

Pulsatilla flavescens – типичное степное растение, ксерофит, предпочитающий условия низкого увлажнения. В засушливых условиях природных местообитаний показатели семенной продуктивности и коэффициента семинификации значительно выше.

Литература

1. Данилова Н.С., Борисова С.З., Иванова Н.С. Декоративные растения Якутии: атлас-определитель. – М.: ЗАО «Фитон+», 2012. – 248 с.
2. Макаров А.А. Лекарственные растения Якутии и перспективы их освоения. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 264 с.
3. Данилова Н.С., Борисова С.З. Онтогенез *Pulsatilla flavescens* (*Ranunculaceae*) в условиях интродукции в Центральной Якутии // Растительные ресурсы. – 2010. – Т. 46, Вып. 2. – С. 13–17.
4. Гаврилова М.К. Климат Центральной Якутии. – Якутск: Кн. изд-во, 1973. – 150 с.
5. Бейдеман И.Н. Изучение фенологии растений // Полевая геоботаника. – М.;Л.: Наука, 1960. – Т. 2. – С. 333–368.
6. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семья. – Л.: Наука, 1990. – 204 с.
7. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика к экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
8. Семена цветочных культур. Правила приемки и методы определения качества. ГОСТ 24933.0-81 – ГОСТ 24933.3-81. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1981. – 52 с.
9. Вайнагий И.В. Методика определения семенной продуктивности представителей семейства лютиковых // Бюл. ГБС. – 1990. – Вып. 155. – С. 86–90.
10. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. – 1974. – Т. 59, № 6. – С. 826–831.



УДК 582.573.81:581.134.6

Л.Л. Седельникова, Т.А. Кукушкина

СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ ГРУПП СОЕДИНЕНИЙ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ *ORNITHOGALUM UMBELLATUM* (*HYACINTHACEAE*)

Проанализирован количественный состав запасных веществ вегетативных органов *Ornithogalum umbellatum* в течение трех вегетационных периодов. Впервые в условиях лесостепной зоны Западной Сибири установлена динамика накопления сахаров, крахмала, сапонинов, аскорбиновой кислоты, пектинов, протопектинов, катехинов, флавонолов в листьях и луковицах у данного вида.

Ключевые слова: луковица, лист, птицемлечник зонтичный, сахар, крахмал, сапонины, аскорбиновая кислота, флавонолы, пектины, протопектины, катехины, Западная Сибирь.

L.L. Sedelnikova, T.A. Kukushkina

THE CONTENT OF SOME COMBINATION GROUPS OF THE VEGETATIVE ORGANS IN *THE ORNITHOGALUM UMBELLATUM* (*HYACINTHACEAE*)

The quantitative composition of the stock substances in the *Ornithogalum umbellatum* vegetative organs during three vegetative periods is analyzed. For the first time in the Western Siberia forest-steppe zone conditions the accumulation dynamics of sugars, starch, saponins, ascorbic acid, pectins, protopectins, catechines, flavonols in this species leaves and bulbs is determined.

Key words: bulb, leaf, *Ornithogalum umbellatum*, sugar, starch, saponins, ascorbic acid, flavonols, pectins, protopectins, catechines, Western Siberia.

Введение. При введении в культуру декоративных луковичных растений особое место занимают не только их биоморфологические особенности в новых условиях обитания, но и биохимические сведения о накоплении биологически активных веществ в вегетативных органах. Среди луковичных эфемероидов известен род *Ornithogalum* L., в котором около 300 видов, представленных шестью под родами [Агапова, 1977]. Нами интродуцирован птицемлечник зонтичный – *Ornithogalum umbellatum* L., очень полиморфный вид [Седельникова, 2002]. Полиморфизм этого вида обусловлен высокой степенью адаптации к крайне экстремальным условиям существования в природе. Сведений о биохимическом составе вегетативных органов и их изменчивости в литературе не обнаружено. Изучен состав запасных веществ у некоторых луковичных интродуцентов [Седельникова, Кукушкина, 2009 а, б, 2013]. Обусловленность настоящего исследования связана с отсутствием данных о содержании запасных веществ в надземных и подземных органах птицемлечника зонтичного.

Цель работы. Изучение динамики накопления некоторых групп соединений в вегетативных органах *Ornithogalum umbellatum* для выявления возможностей их адаптации в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в Центральном сибирском ботаническом саду (ЦСБС) СО РАН в течение 2010–2012 гг. с мая по сентябрь. Опытные растения выращивали с 1984 г. на интродукционном участке лаборатории декоративных растений, расположенном в юго-восточном районе Приобья г. Новосибирска. В работе использованы луковицы и листья *Ornithogalum umbellatum* L. – птицемлечника зонтичного из семейства *Hyacinthaceae* Batsch – гиацинтовых. В природе обитает в Европе и Северной Африке в степях и лесных лугах [Комендар, Мезев, 1986]. Это ранневесенний луковичный эфемероид, зимующий в условиях лесостепной зоны Западной Сибири [Седельникова, 2002].

Определяли количественный состав пектинов, протопектинов, катехинов, сахаров, крахмала, сапонинов и аскорбиновой кислоты в луковицах в течение вегетационного периода (май, июль, сентябрь). Пробы для анализа (навеска 5–10 г) брали в соответствии с фенофазами развития растений: вегетация и массовое цветение – II декада мая, летний покой – II декада июля, предзимье – III декада сентября. Использовали свежесобранное сырье. Пектиновые вещества определяли карбазольным методом; сахара по методу А.С.Швецова и Э.Х.Лукияненко; катехины спектрофотометрическим методом; крахмал методом кислотного гидролиза; сапонины весовым методом (сырой сапонин) [Государственная ..., 1968; Методы ..., 1987; Киселева и др., 1991; Бородова и др., 1993; Кукушкина и др., 2003]. Определения проводили в трехкратной повторности.

Результаты исследований и их обсуждение. За годы исследования нами установлено высокое содержание аскорбиновой кислоты в листьях *O. umbellatum* в 2010–2011 гг. (86–89,6 мг%), а в более засушливый и теплый вегетационный период 2012 г. – 132,9 мг% (рис.1, а). Что касается содержания флавонолов, то их количество составляло от 1,6 % (2011г.) до 2,1 % (2012 г.). Однако в более теплом, умеренно увлажненном 2010 г. их значение было наибольшим и составляло 2,8 % (рис.1,б). Относительно накопления сахаров в надземных органах установлены сравнительно разные показания за годы исследования. Так, в теплый засушливый период 2012 г. наблюдали наибольшее содержание сахара (30,71%) по сравнению со слабозасушливым периодом 2011 г. (1,65 %). Содержание пектинов и протопектинов было сравнительно стабильным. Однако установлено, что протопектинов в 4 раза больше, чем пектинов. Содержание катехинов в 2011 г. было в 4–5 раз больше, чем в другие годы. По сапонинам стабильность наблюдали в 2011–2012 гг. (5,6–5,8 %), но в 2010 г. их содержание в листьях составляло 9,97 % (рис.2).

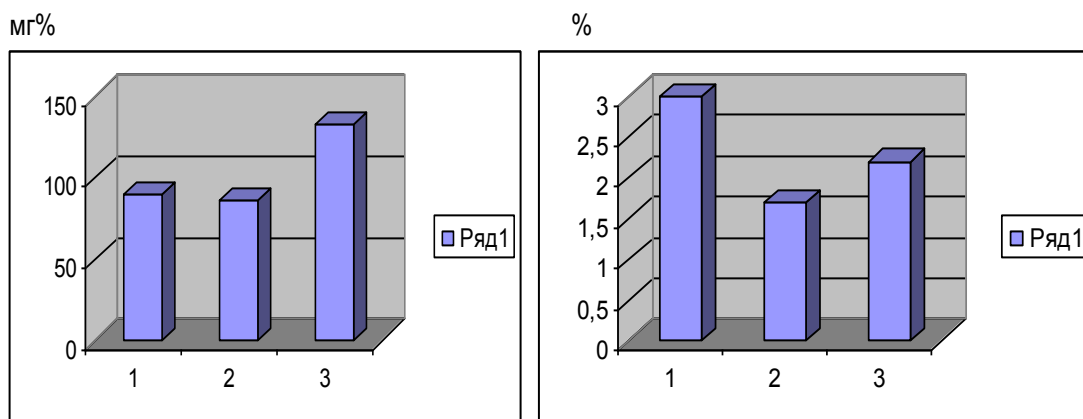


Рис. 1. Содержание аскорбиновой кислоты (а) и флавонолов (б) в надземных органах *Ornithogalum umbellatum* в мае месяце: 1 – 2010 г.; 2 – 2011 г.; 3 – 2012 г.

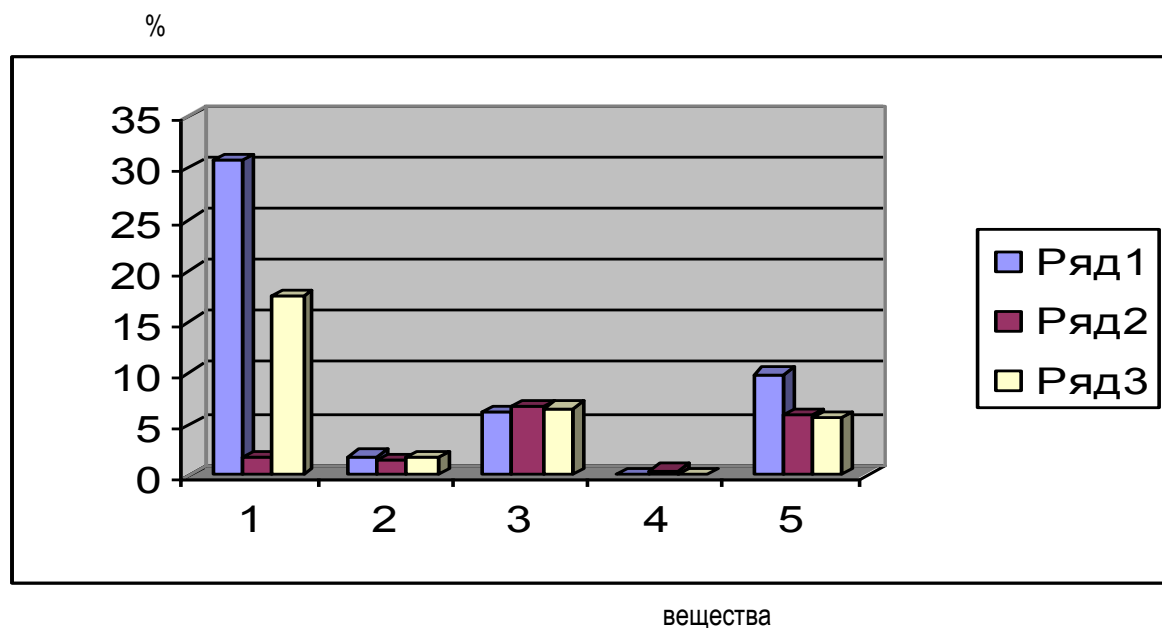


Рис. 2. Содержание сахаров (1), пектинов (2), протопектинов (3), катехинов (4), сапонинов (5) в надземных органах *Ornithogalum umbellatum* в мае месяце: ряд 1 – 2010 г., ряд 2 – 2011 г., ряд 3 – 2012 г.

В подземных органах за два года наблюдений (2010–2011 гг.) нами отмечено, что в луковицах весной, после зимнего покоя содержание аскорбиновой кислоты 6,4–14,4 мг%, а к предзимью оно снижается. Однако в засушливый период 2012 г. отмечено интенсивное накопление аскорбиновой кислоты в летний период относительного покоя (21,5 мг%) и понижение к предзимью (16,3 мг%). Содержание пектинов и протопектинов весной в 1,5 раза больше по сравнению с предзимьем. Причем количественное содержание протопектинов в 2 раза больше по сравнению с пектинами в течение всех вегетационных периодов. Только в июле 2010 г. их показания отличались незначительно. По содержанию катехинов отмечена стабильность во все годы наблюдений (0,02–0,04 %). Данные по количественным показателям сапонинов позволили установить, что в теплый умеренно увлажненный (2010 г.) и засушливый (2012 г.) вегетационные периоды к предзимью их содержание в 2–3 раза больше в луковицах, чем весной. Однако при ранней теплой весне 2011 г. в мае месяце сапонинов обнаружено в 3 раза больше, чем в летне-осенний период (табл.).

Биохимические показатели веществ в луковицах *Ornithogalum umbellatum* в условиях Новосибирска за 2010–2012 гг.

Год	Месяц	Аскорбино- вая кисло- та, мг%	Сахара, %	Пектины, %	Протопек- тины, %	Катехины, %	Сапони- ны, %
2010	Май	14,38	4,95	3,36	6,52	0,03	3,04
	Июль	14,68	0,86	3,34	3,95	0,03	7,35
	Сентябрь	5,69	2,54	2,75	5,42	0,04	10,55
2011	Май	6,43	9,72	2,75	7,41	-	49,18
	Июль	6,50	1,33	1,86	3,82	0,03	14,76
	Сентябрь	5,34	1,92	1,70	3,33	-	14,02
2012	Май	14,42	2,41	2,50	4,08	0,03	18,06

Июль	21,54	3,46	1,89	6,25	-	2,99
Сентябрь	16,31	4,26	1,89	3,76	0,02	9,35

По динамике содержания сахаров наблюдали их уменьшение к предзимью (последняя декада сентября) в 2 раза (2010 г.) и в 4,5 раза (2011г.). Однако в засушливый вегетационный период 2012 г. отмечено постепенное увеличение содержания сахара в луковицах *O. umbelatum* к осени в 1,5–2 раза (рис. 3). Относительно показаний по наличию крахмала установлена обратная зависимость. Так, в 2010 г. его количество возрастало в 5–6 раз в летне-осенний период по сравнению с весенним (рис. 4), в слабо засушливый 2011 г., наоборот, понижалось к предзимью в 2,5 раза. А в засушливый 2012 г. было стабильным (30–40%).

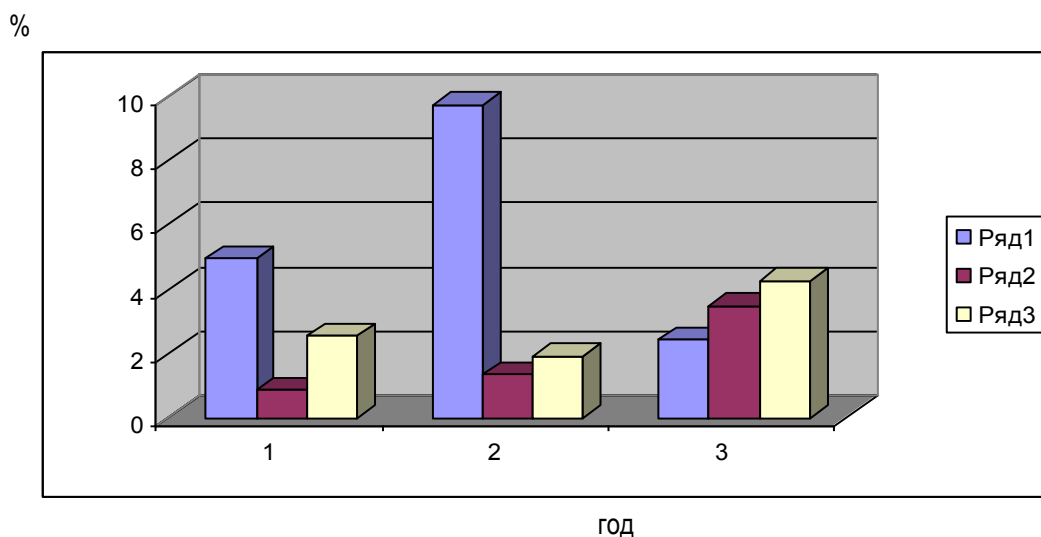


Рис. 3. Содержание сахара в луковицах *Ornithogalum umbelatum* в разные вегетационные периоды: 1 – 2010 г.; 2 – 2011 г.; 3 – 2013 г. (ряд 1 – май, ряд 2 – июль, ряд 3 – сентябрь)

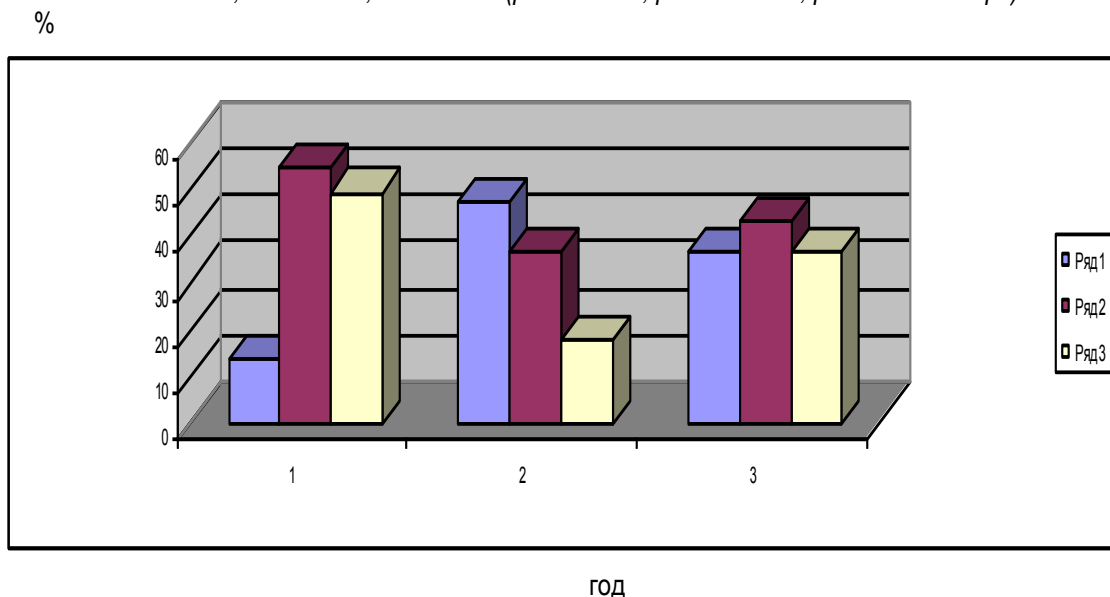


Рис. 4. Содержание крахмала в луковицах *Ornithogalum umbelatum* в разные вегетационные периоды: 1 – 2010 г.; 2 – 2011г.; 3 – 2012 г. (ряд 1 – май, ряд 2 – июль, ряд 3 – сентябрь)

Анализ результатов биохимического исследования состава луковиц и листьев *O. umbelatum* в период весенне-осенней вегетации позволил нам определить индивидуальные и общие закономерности. В луковицах и листьях обнаружено шесть общих компонентов: аскорбиновая кислота, сахара, пектины, протопектины, катехины и сапонины. В луковицах имеется крахмал, а в листьях – флавонолы. Их количественное содержа-

ние зависит от весенне-летне-осеннего периода вегетации и метеорологических условий года наблюдений. Известно, что в летний период луковица *O. umbelatum* находится в вынужденном подземном покое, где происходят биоморфологические процессы формирования зачаточных генеративных органов [Седельникова, 2002]. Как показали наши данные, в летне-осенний период идет интенсивное накопление биохимических веществ (пектины, протопектины, сапонины, катехины), что повышает устойчивость и выживаемость генеративных и вегетативных органов в период зимнего покоя. Повышенное содержание крахмала в предзимье способствует морозостойкости луковиц *O. umbelatum*.

Выводы

1. В луковицах *O. umbelatum* в 5–6 раз меньше аскорбиновой кислоты и сахара, чем в листьях в весенний период вегетации.
2. Содержание крахмала, как полимера глюкозы, в подземных органах *O. umbelatum* составляло 25–55 % к предзимью, а количественный состав сахаров уменьшался в 2–4,5 раза.
3. Динамика накопления сапонинов, катехинов, пектинов, протопектинов в надземных и подземных органах связана с тепло- и влагообеспеченностью в период роста и развития *O. umbelatum* вегетационных периодов 2010–2012 гг.

Литература

1. Агапова Н.Д. *Ornithogalum* L. – Орнитогалум, или Птицемлечник // Декоративные травянистые растения. – Л.: Наука, 1977. – Т. 2. – С. 176–184.
2. Методические указания по химико-технологическому сортоиспытанию овощных, плодовых и ягодных культур для консервной промышленности / В. Бородова, Э. Горенков, О. Ключева [и др.]. – М., 1993. – С. 64–65.
3. Государственная фармакопея. – М., 1968. – 816 с.
4. Киселева А., Волхонская Т., Киселев В. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1991. – 63 с.
5. Комендар В.И., Мезев Г.Н. Распространение и биоморфологические особенности *Ornithogalum umbelatum* L. // Растительные ресурсы. – 1986. – Т. 23, № 4. – С. 497–504.
6. Кукушкина Т., Зыков А., Обухова Л. Манжетка обыкновенная (*Alchymilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения. – СПб., 2003. – С. 64–69.
7. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. Ермакова. – Л., 1987. – 430 с.
8. Седельникова Л.Л. Биоморфология геофитов в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 2002. – 307 с.
9. Седельникова Л.Л., Кукушкина Т.А. Сезонная динамика накопления запасных веществ в луковицах *Scilla sibirica* и *Ornithogalum ponticum* // Химия в интересах устойчивого развития. – 2009 г. – № 17. – С. 417–421.
10. Седельникова Л.Л., Кукушкина Т.А. Компонентный состав луковиц видов рода *Muscari* (*Hyacinthaceae*) // Растительные ресурсы. – 2009 г. – Вып. 2. – С. 77–82.
11. Седельникова Л.Л., Кукушкина Т.А. Запасные вещества в вегетативных органах *Erythronium sibiricum* (*Liliaceae*) // Растительный мир Азиатской России. – 2013. – № 2. – С. 115–118.

