

УДК 581.134.6:582.572.7(571.14)

## СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ ГРУПП СОЕДИНЕНИЙ В ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНАХ *IRIS RUTHENICA* (IRIDACEAE)

© Л.Л. Седельникова\*, Т.А. Кукушкина

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская, 101, Новосибирск, 630090 (Россия), e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Впервые представлены результаты содержания запасных и биологически активных веществ в вегетативных органах *Iris ruthenica*. Установлено наличие сахара, крахмала, сапонинов, аскорбиновой кислоты, пектинов, протопектинов, катехинов в листьях и корневищах этого вида, произрастающего в природных местообитаниях лесостепной зоны Западной Сибири, за период 2013–2015 гг. Определено количественное содержание основных групп веществ в подземных и надземных органах в период цветения и плодоношения. Наличие аскорбиновой кислоты в надземных органах *I. ruthenica* выше в 10,5–50 раз, сахаров – в 1,5–2 раза, чем в подземных в период цветения. Установлено максимальное количество крахмала (6,3–14,2%) и сахаров (5,3–8,0%) в подземных органах в период плодоношения. Содержание биологически активных и запасных веществ вегетативных органов *Iris ruthenica* зависит от индивидуального и сезонного развития вида.

*Ключевые слова:* лист, корневище, сахара, крахмал, сапонины, аскорбиновая кислота, пектины, протопектины, катехины, флавонолы, *Iris ruthenica*, Западная Сибирь.

### Введение

Исследование возможностей адаптации растений природной флоры лесостепной зоны Западной Сибири особенно актуально и связано с биохимическими процессами, в частности, накоплением запасных и биологически активных веществ в надземных и подземных органах зимующих геофитов. Среди них род *Iris* L., семейство Касатиковых (*Iridaceae* Juss.), достаточно широко известный в декоративном цветоводстве, парфюмерной промышленности, народной медицине, косметологии и кроме того, как прекрасный медонос. Представители этого рода содержат антоцианидины, фенольные С-гликозиды, изофлавоны, дубильные вещества, кумарины, сапонины [1–9]. Среди видов флоры Сибири химический состав изучен недостаточно у *Iris ruthenica* Ker-Gawl. s.l. (*Limniris ruthenica* (Ker-Gawl.) Fuss). *I. ruthenica* – ирис русский, длительно вегетирующий раннелетнецветущий, короткокорневищный поликарпик. В природе данный таксон растет в березняках, разреженных лиственных и смешанных лесах, по залуженным склонам, остепненным лугам теплоумеренной зоны в южных районах Западной, Средней и Восточной Сибири [10]. Сведений о содержании метаболитов основных групп веществ в листьях и корневищах у этого вида недостаточно, что послужило основанием для выполнения данного исследования.

Целью работы было сравнительное изучение содержания некоторых групп соединений в вегетативных органах *Iris ruthenica*, произрастающего в Новосибирской области.

### Экспериментальная часть

Сбор сырья *I. ruthenica* проводили в 2013–15 гг. в природном месте произрастания вида, расположенном в юго-восточном районе Приобского округа лесостепной климатической провинции Новосибирской области, около п. Кирова на опушке березово-соснового леса, координаты: N 54°81'96", E 83°09'89".

---

Седельникова Людмила Леонидовна – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

Кукушкина Татьяна Абдулхаировна – старший научный сотрудник, e-mail: kukushkina-phyto@yandex.ru

В работе использовали вегетативные органы (листья, корневища с корнями) растений генеративного возрастного состояния *I. ruthenica*. Для количественного определения веществ (пектины, протопектины, катехины, сахара, крахмал, сапонины, аскор-

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

биновая кислота) использовали свежесобранное сырье. Пробы для анализа (навески 5–10 г) брали в соответствии с фенофазами развития в течение вегетационного периода (июнь – цветение, июль – начало плодоношения). По гидротермическим условиям 2013–2014 гг. были прохладные, избыточно увлажненные, 2015 г. – теплый, умеренно увлажненный.

Флавонолы определяли спектрофотометрическим методом. В мерную колбу на 25 мл помещали 2 мл спиртового извлечения и прибавляли 2 мл 2%-ного хлористого алюминия далее доводили этанолом до метки. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре при длине волны 415 нм. В качестве сравнения применяли раствор, состоящий из 2 мл извлечения и 1 мл 3%-ного раствора уксусной кислоты, при этом доводили объем до 25 мл этанолом. Концентрацию флавонолов находили по графику, построенному по рутину [11].

