов: Dr. Salter, Ligtu и голландские гибриды (Aker, Healy, 1990). Частной генетикой альстремерий активно занимаются в Испании и Бразилии (Tombolato et al., 1992). Несмотря на то что была сделана подробная ревизия 31 вида и 19 подвидов чилийской группы (Baeyer, 1987), бразильские виды остаются малоизученными и в их номенклатуре имеется много неточностей (Traub, 1973).

Для альстремерии характерны довольно крупные зигоморфные цветки без запаха, диаметром до 6 см, собранные в сложные зонтиковидные соцветия, окруженные при основании листьями. Листочки околоцветника в числе 6 расположены в два круга. Внутренние листочки околоцветника

более узкие, с темными и белыми штрихами и пятнами. Тычинок шесть, расположены они в два круга. Их нити длинные, свободные, голые или в основании коротко опушены, прикреплены к подпестичному диску. Пыльники удлинённые, их гнезда сросшиеся, вскрываются боковой продольной щелью. Завязь нижняя. Плод – локулицидная коробочка (Баранова, 1982; Mabberly, 1987).

В открытом грунте эту культуру можно одновременно считать и цветочной, и декоративно-лиственной. Эффектные растения со сближенными между собой вегетативных побегов (3–5 мм длиной) с июня создают высокое проективное покрытие, что чрезвычайно ценно в ландшафтном дизайне. В отечественных работах альстремерия обычно описывалась как оранжерейное растение, для которого характерны два периода цветения с весьма экономичным температурным режимом

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Основной коллекционный фонд альстремерии выращивается в защищенном грунте ЦСБС и представлен в настоящее время 10 сортами. Объектом исследования в открытом грунте послужили растения трех сортов вида *Alstroemeria* × *hybrida hort*, выращенные на коллекционном участке ЦСБС СО РАН (г. Новосибирск):

1) *Granada* (Гранада) – цветки густо-розовые с бело-желтыми пятнами с редкими коричневыми штрихами, в зонтиковидном соцветии до 15 штук, диаметр цветка 5–6 см. Цветонос прочный, облиственность высокая;

2) *Regina* (Регина) – цветки бледно-розовые с желтыми пятнами и коричневыми штрихами, в соцветии до 32 цветков, диаметр цветка 4.5–5.0 см. Цветонос средней прочности, облиственность средняя (рис. 1);

3) *Carmen* (Кармен) – цветки темно-красные с редкими черными штрихами, в зонтиковидном соцветии до 10 штук, диаметр цветка 4–5 см. Цветонос прочный, облиственность высокая.

Исследования проводились в течение 2011–2015 гг. Основное внимание уделялось изучению сезонного развития, а также биологии цветения и плодоношения.

Ритмы роста и развития изучались стандартными методами (Бейдеман, 1974; Карпионовна, 1979), феноритмотипы – по И.В. Борисовой (1972). При определении ритмологических групп использовались методические подходы к изучению травянистых интродуцентов Т.И. Фоминой (2012), а для анализа феноспектров – метеоданные, полученные в Новосибирском государственном аграрном университете. Пыльцевые зерна фиксировали FAA, препараты пыльцы и семян готовили по общепринятым методикам (Прозина, 1960; Справочник..., 2004).

(12–15 °С). Между весенним и осенним цветением – летний период сухого полупокоя (Лукина, 1989). Рекомендации по возделыванию альстремерии в условиях умеренно континентального климата средней полосы России предусматривают обязательное зимнее укрытие или хранение корневищ в закрытом помещении. Оптимальные условия для развития растений – солнечные участки и плодородная песчаная почва (Висящева, Соколова, 1991; Декоративное садоводство, 2000; Хессайон, 2000).

С 2011 г. в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (г. Новосибирск) начата разработка биологических основ интродукции альстремерии в открытом грунте. Цель настоящей работы – оценить адаптивный потенциал и репродуктивную способность альстремерии при интродукции в условиях континентального климата лесостепной зоны Западной Сибири.

Фертильность пыльцевых зерен определяли путем окрашивания препаратов пропионовым кармином и гематоксилином, а также суданом III и люголем (IKI) – для определения жиров и крахмала, поскольку эти запасные вещества используются прорастающей пыльцевой трубкой в качестве питания (Паушева, 1970).

Для определения жизнеспособности пыльцы собирали в бумажные пакеты в утреннее время (10–11 ч). Исследования проводили методом проращивания пыльцы на средах с различной концентрацией сахарозы и борной кислоты.

При изучении микроспорогенеза использовалась аппаратура фирмы Carl Zeiss. Препараты просматривали на микроскопе Axioscop-40 и фотографировали видеокамерой AxioCam MRC-5 с про-



Рис. 1. Соцветие альстремерии, сорт *Regina*. Фото И.И. Каракулова.

граммой для получения и обработки изображений AxioVision 4.8 в Центре коллективного пользования ЦСБС.

В условиях защищенного грунта проводили скрещивания для изучения завязываемости плодов и образования семян. Опыленные цветки помещали под изоляторы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Особенности сезонного развития вводимых в культуру растений можно наиболее достоверно оценить в том случае, если за многолетний период изучения феноритмики отдельные вегетационные периоды существенно отличались по своим гидро-термическим показателям от среднелетних характеристик. Так, за пятилетний период исследований метеосостояния 2012 г. были аномально засушливыми и жаркими, а 2013 г. – избыточно увлажненными, прохладными (рис. 2).

Анализ многолетних фенонаблюдений показал (табл. 1, 2), что начало весеннего отрастания (фаза В1) происходит в достаточно узких рамках накопления суммы температур выше 10 °С (99–129 °С).

Сумма температур выше 5 °С, традиционно характеризующая вегетационный период, также варьирует незначительно (252–330 °С). Кажущимся исключением является 2014 г. с более высокими показателями, но с учетом того, что устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 5 °С в сторону повышения начался буквально с последних чисел марта (подсчет суммы – с пер-

Наблюдения в открытом грунте осуществлялись за сортами, представленными двумя повторностями по пять растений в каждой. Опыты по выявлению влияния различных способов зимнего укрытия закладывались в трех вариантах и трех повторностях – по 15 растений альстремерии сорта *Regina* в каждой.

вой декады апреля), то порядка 150 °С были накоплены при недостаточно оттаявшей почве. (Соответственно эта тенденция сохранилась и при наступлении последующих фенофаз у альстремерии в 2014 г.)

Самое раннее генеративное развитие (фаза Б) отмечено в 2012 г., вероятно, за счет аномальной засухи и жары, продолжавшейся до конца июля; окончание цветения (фаза Ц2) также было зафиксировано в самые ранние сроки (см. табл. 2).

Весьма тесная привязка фенофаз к конкретным условиям вегетационных периодов, вероятно, обусловлена тем, что закладка органов цветка у побегов альстремерии происходит в текущем году при надземном развитии побега (Комина и др., 2015).

Таким образом, сезонная динамика развития сортов альстремерии в открытом грунте лесостепи Западной Сибири позволяет отнести их к следующим ритмологическим группам: поздняя – по началу весеннего отрастания, позднелетняя – по началу цветения. Феноритмотип: весенне-летне-осеннезеленый.

