

**УСТОЙЧИВОСТЬ АЗИАТСКИХ ГИБРИДОВ (ASIATIC HYBRIDS)  
ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ****STABILITY OF ASIATIC HYBRIDS WHEN INTRODUCED  
IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF WEST SIBERIA**

**Ключевые слова:** хлорофиллы, каротиноиды, Азиатские гибриды, пигменты, интродукция, бутонизация, цветение, плодоношение, декоративные растения, индикаторы.

В условиях северной лесостепи Западной Сибири впервые определено содержание основных пигментов фотосинтетического аппарата (хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов) в листьях сортов азиатских гибридов в разные фазы вегетации. Установлено, что внутрисортная изменчивость содержания хлорофиллов (*a* и *b*) средняя. Количество *a/b* у всех исследованных сортов находилось в пределах нормы, что свидетельствует о нормальной интенсивности фотосинтеза. Отношение *a+b/каротиноиды* играет не менее важную роль при характеристике работы фотосинтетического аппарата. Это соотношение в норме стабильно и очень чутко реагирует на изменения различных факторов среды. В среднем получены высокие значения *a+b/каротиноиды*, что указывает о наличии хороших механизмов адаптации сортов азиатских гибридов к внешним условиям среды. У большинства интродуцируемых сортов азиатских гибридов максимум накопления каротиноидов наблюдали в период бутонизации, что выражено в адаптивной реакции растений, направленной на повышение устойчивости фотосинтетического аппарата в более сухой сезонный период. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях сортов Азиатских гибридов показало, что проходящие изменения в составе пигментного комплекса можно рассматривать как индикаторы механизма адаптации сортов лилий к комплексу природно-климатических условий северной лесостепи Западной Сибири. По результатам исследования нами выделены 12 сортов Азиатских гибридов, с хорошо развитой пигментной системой.

**Keywords:** chlorophylls, carotenoids, Asiatic hybrids, pigments, introduction, budding, flowering, fruiting, ornamental plants, indicators.

Under the conditions of the northern forest-steppe of West Siberia, the content of the main pigments of the photosynthetic apparatus (chlorophylls *a* and *b*, carotenoids) in the leaves of varieties of Asian hybrids was determined for the first time at different growth phases. It was found that the intravarietal variability of the chlorophyll content (*a* and *b*) was average. The amount of *a/b* in all the varieties studied was within the normal range, which was indicative of normal photosynthetic intensity of. The ratio *a + b* to carotenoids plays equally important role in the characterization of the photosynthetic apparatus. This ratio is normally stable and very responsive to the changes of various environmental factors. On the average, high values of *a + b / carotenoids* ratio were obtained which indicated the existence of good mechanisms for adapting the varieties of Asian hybrids to external environmental conditions. In most introduced species of Asian hybrids, the maximum accumulation of carotenoids was observed during the budding period which was expressed in the adaptive response of plants aimed at increasing the stability of the photosynthetic apparatus during drier period of the growing season. The content of photosynthetic pigments in the leaves of the varieties of Asian hybrids has shown that the occurring changes in the composition of the pigment complex may be considered as indicators of the mechanism of adaptation of varieties of lilies to the complex of natural and climatic conditions of the northern forest-steppe of West Siberia. Based on the results of the study, we identified 12 varieties of Asian hybrids with a well-developed pigment system.

**Вронская Оксана Олеговна**, к.б.н., вед. н.с., Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово. E-mail: oksana\_vronski@mail.ru.

**Vronskaya Oksana Olegovna**, Cand. Bio. Sci., Leading Staff Scientist, Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry of the Siberian Branch of the Rus. Acad. of Sci., Kemerovo. E-mail: oksana\_vronski@mail.ru.

**Введение**

Род *Lilium L.* – семейство *Liliaceae*Juss. насчитывает около 105 видов и более 5 тыс. сортов. Азиатские гибриды (*Asiatic hybrids*) входят в первую группу Международной садовой классификации лилий [1, 2]. Они известны как декора-

тивные растения, которые используют для создания новых сортов лилий. Исследования этой культуры проводятся во многих регионах России и зарубежья [3-8]. Между ботаническими садами происходит обмен сортами азиатских гибридов. Это позволяет расширить сортимент коллекций,

обновить генофонд. Очень важно, чтобы растения успешно приспособились к комплексу природно-климатических условий района интродукции. Большое значение в этом вопросе имеет изучение пластичности фотосинтетического аппарата [9, 10], его способности приспосабливаться к изменяющимся условиям интродукции. Индикаторами устойчивости растений к комплексу природно-климатических условий служат параметры накопления фотосинтетических пигментов (хлорофилла *a*, *b*, каротиноидов) в листьях азиатских гибридов в разные фазы вегетации. А анализ этих параметров дает точное представление о приспособлении растений к условиям произрастания. В условиях северной лесостепи Западной Сибири впервые определено содержание основных пигментов фотосинтетического аппарата (хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов) в листьях сортов Азиатских гибридов в разные фазы вегетации, выявлена их индикаторная роль.

**Цель** работы – провести анализ устойчивости азиатских гибридов (*Asiatic hybrids*) при интродукции в северной лесостепи Западной Сибири.

**Задачи** работы: определить содержание основных пигментов фотосинтетического аппарата (хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов) в листьях сортов Азиатских гибридов в разные фазы вегетации; выявить сорта устойчивые к комплексу природно-климатических условий северной лесостепи Западной Сибири.

#### Объекты и методы

Исследования проводили в 2012-2014 гг. на территории Кузбасского ботанического сада (г. Кемерово), расположенного в северной части лесостепной зоны Западной Сибири. Климат района исследований – резко континентальный. Среднегодовая температура воздуха – 0,9°C. Наиболее высокая температура воздуха летом +35...+38°C, зимой – 57°C. Первые весенние заморозки с 28 мая по 11 июня. Первые осенние заморозки с 26 августа по 14 сентября. Среднегодовое количество осадков 450-500 мм. Высота снежного покрова от 47 до 72 см. Интродукционные популяции – 25 сортов Азиатских гибридов: Аэлита, Виринея, Восточная сказка, Жизель, Звездочка, Камилла, Козетте, Ласточка, Малинка, Народная, Одетта, Полюшко, Полюмя, Ретро, Розовая дымка, Рябинка, Флейта, Юлия, *Azurra*, *Alaska*, *Gold-Lode*, *Nove Cento*, *Pepper*, *Foryou*, *Whitetwinkle*. Количество хлорофиллов *a*, *b* и сумму каротиноидов определяли спектрофотометрическим мето-

дом с использованием методических разработок [11, 12]. Анализ выполнен на сканирующем СПЕКС ССП-705. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с использованием PAST 3. Для каждого параметра (*M*) вычисляли ошибку среднего значения ( $\pm m$ ) и коэффициент вариации (*V*).

#### Результаты и их обсуждение

В норме соотношение хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов составляет: хлорофилла *a* – 50%, хлорофилла *b* – 30%, каротиноидов – 20% [13]. Так как *L. pilosiusculum* является местным видом, хорошо адаптированным к условиям северной лесостепи Западной Сибири, показатели содержания пигментов его фотосинтетического аппарата сравнивали с интродуцируемыми сортами азиатских гибридов инорайонного происхождения. Установлено, что 19 сортов азиатских гибридов имели максимум накопления пигментов хлорофиллов (*a* и *b*) в период бутонизации, 4 – в период цветения, 2 – в период плодоношения. Наибольшее содержание хлорофиллов обнаружили в листьях *L. pilosiusculum* (*a*, 1,178±0,3 мг/г, *b*, 0,489±0,03 мг/г). При сравнении показателей содержания хлорофиллов местного вида с интродуцентами выяснили, что в среднем в листьях Ласточка, *Pepper*, *Foryou* содержание хлорофиллов близкое к *L. pilosiusculum* (*a*, 0,932-1,563 мг/г, *b*, 0,318-0,494 мг/г). Содержание хлорофиллов в листьях Розовая дымка (*a*, 0,501 мг/г, *b*, 0,203 мг/г) в 2 раза ниже, чем у местного вида. Внутривидовая и внутрисортная изменчивость содержания хлорофиллов средняя ( $V=0,1-9\%$ ). Количество хлорофилла *a* превышало в 2,5-3 раза содержание хлорофилла *b* на всех фенофазах развития в период вегетации лилий. Коэффициент вариации за годы наблюдений у сортов составлял  $V=0,01-8,37\%$ . Наибольший показатель ( $V=8,37\%$ ) отмечен у Розовой дымки. Стабильное содержание хлорофилла *a* и *b* наблюдали у гибрида Аэлита  $V=0,01\%$ . Одним из информативных показателей, характеризующих работу фотосинтетического аппарата, является отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* (*a/b*). Это отношение связано с активностью «главного» хлорофилла *a*, чем оно больше, тем интенсивнее фотосинтез. В норме этот показатель соответствует 2,2-3,0 мг/г сырого веса [14]. В результате исследования установлено, что 8 сортов имели наибольшее значение *a/b* в период бутонизации, 6 – в период плодоношения и 11 – в период цветения. При