Крахмал определяли методом кислотного гидролиза. Брали две навески, одну из которых гидролизировали 1%-ным раствором соляной кислоты, затем в двух навесках определяли сахара. Из полученного после гидролиза количества глюкозы вычитали содержание сахаров в образце. Эта разность была равна количеству сахаров, полученных после гидролиза крахмала [12].

Содержание сапонинов определяли весовым методом. Около 2 г воздушно-сухого материала экстрагировали хлороформом в аппарате Сокслета до полного обесцвечивания для удаления липидов и смол, мешающих определению сапонинов. Затем экстрагировали последовательно 50, 60, 96% этанолом, дважды каждой концентрацией, по 30 мин при 70 °С. Объединенный экстракт упаривали до 5 мл и прибавляли 7-кратный объем ацетона. Через 18 ч образовавшийся осадок отфильтровывали, высушивали при 70 °С, взвешивали и вычисляли содержание «сырого сапониона» [13].

Пектиновые вещества определяли бескарбазольным спектрофотометрическим методом, основанном на получении специфического желто-оранжевого окрашивания уроновых кислот с тимолом в сернокислой среде. Для получения воспроизводимых результатов удаляли сахара из мелкоизмельченных проб горячим этанолом (из расчета получения конечной концентрации (80–82%) на водяной бане с обратным холодильником в течение 20–30 мин трижды. Отфильтрованную пробу высушивали при 50 °С до исчезновения запаха спирта. Вначале извлекали водой пектины, затем гидролизировали протопектины. После реакции с тимолом плотность окрашенных растворов измеряли на Agilent 8453 при длине волны 480 нм в кювете с рабочей длиной 1 см. Количественное содержание пектиновых веществ определяли по калибровочной кривой, построенной по галактуроновой кислоте [14, 15].

Для определения сахаров использовали метод А.С. Швецова и Э.Х. Лукьяненко, основанный на восстановлении феррицианида калия редуцирующими сахарами в щелочной среде до ферроцианида, который в присутствии желатина образует с сернокислым окисным железом устойчивую синюю окраску. Измеряли оптическую плотность раствора на СФ-26 при длине волны 690 нм (максимум поглощения глюкозы). Вычисление результатов содержания сахаров производили по калибровочной кривой, построенной по стандартным растворам глюкозы [15].

Титриметрический метод определения аскорбиновой кислоты основан на ее редуцирующих свойствах. Раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола синей окраски восстанавливается в бесцветное соединение экстрактами растений, содержащими аскорбиновую кислоту (реакция Тильманса) [15].

Количественное содержание катехинов определяли спектрофотометрическим методом, основанном на способности катехинов давать малиновое окрашивание с раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте. Пересчетный коэффициент рассчитан по ( $\pm$ ) – катехину «Sigma». В две мерные пробирки переносили по 0,8 мл этанольного извлечения, в одну из них прибавляли 4 мл 1%-ного раствора ванилина в концентрированной соляной кислоте. Обе пробирки доводили до 5 мл концентрированной соляной кислотой. Вторая пробирка служила в качестве раствора сравнения. Плотность раствора измеряли на спектрофотометре при длине волны 504 нм [16]. Все биохимические показатели, кроме аскорбиновой кислоты, рассчитаны на абсолютно сухую массу сырья. Определения проводили в трехкратной повторности, среднеарифметические значения биохимических показателей (M) и ошибки ( $\pm m$ ) представлены в таблице.

Исследование биохимического состава корневищ и листьев в период летней вегетации *I. ruthenica* позволил нам определить индивидуальные и общие закономерности. В корневищах и листьях обнаружены следующие запасные и биологически активные вещества.

**Сахара.** Анализ показал, что содержание сахаров в 2013–14 гг. в надземных органах составляло 8,8–10,0% у *I. ruthenica* в период массового цветения. Соответственно, к осени сахара понижались в 1,5–2 раза. В теплый и умеренно увлажненный период 2015 г. наличие сахаров в листьях было больше (8,7%) в июле в период начала плодоношения по сравнению с июнем. Высокое содержание сахаров в корневищах отмечено во все годы наблюдений (5,3–7,9%) в июле, что в 1,5–2 раза выше, чем в июне (рис. 1а).

Содержание запасных и биологически активных веществ в надземных (1) и подземных (2) органах  
*Iris ruthenica*

Месяц	Год					
	2013		2014		2015	
Органы	1	2	1	2	1	2
Сахара, %						
Июнь	10,0±0,02	6,52±0,01	8,81±0,01	3,58±0,03	7,85±0,04	3,64±0,01
Июль	7,45±0,03	7,33±0,04	3,14±0,01	5,25±0,01	8,74±0,03	7,90±0,03
Аскорбиновая кислота, мг%						
Июнь	205,03±0,04	4,57±0,03	181,12±0,04	16,8±0,01	179,18±0,04	17,46±0,02
Июль	7,45±0,01	27,85±0,01	70,65±0,02	23,25±0,01	77,58±0,03	77,58±0,03
Пектины, %						
Июнь	0,33±0,01	1,04±0,01	0,91±0,02	2,1±0,02	0,91±0,02	1,97±0,01
Июль	0,26±0,01	1,26±0,01	0,56±0,02	2,95±0,02	0,37±0,01	0,71±0,01
Протопектины, %						
Июнь	5,87±0,02	3,76±0,01	5,82±0,01	5,03±0,01	6,33±0,02	4,83±0,02
Июль	3,16±0,01	7,10±0,02	4,18±0,02	2,04±0,01	10,55±0,02	2,92±0,01
Катехины, %						
Июнь	0,21±0,01	0,09±0,01	0,25±0,01	0,08±0,01	0,08±0,01	0,79±0,02
Июль	0,12±0,01	0,41±0,01	0,28±0,01	0,42±0,01	0,180,01±	0,660,01±
Сапонины, %						
Июнь	10,71±0,02	1,23±0,01	19,60±0,02	6,56±0,01	27,37±0,02	32,39±0,02
Июль	8,77±0,02	0,38±0,01	9,15±0,02	3,78±0,01	9,83±0,02	9,80±0,02
Влажность, %						
Июнь	81,81±0,03	56,47±0,01	86,60±0,03	55,09±0,01	84,33±0,04	57,73±0,01
Июль	71,42±0,01	62,77±0,03	58,63±0,04	35,46±0,04	75,29±0,03	55,55±0,04

**Крахмал** как полимер глюкозы, состоящий из двух полисахаридов (линейного полисахарида амилозы и «ветвистого» амилопектина), обнаружен в корневищах. Причем его содержание повышалось в июле. Наибольшее содержание крахмала (14,3%) отмечено в 2014 г. (рис. 16).

**Пектины.** Анализ полученных данных показал, что содержание пектинов в надземных и подземных органах *I. ruthenica* варьирует по годам. Так, количество пектина в листьях в 1,5–2,5 раза было меньше, в период цветения в 2014–2015 гг. В подземных органах его содержание отмечено наибольшим в 2015 г. (0,91–1,97%). Причем если в период плодоношения в листьях содержание пектинов понижалось в 1,5 раза, то в корневищах оно возрастало во столько же раз в 2013–2014 гг. Однако в теплый умеренно увлажненный 2015 г. отмечено уменьшение содержания пектинов в листьях и корневищах, соответственно, в 2,4 и 2,7 раза в июле.

**Протопектины.** Установлено, что количественное содержание протопектинов во влажные и прохладные 2013–2014 гг. наблюдений уменьшалось в надземных органах в июле в 1,5 раза. Наибольшее количество протопектинов наблюдали в листьях (6,33–10,55%) в период цветения. Однако в теплом, умеренно увлажненном 2015 г. в период плодоношения содержание протопектинов было в 1,5 раза выше. Наибольшее содержание протопектинов в корневищах наблюдали в июле 2013 г. (7,10%), где их в 2 раза было больше по отношению к показаниям июня. В остальные вегетационные периоды содержание протопектинов в надземных органах было относительно стабильным, однако в корневищах в июне 2014–2015 гг. их количество было в 2–2,5 раза выше по сравнению с июлем.

**Аскорбиновая кислота.** Содержание этого вещества с июня по июль в листьях уменьшалось в 2,4–2,9 раза во все годы наблюдений. В корневищах ее содержание, наоборот, увеличивалось в 1,5–6,5 раза к осени. Однако аскорбиновой кислоты в листьях было в 5–11,5 раза больше в июне (179,18–205,03 мг%) по сравнению с содержанием в корневищах (табл.).

**Катехины.** Во все годы наблюдений отмечено незначительное содержание катехинов в листьях и корневищах *I. ruthenica*. Сравнительные данные показали, что наибольшее количество катехинов наблюдали в листьях в июне 2013–2014 гг. (0,25–0,21%), что в 2,3–3,1 раза выше по сравнению с содержанием их в корневищах. В корневищах высокое содержание катехинов установлено в июне (0,79%) 2015 г. (табл.).

**Сапонины.** Количественное содержание сапонинов у данного таксона сильно варьировало по годам исследования. В июне в период цветения в вегетативных органах оно было наибольшим, а к июлю наблюдали его снижение в 1,4–3,0 раза в листьях и в 1,6–3,2 раза – в корневищах. Наибольшие показания сапонинов установлены в июне 2015 г. в листьях (27,37%) и корневищах (32,4%).

**Флавонолы.** Количественное определение флавонолов в листьях и корневищах показало, что в подземных органах они отсутствуют. В надземных органах флавонолов обнаружено тоже в незначительном количестве. Причем их содержание было в июне наибольшим (1,54–1,34%). К осени содержание уменьшалось в 2013 и 2015 гг., но в 2014 г. наблюдали их незначительное увеличение в июле (рис. 2).

Что касается влажности органов, то она с июня по июль понижалась в надземных органах от 86,6 до 58,6%, в подземных – от 57,7% до 35,4%. Только во влажный период 2014 г. наблюдали увеличение влажности у корневищ на 14,3% в июле по сравнению с июнем.

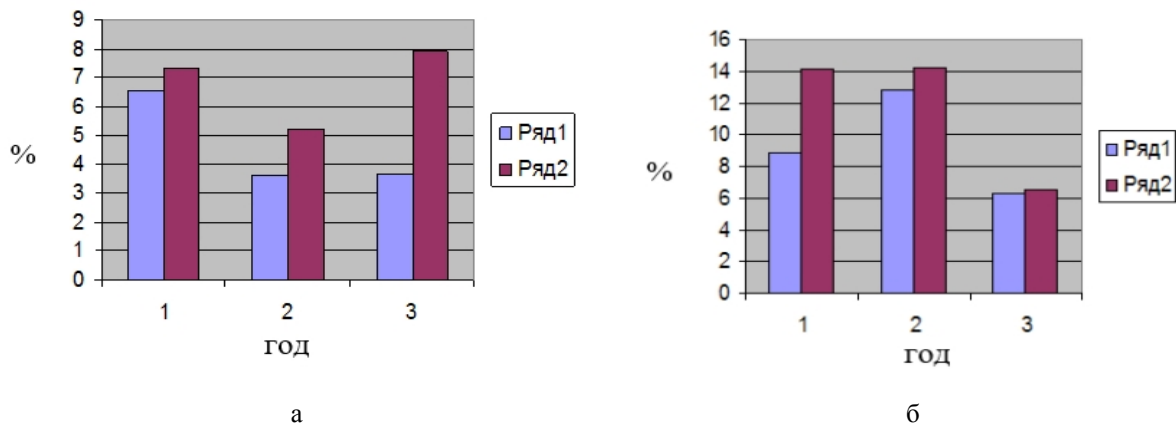


Рис. 1. Гистограмма содержания сахара (а) и крахмала (б) в корневищах *I. ruthenica* (1 – 2013 г., 2 – 2014 г., 3 – 2015 г.; ряд 1 – июнь, ряд 2 – июль)

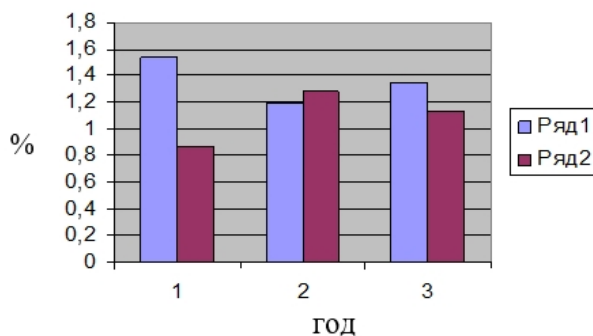


Рис. 2. Гистограмма содержания флавонолов в листьях *I. ruthenica* (1 – 2013 г., 2 – 2014 г., 3 – 2015 г.; ряд 1 – июнь, ряд 2 – июль)