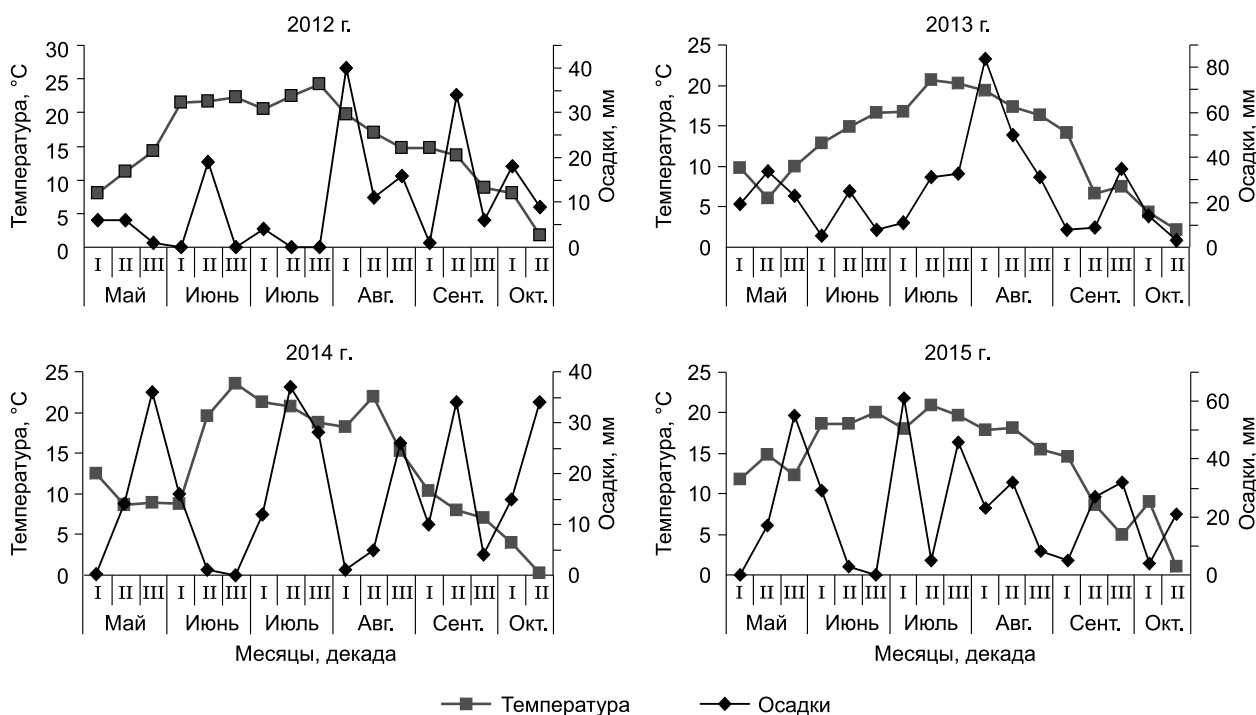


Рис. 2. Гидротермические условия периодов вегетации альстремерии в 2012–2015 гг.

Таблица 1

Вегетативное развитие перезимовавшей альстремерии сорта *Regina* в 2012–2015 гг.

Год	Фенофаза								
	В1 – начало весеннего отрастания			В2 – развёртывание листьев			Л1 – отмирание листьев		
	Дата	Сумма температур		Дата	Сумма температур		Дата	Сумма температур	
		выше 5 °С	выше 10 °С		выше 5 °С	выше 10 °С		выше 5 °С	выше 10 °С
2012	12.05	252	99	22.05	368	158	2.10	2745	1874
2013	28.05	272	111	8.06	384	170	27.09	2049	1309
2014	5.06	467	216	19.06	689	368	8.10	2352	1524
2015	2.06	330	129	14.06	492	230	14.10	1741	973

Таблица 2

Генеративное развитие перезимовавшей альстремерии сорта *Regina* в 2012–2015 гг.

Год	Фенофаза								
	Б – появление бутонов			Ц1 – начало цветения			Ц2 – окончание цветения		
	Дата	Сумма температур		Дата	Сумма температур		Дата	Сумма температур	
		выше 5 °С	выше 10 °С		выше 5 °С	выше 10 °С		выше 5 °С	выше 10 °С
2012	18.07	1316	850	25.07	1465	964	8.09	2491	1738
2013	26.07	1215	761	10.08	1487	958	18.09	2207	1474
2014	5.08	1650	1094	14.08	1828	1227	24.09	2293	1510
2015	3.08	1231	720	17.08	1394	812	12.10	1741	972

Исследование особенностей репродуктивной биологии альстремерии традиционно включало изучение фертильности и жизнеспособности пыльцы, а также оценку завязываемости плодов и образования семян при различных способах опыления.

Пыльцевые зерна альстремерий овальной формы и довольно крупные: 84.83–96.61 мкм длиной и 55.92–65.22 мкм шириной. По результатам окрашивания пропионовым кармином показатели фертильности у сорта *Regina* – 60 %, у *Granada* – 65.65 %.

Также проводилось окрашивание пыльцевых зерен суданом III и люголем для определения жи-

ров и крахмала, поскольку эти запасные вещества используются прорастающей пыльцевой трубкой в качестве питания. Окрашивание люголем оказалось не слишком интенсивным во всех препаратах, максимально наблюдалось до 80 % интенсивно окрашенных пыльцевых зерен, однако большая часть сформированной пыльцы (без морфологических дефектов) окрашивается на 50–75 % (рис. 3). При определении жиров около 55.5 % пыльцы окрашивается суданом III.

Для проращивания пыльцы альстремерии сорта *Regina* оптимальной оказалась среда с 28%-м содержанием сахарозы и добавлением 0.001 % борной кислоты (рис. 4). В этих условиях проросло

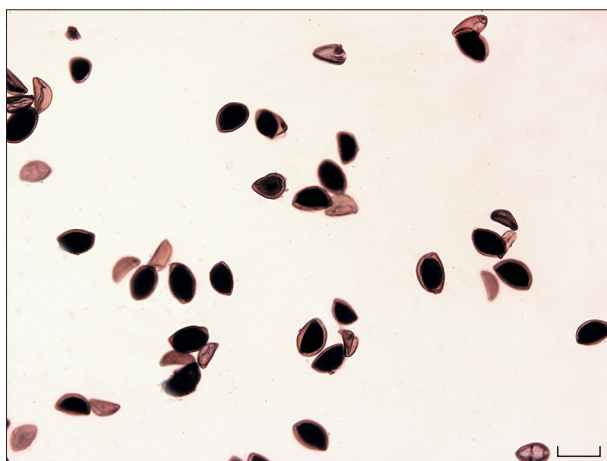


Рис. 3. Окрашивание пыльцевых зерен IKI, сорт *Regina*. Масштабная линейка 100 мкм.

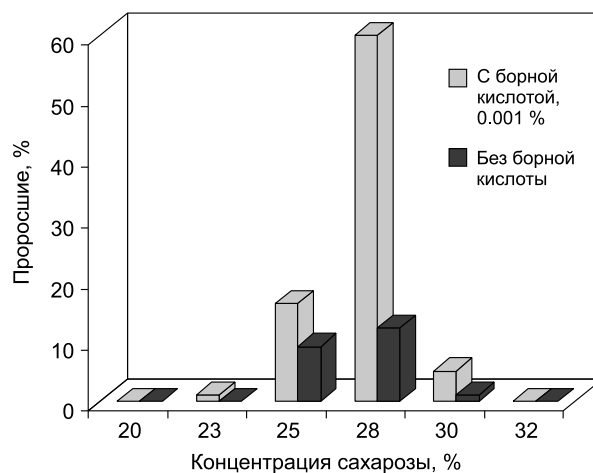


Рис. 4. Прорастание пыльцевых зерен альстремерии сорта *Regina* на различных средах.



Рис. 5. Пыльцевая трубка альстремерии, сорт *Regina*. Масштабная линейка 100 мкм.

до 60 % пыльцевых зерен. Через сутки длина пыльцевой трубки составила 400–800 мкм (рис. 5). На средах без добавления борной кислоты проросло от 5 до 12 % пыльцевых зерен, а пыльцевые трубки были короткие: в 2–5 раз превышали диаметр пыльцевого зерна.

Как показали наши исследования, в защищенном грунте у альстремерии формируется жизнеспособная пыльца, что свидетельствует о благоприятном гидротермическом и световом режиме.

Далее в условиях оранжереи изучали завязываемость плодов и образование семян при различных способах опыления. При свободном опылении у сорта *Regina* завязывались немногочисленные коробочки плодов, однако развития семян в них не наблюдалось. При принудительном опылении собственной пыльцой ни у сорта *Regina*, ни у сорта *Granada* семена и плоды не образуются. При опылении сорта *Regina* пыльцой сорта *Granada* плоды-коробочки завязывались, но полноценные семена не образовывались. Вероятные репродуктивные аномалии могут быть связаны с триплоидностью данного сорта (Tsuchiya et al., 1987). В качестве материнской формы оказалось перспективным использование сорта *Granada*.

Способность к производству семян является одним из важнейших показателей успешности интродукции. В открытом грунте относительно позднее цветение альстремерии с учетом короткого вегетационного периода не позволяет перезимовавшим растениям завершить формирование плодов и семян (см. табл. 2).

Однако при аккуратной пересадке из оранжереи в открытый грунт в фазе бутонизации – начала цветения у альстремерии продолжается развитие генеративных побегов. На примере генеративного развития сорта *Granada* видно, что созревание плодов в этом случае завершается в первой-второй декаде августа (табл. 3), пока отсутствует угроза заморозков.

Получение полноценных семян в межсортовых скрещиваниях альстремерий представляет интерес для селекционной работы. Сортовой материал размножают вегетативно в условиях защищенного грунта – большое количество сочных веретеновидных запасующих корней длиной 8–11 см и диаметром 10–14 мм, образующееся в подземной части, способствует интенсивному развитию деленок (рис. 6), быстрому образованию генеративных побегов. При размножении делением куста с одного трехлетнего растения альстремерии в защищенном грунте можно получить 6–11 посадочных единиц.

Кроме того, наши наблюдения показали, что растения сортов *Regina*, *Granada*, *Carmen* отличаются повышенной холодостойкостью (способностью развиваться без потери декоративного вида в условиях пониженных положительных температур), а также устойчивостью к заморозкам и, в отличие от широко распространенных в ландшафтном дизайне хост и георгин, переносят кратковременное понижение температуры до -3°C даже в период активной вегетации (рис. 7).

При изучении зимостойкости альстремерии и разработке способов зимнего укрытия учитывались результаты исследований, проведенных ранее на экспериментальных участках ЦСБС. Было выявлено, что при своевременном накоплении снежного покрова температура под укрытием листовым опадом слоем 25–30 см может понижаться лишь до $-3...-5^{\circ}\text{C}$ (Васильева, 1999). В течение 2011–2014 гг. были изучены различные способы зимнего укрытия альстремерий: опилочное, торфяное и листовое. Первые два оказались неэффективны, причем под укрытием опилками слоем

Таблица 3

Генеративное развитие альстремерии сорта *Granada*, высаженной из теплицы в фазе начала цветения в 2014–2015 гг.

Год, дата высадки	Фенофаза								
	Ц2 – окончание цветения			Пл1 – завязывание плодов			Пл2 – плоды созрели		
	Дата	Сумма температур с момента высадки		Дата	Сумма температур с момента высадки		Дата	Сумма температур с момента высадки	
		выше 5 °C	выше 10 °C		выше 5 °C	выше 10 °C		выше 5 °C	выше 10 °C
2014, 3.06	8.06	29	14	25.06	385	275	7.08	1237	912
2015, 8.06	15.06	88	53	29.06	295	190	20.08	1025	660

около 15 см оттаивание почвы значительно задерживалось, в связи с этим наблюдалось 100%-е выпревание растений во всех повторностях. Под торфяным укрытием выжило 3–5 % альстремерий. Укрытие лиственным опадом в конце октября слоем 25–30 см обеспечивает до 75 % успешно перезимовавших растений (за исключением зимовок, аналогичных 2014–2015 гг., когда в ноябре наблюдали длительное понижение температуры воздуха до -25°C при минимальном снеговом покрове). Во избежание выдувания утепляющего материала рекомендуется разместить сверху лапник.

По результатам изучения биологических особенностей и декоративных качеств альстремерии в открытом грунте лесостепной зоны Западной Сибири можно сделать следующие выводы:

1) сорта альстремерии по сезонной динамике развития в открытом грунте лесостепи Западной Сибири относятся к весенне-летне-осеннезеленому феноритмотипу с поздним цветением;

2) в условиях защищенного грунта у изученных сортов формируется фертильная (60.00–65.65 %) и жизнеспособная пыльца. Для проращивания пыльцы альстремерии оптимальной оказалась среда с 28%-м содержанием сахарозы и добавлением 0.001 % борной кислоты;

3) у растений сортов *Regina* и *Granada* не выявлено самофертильности. Сорт *Regina* не образует семян, но может быть опылителем. Сорт *Granada* перспективен в качестве материнской формы;



Рис. 6. Горизонтально нарастающее корневище альстремерии, сорт *Regina*.

4) высокий коэффициент вегетативного размножения при делении куста у растений, выращиваемых на срез в теплицах, позволяет без особых дополнительных затрат получать большое количество посадочного материала к началу вегетационного периода;

5) итоги первичной интродукции альстремерии в открытом грунте лесостепной зоны Западной Сибири позволяют рекомендовать ее для использования в ландшафтном дизайне при оформлении малых садов, коттеджных участков как позднецветущее и декоративно лиственное растение.



Рис. 7. Состояние побегов георгин (а), листьев хост (б) и альстремерии (в) после заморозка -3°C .

ЛИТЕРАТУРА

- Баранова М.В.** Семейство альстремериевые (Alstroemeriaceae) // Жизнь растений. М., 1982. С. 91–94.
- Бейдеман И.Н.** Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск, 1974. 156 с.
- Борисова И.В.** Сезонная динамика растительного сообщества // Полевая геоботаника. 1972. Т. 4. С. 5–94.
- Васильева О.Ю.** Интродукция роз в Западной Сибири. Новосибирск, 1999. 184 с.
- Висящева Л.В., Соколова Т.А.** Промышленное цветководство. М., 1991. 368 с.
- Декоративное садоводство** / Н.В. Агафонов, Е.В. Мамонов, И.В. Иванова и др. М., 2000. 320 с.
- Карписонова Р.А.** Методика фенологических наблюдений за травянистыми многолетниками в Отделе флоры ГБС АН СССР: методика фенологических наблюдений в Ботанических садах СССР. М., 1979. С. 47–52.
- Комина О.В., Васильева О.Ю., Черемисина А.В.** Изучение органогенеза растений в высшей и средней школе // Сиб. пед. журн. 2015. № 4. С. 44–49.
- Лукина Е.В.** Возможности альстремерии не исчерпаны // Цветоводство. 1989. № 2. С. 5–6.
- Паушева З.П.** Практикум по цитологии растений. М., 1970. 255 с.
- Прозина М.Н.** Ботаническая микротехника. М., 1960. 207 с.
- Справочник** по ботанической микротехнике: основы и методы / Р.П. Барыкина, Р.П. Веселова, А.Г. Девятов и др. М., 2004. 312 с.
- Фомина Т.И.** Биологические особенности декоративных растений природной флоры в Западной Сибири. Новосибирск, 2012. 179 с.
- Хессайон Д.Г.** Все о цветах в вашем саду. М., 2000. 160 с.
- Mabberly D.J.** The plant book. Avon. Cambridge University Press, 1987. 707 p.
- Aker S., Healy W.** The phytogeography of the genus *Alstroemeria* // *Herbertia*. 1990. V. 46, No. 2. P. 76–87.
- Bayer E.** Die Gattung *Alstroemeria* in Chile // *Mitt. Bot. Staatssamml.* 1987. No. 24. P. 1–362.
- Martorell M.** Historia y actualidad de la alstroemeria // S.E.H. Sociedad Espanola de Horticultura. 1992. No. 933. P. 11–12.
- Tombolato A.F.C., Mercuri A., Burchi G., Bianchini C., Schiva T.** Miglioramento genetic della *Alstroemeria* // *Convegno Ann. della Società Italiana di Genetica Agraria*. 1992. V. 36. P. 133–134.
- Traub H.P.** Breeders need description of *Alstroemeria* species // *Plant Life*. 1973. V. 29. P. 68–69.
- Tsuchiya T., Hang A., Heal W.E., Hughes H.** Chromosome studies in the genus *Alstroemeria*. I. Chromosome numbers in 10 cultivars // *Bot. Gaz.* 1987. V. 148 (3). P. 519–524.