сравнении средних показателей  $a/b$  выявлено, что эти показатели были выше у гибридов Ласточка (3,281 мг/г), Полымя (3,020 мг/г), чем у *L. pilosiusculum* (2,319 мг/г сырого веса). Количество  $a/b$  у всех исследованных сортов находилось в пределах нормы, что свидетельствует о нормальной интенсивности фотосинтеза. Наибольший коэффициент вариации  $a/b$  в период цветения составлял у сорта Флейта  $V=4,01\%$ , наименьший  $V=0,1\%$  у сорта Аэлита. Известно, что каротиноиды являются важным составляющим пигментной системы лилий. Установлено, что у большинства интродуцируемых сортов азиатских гибридов максимум накопления каротиноидов наблюдали в период бутонизации, что выражено в адаптивной реакции растений, направленной на повышение устойчивости фотосинтетического аппарата в более сухой сезонный период. Количественное содержание каротиноидов в листьях *L. pilosiusculum*

(0,368 мг/г) было достоверно одинаковым с сортами Ласточка (0,305 мг/г) и Козетте (0,393 мг/г), что 1,7 раз больше, чем в листьях сорта Восточная сказка (0,221 мг/г). Отношение  $a+b$ /каротиноиды играет не менее важную роль при характеристике работы фотосинтетического аппарата. Это соотношение в норме стабильно и очень чутко реагирует на изменения различных факторов среды. К периоду плодоношения как у *L. pilosiusculum*, так и у интродуцированных сортов наблюдали тенденцию к уменьшению соотношения  $a+b$ /каротиноиды, что свидетельствует о снижении светособирающей функции пигментного комплекса под воздействием неблагоприятных температурных условий. В среднем получены высокие значения  $a+b$ /каротиноиды, что указывает о наличии хороших механизмов адаптации сортов азиатских гибридов к внешним условиям среды (рис.).

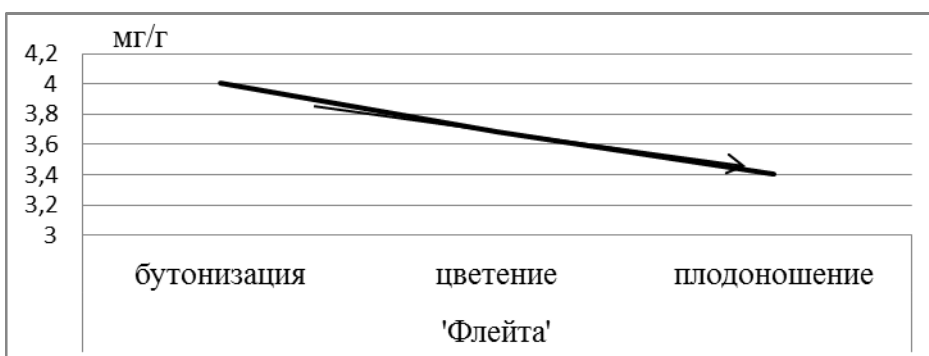
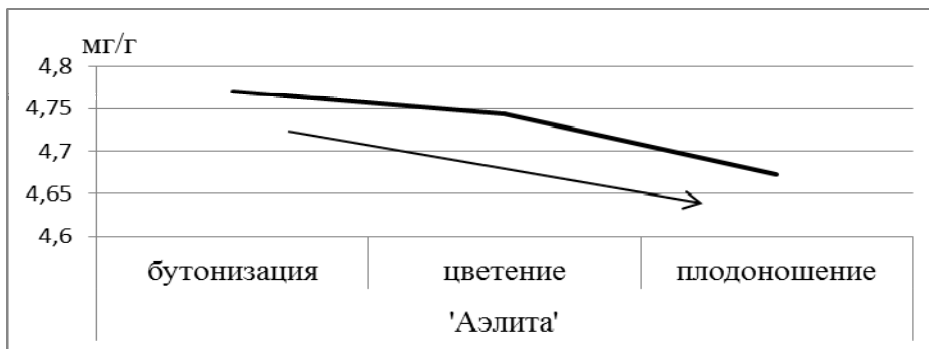


Рис. Динамика  $a+b$ /каротиноиды на разных фенофазах развития в листьях азиатских гибридов

### Заключение

Таким образом, содержание фотосинтетических пигментов в листьях сортов азиатских гибридов показали, что проходящие изменения в составе пигментного комплекса можно рассматривать как индикаторы механизма адаптации сортов лилий к комплексу природно-климатических условий северной лесостепи Западной Сибири. У большинства сортов по всем показателям значения соответствовали норме. Это значит, что сформированность фотосинтетического аппарата растений, его работа обеспечивали наличие мощной защитной пигментной системы, что позволяло сортам азиатских гибридов в течение вегетационного сезона хорошо развиваться. По результатам исследования нами выделены сорта азиатских гибридов с хорошо развитой пигментной системой: лилии из раздела I. Гибриды Азиатские: Аэлита, Виренея, Звездочка, Камилла, Одетта, Полюшко, Ретро, Юлия, Alaska, GoldLode, Pepper, 4 you.

### Библиографический список

1. The International Lily Register. The Royal Horticultural Society. – London, 1982. – 377 p.
2. The International Lily Register and checklist 2007. – The Royal Horticultural Society, 2007. – 948 p.
3. Завадская Л.В. Селекция лилий в ЦБС НАН Беларуси // Современные направления деятельности ботанических садов и держателей ботанических коллекций, по сохранению биоразнообразия растительного мира. – Минск, 2005. – С. 241-244.
4. Кикоть Л.М. История создания и современное состояние коллекции лилий отдела цветочно-декоративных растений НБС НАП Украины // Современные направления деятельности ботанических садов и держателей ботанических коллекций по сохранению биоразнообразия растительного мира: сб. материалов. – Минск, 2005. – С. 99-100.
5. Lim, K.-B., van Tuyl, J.M. Lily, *Lilium* hybrids. In: N.O. Anderson (ed.), Flower breeding and genetics: issues, challenges and opportunities for the 21st century, Ch. 19. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2006.
6. Guven S., Okur S., Demirel M., et al. Pollen morphology and anatomical features of *Lilium* (*Liliaceae*) taxa from Turkey // *Biologia*. – 2014. – Vol. 69 (9): 1122-1133. DOI: 10.2478/s11756-014-0416-2.
7. Lim K.B., Younis A., Park J.T., Hwang Y.J. Exploitation of diversity for morphological traits in *Lilium*

*tsingtauense* under different habitats // *Not. Sci. Biol.* – 2014. – Vol. 6: 178-184.

8. Вронская О.О. Морфологические особенности рода *Lilium* L. Приинтродукции в Кузбасском ботаническом саду // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23469> (дата обращения 07.05.2018).

9. Lim, K.-B., van Tuyl, J.M. Lily, *Lilium* hybrids. In: N.O. Anderson (ed.), Flower breeding and genetics: issues, challenges and opportunities for the 21st century, Ch. 19. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2006.

10. Guven S., Okur S., Demirel M., et al. Pollen morphology and anatomical features of *Lilium* (*Liliaceae*) taxa from Turkey // *Biologia*. – 2014. – Vol. 69 (9): 1122-1133. DOI: 10.2478/s11756-014-0416-2.

11. Lim K.B., Younis A., Park J.T., Hwang Y.J. Exploitation of diversity for morphological traits in *Lilium tsingtauense* under different habitats // *Not. Sci. Biol.* – 2014. – Vol. 6: 178-184.

12. Шлык А.А. Биосинтез хлорофиллового аппарата. Современные проблемы фотосинтеза. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – С. 85-108

13. Lichtenhaler H.K., Wellburn A.R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents // *Biochem. Soc. Trans.* – 1983. – Vol. 11 (5): 591-598. DOI: 10.1042/bst0110591.

14. Максимова Е.В., Косицына А.А., Макурина О.Н. Влияние антропогенных факторов химической природы на некоторые эколого-биохимические характеристики растений // *Вестник СамГУ*. – 2007. – № 8 (58). – С. 146-152.

15. Титова М.С. Содержание фотосинтетических пигментов в хвое *Picea abies* и *Picea koraiensis* // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2010. – № 12-1 (118-1). – С. 9-12.

### References

1. The International Lily Register. The Royal Horticultural Society. – London, 1982. – 377 p.
2. The International Lily Register and checklist 2007. – The Royal Horticultural Society, 2007. – 948 p.
3. Zavadskaya L.V. Seleksiya liliy v TsBS NAN Belarusi // *Sovremennye napravleniya deyatel'nosti botanicheskikh sadov i derzhateley botanicheskikh kollektiy, po sokhraneniyu bioraznoobraziya rastitel'nogo mira*. – Minsk, 2005. – S. 241-244.

4. Kikot L.M. Istoriya sozdaniya i sovremennoe sostoyanie kolleksii liliy otdela tsvetochno-dekorativnykh rasteniy NBS NAL Ukrainy // *Sovremennye napravleniya deyatel'nosti botanicheskikh sadov i derzhatelye botanicheskikh kolleksiy po sokhraneniyu bioraznoobraziya rastitelnogo mira: sb. materialov.* – Minsk, 2005. – S. 99-100.
5. Lim, K.-B., van Tuyl, J.M. Lily, *Lilium* hybrids. In: N.O. Anderson (ed.), *Flower breeding and genetics: issues, challenges and opportunities for the 21st century*, Ch. 19. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2006.
6. Guven S., Okur S., Demirel M., et al. Pollen morphology and anatomical features of *Lilium* (*Liliaceae*) taxa from Turkey // *Biologia.* – 2014. – Vol. 69 (9): 1122-1133. DOI: 10.2478/s11756-014-0416-2.
7. Lim K.B., Younis A., Park J.T., Hwang Y.J. Exploitation of diversity for morphological traits in *Lilium tsingtauense* under different habitats // *Not. Sci. Biol.* – 2014. – Vol. 6: 178-184.
8. Vronskaya O.O. Morfologicheskie osobennosti roda *Lilium* L. Pri introduksii v Kuzbasskom botanicheskom sadu [Elektronnyy resurs] // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya.* – 2015. – № 6. – <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23469> (data obrashcheniya 07.05.2018).
9. Lim, K.-B., van Tuyl, J.M. Lily, *Lilium* hybrids. In: N.O. Anderson (ed.), *Flower breeding and genetics: issues, challenges and opportunities for the 21st century*, Ch. 19. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2006.
10. Guven S., Okur S., Demirel M., et al. Pollen morphology and anatomical features of *Lilium* (*Liliaceae*) taxa from Turkey // *Biologia.* – 2014. – Vol. 69 (9): 1122-1133. DOI: 10.2478/s11756-014-0416-2.
11. Lim K.B., Younis A., Park J.T., Hwang Y.J. Exploitation of diversity for morphological traits in *Lilium tsingtauense* under different habitats // *Not. Sci. Biol.* – 2014. – Vol. 6: 178-184.
12. Shlyk A.A. Biosintez khlorofillovogo apparata. *Sovremennye problemy fotosinteza.* – M.: Izd-vo MGU, 1973. – S. 85-108.
13. Lichtenhaler H.K., Wellburn A.R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents // *Biochem. Soc. Trans.* – 1983. – Vol. 11 (5): 591-598. DOI: 10.1042/bst0110591.
14. Maksimova Ye.V., Kositsyna A.A., Makurina O.N. Vliyanie antropogennykh faktorov khimicheskoy prirody na nekotorye ekologo-biokhimicheskie kharakteristiki rasteniy // *Vestnik SamGU.* – 2007. – № 8 (58). – S. 146-152.
15. Titova M.S. Soderzhanie fotosinteticheskikh pigmentov v khvoe *Picea abies* i *Picea koraiensis* // *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta.* – 2010. – № 12-1 (118-1). – S. 9-12.