### Обсуждение результатов

Нами впервые установлено, что у *I. ruthenica*, произрастающего в условиях Новосибирской области (Приобская лесостепная климатическая провинция), количественное содержание запасных веществ увеличивалось в корневищах к предзимью. Увеличение содержания крахмала как нерастворимого полисахарида способствует ускорению метаболических процессов в запасающих тканях корневищ, что обуславливает их значительную морозоустойчивость в период зимнего покоя в Сибири. Это особенно важно для выживания вида в суровых зимних условиях в связи с тем, что у многолетнего плотнoderновинного поликарпика *I. ruthenica* достаточно тонкие (2–5 мм) корневища. Увеличение содержания сахаров также усиливает устойчивость растений в зимний период. Отмечено небольшое количество пектинов и протопектинов в течение всего вегетационного периода.

Биологически активные вещества (аскорбиновая кислота, катехины, сапонины, флавонолы), влияющие на адаптивную реакцию растений *I. ruthenica* в природных условиях, обеспечивают устойчивый фенотип с широкой нормой реакции на неблагоприятные и крайне экстремальные весенне-зимние условия лесостепной зоны Западной Сибири. Поэтому их накопление в листьях и корневищах происходило неоднозначно. Известно, что сапонины – природные органические соединения – широко распространены среди растений [17]. Изменчивость количественного содержания сапонинов, как индикатора невосприимчивости к грибковым заболеваниям, наблюдалась как в подземных, так и надземных органах, что свидетельствует об устойчивости данного вида к микрофлоре в период всего сезонного цикла развития. Однако наиболее

высокое содержание сапонинов наблюдали у надземных органов в период цветения данного вида. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях весенне-летней вегетации было в 10–20 раз выше, чем в корневищах, и в 2–3 раза выше в период плодоношения, что способствовало устойчивости этого вида к неблагоприятным факторам среды и микрофлоре в период интенсивного роста и развития.

Варьирование некоторых биохимических показателей связано с гидро- и теплообеспеченностью вегетационных периодов. В листьях увеличивалось содержание флавонолов, а в корневищах – содержание сапонинов в период цветения в теплый вегетационный период 2015 г. Отмечено, что количественное содержание аскорбиновой кислоты в надземных органах больше по сравнению с подземными органами во все годы наблюдений. Известно, что протопектины регулируют водоудерживающую способность растений, тем самым оберегая их от солнечных ожогов, что особенно необходимо в теплые засушливые периоды вегетации, каким был 2015 г., где наблюдали их в 1,5–3 раза больше в надземных органах по сравнению с подземными. Таким образом, изменение динамики запасных и биологически активных веществ в надземных и подземных органах *I. ruthenica* обусловлено рядом особенностей сезонного развития и метеорологическими факторами в период роста и развития.

### Выводы

1. Обнаружено шесть общих групп соединений: сахаров, аскорбиновой кислоты, пектинов, протопектинов, катехинов, сапонинов в надземных и подземных органах *I. ruthenica*. В корневищах выявлено наличие крахмала, в листьях – флавонолов.
2. Установлено, что содержание аскорбиновой кислоты в надземных органах *I. ruthenica* в период цветения выше в 10,5–50 раз, сахаров – в 1,5–2 раза, чем в подземных. Содержание сапонинов, катехинов, пектинов, протопектинов в течение сезонного развития изменяется в вегетативных органах *I. ruthenica*.
3. Отмечена специфика содержания запасных веществ в подземных органах *I. ruthenica* при максимальном количестве крахмала (6,3–14,2%) и сахаров (5,3–8,0%) в период плодоношения.

### Список литературы

1. Клышев Л.К., Бандюкова В.А., Алюкина Л.С. Флавоноиды растений. Алма-Ата, 1978. 220 с.
2. Asen S., Stewart R.N., Norris K.H., Massie D.R. A stable blue ion-metallic copigment complex of delphinin and C-glycosyl flavones in Prof. Blaauw Iris // *Phytochem.* 1970. Vol. 9. N3. Pp. 619–627.
3. Bate-Smith E.C. The phenolic constituents of plants and their taxonomic significance // *J. Linn. Soc. (Bot.)*. 1968. Vol. 60. N383. P. 325.
4. