

## ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ПЕРВОЦВЕТА МЯГКОЛИСТНОГО (*PRIMULA MALACOIDES* FRANCH.) ВЫРАЩЕННОГО В КАУНАССКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Шлапакаускас В., Варкулявичене Ю.

Представлены данные о продуктивности выращиваемого в Каунасском Ботаническом саду (Литва) и селекционируемого с 1946 г. первоцвета мягколистного (*Primula malacoides* Franch.) и корреляции флуоресценции с продуктивностью цветения и морфологическими признаками декоративности. Объектом исследования были пять сортов (*Jadvuga*, *Linkėjimai Latvijai*, *Lietuvaitė*, *Jaunystė*, *Pasaka*) и четыре новых оригинальных гибрида (*Žydrė*, *Vakarė*, *Rubinas*, *Margutė*) внесенных в регистр декоративных растений Литвы. Декоративность первоцвета была оценена путём модифицированной методики морфометрического анализа в ходе развития растений. Параметрами декоративности были выбраны цвет лепестков околоцветников форма лепестков, тип соцветий. Была определена высота и диаметр растений, соцветий, ширина, длина и количество листьев как основные показатели продуктивности растений. Гибриды *Žydrė* и *Vakarė* обладали большей продуктивностью соцветий и семян, выявлена закономерность отрицательной корреляции между диаметром соцветий и высотой растений. Флуоресценция ( $F_t$  и  $F_m$ ) а также производительность ( $Y$ ) и скорость транспорта электронов (ETR) второй фотосинтетической системы листьев первоцвета обладали коррелятивными связями с декоративностью и продуктивностью исследуемых растений.

Род *Primula* L. распространен на средней субтропической и арктической полосах северного полушария и представлен 400-ми видами [Griffits, 1997]. Самый большой ареал распространения рода включает западную и среднюю Европу, юг Скандинавских стран, западные и северные районы европейской части России, страны Балтийского моря, Сибирь, Дальний Восток, Монголию [Meusel et al., 1978; Ворошилов, 1982; Федоров, Артюшенко, 1979]. Отдельные виды также распространены за пределами экватора, в Южной Америке, в Китае и других регионах [Вальтер, 1982; Егорова, 1977; Фукарек и др. 1982]. В естественных условиях Литвы распространены два вида первоцвета – *P.veris* L. и *P.farinosa* [Jankevičienė, 1976; Балявичене, 1991].

Выбранная объектом исследования *P.malacoides* Franch. происходит из юго-западного Китая (высота над уровнем моря: 2000 – 3000 м; средняя температура 16-17°С, годовая норма осадков – 1000 мм [Smith, 1936; Nieke, 1962]. Впервые в Великобританию семена *P.malacoides* были привезены Г.Ворстером в 1906 г. В дальнейшем выращивание и селекция *P.malacoides* привлекло внимание цветоводов Германии, Швейцарии, Чехии и других стран.

Селекция *P.malacoides* в Литве впервые была начата в 1946 г. сотрудницей Каунасского Ботанического сада О.Скейвене. Были выведены (1966 г.) 4 сорта. В дальнейшем были созданы и апробированы новые оригинальные гибриды [Varkulevičienė, 2002]. С целью усовершенствования и ускорения селекционной работы кроме модифицированной морфометрической методики [Клейн, 1974; Зайцев, 1984], применили флуоресцентный анализ полученных гибридов. Было установлено, что основные параметры флуоресценции второй фотосинтетической системы могут быть применены в качестве дополнительных критериев оценки результатов селекционной работы и ускорении этого процесса.

### Место и методы исследований

Опытные растения первоцвета (*P.malacoides*) выращивались в оранжерии Каунасского Ботанического сада. Площадь опытной делянки 75 м<sup>2</sup>, на которой в течении июля-апреля выращивалось 1000 растений первоцвета. Посев проводился в смесь компостной почвы, торфа и песка (1: 1: 0,5) при температуре 18-20°С и 73% относительной влажности воздуха. Посадка рассады в почву проводилась через месяц после посева семян. В сентябре при снижении температуры до 8-10°С, относительной влажности до 70% и освещения до 700-900 люксов, растения пересаживались в горшки диаметром 10 см и выращивались до апреля месяца т.е. до созревания семян.

В течении 1984-2003 лет по указанной методике выращивали сорта и гибриды первоцвета. Морфологические показатели определяли по модифицированной морфометрической методике применяя корреляционно-регрессивный анализ для сравнения признаков и связи между ними у отдельных сортов и гибридов.

Продуктивность цветения определена методом количественного учета [Васильева, 1973], окраска лепестков по международной шкале [RHS Colour Chart, 1995]. В качестве параметров флуоресценции хлорофилла были определены: минимальная ( $F_t$ ) и максимальная ( $F_m$ ) флуоресценция, скорость (ETR) и производительность ( $Y$ ) транспорта электронов второй фотосинтетической системы. Параметры определены флуориметром хлорофилла PAM-210 (Chlorophyll fluorometr PAM, Walz GMBH, 1997). Производительность транспорта электронов ( $Y$ ) подсчитана по формуле  $Y = (F_m - F_t) : F_m$ , а скорость транспорта электронов по формуле  $ETR = C \times 0,5 \times FAR \times Y$ , где  $c$  - часть абсорбированного света (обычно 0,84), 0,5 – часть фотосинтетически активной радиации на вторую фотосинтетическую систему, FAR – интенсивность фотосинтетически активной радиации

( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) [Joshi, 1995; Karukstis. 1991; Ozolon čius, 1995].

Статистический анализ данных выполнен методом дисперсионного анализа с применением программы ANOVA [Tarakanovas, 1999]. Зависимость между отдельными признаками определена с помощью программы Sigmastat [Sakalauskas, 1998]. Данные флуоресценции обработаны при помощи Data Acquisition Software DA-TEACH [Schreiber, 1997].

### Результаты исследований

Наряду с другими декоративными растениями первоцвет оценивается по качеству цветков, привлекающим внимание качественными признаками. Декоративность первоцвета интегрирует ряд морфологических и качественных показателей, которые суммируются и выражается в баллах декоративности.

**Таблица 1. Высота растений и розетки, диаметр розетки у сортов (v) и гибридов (h) первоцвета. Средние данные за 1999- 2003 г.**

Сорт, гибрид	Высота растений			Розетка					
	X	±SX	CV %	ДИАМЕТР, CM			ВЫСОТА, CM		
				X	± SX	CV %	X	± SX	CV %
Jadvyga (v)	26,98	0,14	8,26	26,57	0,19	11,65	10,62	0,09	8,41
Linkėjimai Latvijai (v)	25,92	0,10	6,03	25,09	0,13	7,96	10,79	0,10	9,72
Lietuvaitė (v)	28,75	0,12	6,87	26,80	0,13	8,22	10,20	0,07	6,53
Jaunystė (v)	27,43	0,13	7,79	26,58	0,11	6,85	11,42	0,07	6,20
Žydrė (h)	19,56	0,09	6,56	18,81	0,11	7,69	8,59	0,08	8,51
Vakarė (h)	23,74	0,06	3,66	23,46	0,10	6,82	9,70	0,07	7,47
Rubinas (h)	17,55	0,11	8,33	18,23	0,08	5,74	7,83	0,08	9,33
Margutė (h)	24,89	0,10	6,39	26,03	0,11	6,88	11,02	0,05	4,35

**Таблица 2. Количество цветоносов и мутовок на цветоносах а также бал декоративности сортов (v) и гибридов (h) первоцвета. Средние данные за 1999 – 2003 г.**

Сорт, гибрид	Количество (единиц) цветоносов			Количество мутовок на цветоносе, (единиц)		Количество цветков, (единиц)		Балл декоративности
	X	±Sx	Cv %	общий цветонос	боковой цветонос	на основном цветоносе	на боковом цветоносе	
Linkėjimai Latvijai (v)	8,70	0,20	21,44	4,0	3,0	26,2	18,1	49
Lietuvaitė (v)	11,28	0,20	18,84	5,0	4,0	33,4	27,2	48
Jaunystė (v)	9,60	0,20	20,42	5,0	4,0	25,7	18,1	39
Žydrė (h)	8,73	0,20	21,42	4,0	3,0	34,3	23,0	54
Vakarė (h)	9,03	0,20	21,06	5,0	4,0	38,5	30,7	53
Rubinas (h)	8,70	0,20	21,44	4,0	3,0	21,7	19,8	54
Margutė (h)	10,13	0,20	19,90	4,0	3,0	32,4	29,4	51

Характеристика цветоношения сортовых и гибридных растений неоднозначна. Количество цветоносов на кусте сортовых растений по сравнению с гибридами была незначительно больше, но количество мутовок на общих и боковых цветоносах было примерно равным (

Таблица 2). Однако количество цветков на основных цветоносах и, особенно, на боковых цветоносах было больше у гибридных растений по сравнению с сортовыми. Цветоношение и другие показатели гибридных растений определили и их больший средний балл декоративности (53) по сравнению с сортовыми растениями (47).

В упомянутую сумму входит 23 показателя, из которых каждый оценивается в трехбалльной системе. Основные критерии декоративности: компактность куста, высота растений и розетки, диаметр розетки, параметры листьев, цветоноса, мутовок, цветка, развитие корневой системы и характеристика семян.

В данном анализе внимание сосредоточили на высоте растений, диаметре и высоте розетки, количестве цветоносов, количестве мутовок на цветоносе, количестве цветков и на суммарном балле декоративности, включающем и другие показатели.

Существенная разница между ранее выведенными сортами (v) и новыми гибридами (h) первоцвета выражается в меньшей высоте растений, диаметре и высоте розетки гибридных растений по сравнению с представителями сортовых растений (Таблица 1).

Объектом исследования также было сопоставление продуктивности и декоративности первоцвета мягколистного с флуоресценцией хлорофиллов второй фотосинтетической системы. Флуоресценция, будучи процессом отражения поглощенных лучей света, показывает возможности фотосинтетической системы является индикатором процессов проходящих в тилакоидах и строме [Schreiber, 1997]. Упрощенное

уровнение зависимости флуоресценции с фотохимическими реакциями может быть выражена в соответствии с первым законом термодинамики в виде: флуоресценция + фотохимия + теплота = 1

Измерив флуоресценцию и теплоту, можно судить об третьем неизвестном – фотохимии. Современные флуорометры дают возможность измерять флуоресценцию на минимальном и максимальном уровнях световой радиации и таким образом также характеризовать потенциальные возможности фотосинтетической системы. Особенно информативными и интегрирующими показателями фотосинтетических систем является продуктивность транспорта электронов (Y) и скорость транспорта электронов (ETR).

Минимальная флуоресценция фотосинтетических систем отдельных сортов и гибридов первоцвета отличались незначительно, но максимальная флуоресценция гибридов была значительно выше по сравнению с сортовыми растениями (Таблица 3).

**Таблица 3. Основные показатели флуоресценции второй фотосинтетической системы листьев сортов (v) и гибридов (h) первоцвета**

Сорт, гибрид	Флуоресценция		Производительность транспорта электронов, Y	Относительная скорость электронов
	минимальная	максимальная		
Jadvyga (v)	0,18	0,75	0,75	3,15
Linkėjimai Latvijai (v)	0,31	1,12	0,78	3,27
Lietuvaitė (v)	0,17	0,82	0,79	3,31
Jaunystė (v)	0,16	0,85	0,80	3,36
Žydrė (h)	0,17	1,12	0,79	3,31
Vakarė (h)	0,22	1,18	0,80	3,36
Rubinas (h)	0,21	1,02	0,98	4,10
Margutė (h)	0,25	1,15	0,78	3,27
R <sub>05</sub>	0,059	0,113	0,120	0,127

Примечания: Условия определений показателей флуоресценции

F<sub>t</sub> – поток модулирующего света 32 Hz частоты

F<sub>m</sub> – поток насыщающего света 8 kHz частоты

Y = (F<sub>m</sub> – F<sub>t</sub>) : F<sub>m</sub>, частота света 8 kHz

ETR = 0,5 · 0,84 · FAR · Y, FAR – фотосинтетически активная радиация 10 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>.

### Литература

Балявичене Ю. Синтаксономо-фитогеографическая структура растительности Литвы. Вильнюс: Моклас, 1991. 220 с.

Вальтер Т. Общая геоботаника. Москва: Мир, 1982. 264 с.

Васильева М.Ю. Методические указания по первичному сортоизучению травянистого пиона. Ленинград, 1972. 25 с.

Ворошилов В.Р. Определитель растений советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 672 с.

Егорова Е.М. Дикорастущие декоративные растения Сахалина и Курильских островов. М.: Наука, 1977. 254 с.

Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1984. 420 с.

Клейн Р.М., Клейн Д.Т. Методы исследования растений. М., 1974. 527 с.

Аналогичные закономерности также получены после подсчета скорости транспорта электронов (ETR).

Положительная корреляция продуктивности и декоративности первоцвета мягколистного с флуоресцентными показателями второй фотосинтетической системы дает возможность применить флуоресцентный метод для ранней индикации положительных признаков. Такая возможность является особенно перспективной при применении ускоренных методов селекции и особенно при выращивании растений методом изолированных клеток и тканей.

Наибольшая скорость транспорта электронов второй фотосинтетической системы фотосинтеза была у гибридных растений первоцвета мягколистного обладающих более крупными цветками и семянами, яркой окраской листьев, большим баллом декоративности.

Скейвене О. *Primula malacoides* Franch. *Hybrida Jadvyga* // Труды И-та биологии Акад. наук. Литвы, Т. I, 1951. С. 153-157.

Федорова А.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Л.: Наука, 1979. 296 с.

Фукарек Ф., Хемпель В., Хюбель Г., Шустер Р., Суков М. Растительный мир Земли. М.: Мир, 1982. 184 с.

Joshi MK and Mohanty P. Probing photosynthetic performance by chlorophyll a fluorescence: Analysis and interpretation of fluorescence parameters. *J Sci Ind Res* 54, 1995. - P.155 - 174.

Griffiths M. *Index of Garden Plants*. Bath, 1997. - 657 p.

Hieke K. *Hodnoceni europskeho sortimentu Primula malacoides* Franch. // *Acta pruhoniana*, 1962. - P. 73-80.

- Jankevičienė R. *Botanikos vardų žodynas*. V., 1998.- 523 p.
- Karukstis KK. Chlorophyll fluorescence as a physiological probe of the photosynthetic apparatus. In: Scheer H (ed) *Chlorophylls*, CRC Press, Boca Raton. 1991.- P.769 - 795.
- Meusel H., Jager E., Rauschert St., Weinert E. *Vergleichenche chorologie der zentraleuropaischen Flora II*. Jena, 1978.- 583 p.
- Anonymous R.H.S. *Color Chart*. The Royal Horticultural Society. London, 1995.
- Ozolinčius R. Chlorofilo fluorescencijos taikymas mežio būklei vertinti. *Miškininkystė*, 35, -K., 1995. P.94 -106.
- Schreiber U. Chlorophyll fluorescence and photosynthetic energy conversion: simple introductory experiments with the Teoching chlorophyll fluorometer // Walz GmbH, Germany, 1997.-P.1-73.
- Smith W.W. *New primulas from the Himalaya, Tibet, China and Burma*.- *Notes Roy.bot. Garden Edinburgh*, Vol. 19, No 93, 1936.-P.167-174.
- Tarakanovas P. Statistinių duomenų apdorojimo programų paketas // *Selekcija*. - LŽI, 1999.- 57 p
- Varkulevičienė J. Švelniosios raktazolės (*Primula malacoides* Franch.) biologinių savybių tyrimų metodika // *VDU Kauno botanikos sodo raštai*. T.X – K., 2002.-P.47-55.

**FLUORESCENTIC EVALUATION PRODUCTIVITY OF THE PRIMROSE (*PRIMULA MALACOIDES* FRANCH.) IN KAUNAS BOTANICAL GARDEN**

**Šlapakauskas V., Varkulevičienė J.**

*Productivity and decorativity of four earlier legalized varieties of primrose (*Primula malacoides* Franch.) Jadvyga, Linkėjimai Latvijai, Lietuvaitė and Jaunystė and four new-created hybrids Žydrė, Vakarė, Rubinas and Margutė are grown in the collection of greenhouse and compared with fluorescentic parameters chlorophyll of second photosintetical system. The productivity of plants was determinated using the method of quantitative account the harvest of dryseeds, morphometric data of morphological characteristics as weel correlation-regressive analysis for data comparison and establishment of interrelations and their dependence. Hybridš Žydrė and Vakarė stood and with bigger amount of flowers and seed productivity in comparison with varietie and the highest ornamental quality. Comparising fluorescentic parameters ( $F_i$  and  $F_m$ ) of varieties and hybrids leaves of primrose show the same tendencies: the both parameters are the kowest in varietes and highest in hybrids. The relative rate of electron transport (ETR) is connected with plant morphological characteristics.*

Проф. др. Витаутас Шлапакаускас, К-ра Ботаники Литовской с.х. У, Каунас, Академия, Литва LT-4324 [BO@nora.lzua.lt](mailto:BO@nora.lzua.lt)

Др. Юдита Варкулевичене, Каунасский Ботанический сад, Каунас, Литва. LT- 4324 [juditav@centras.lt](mailto:juditav@centras.lt)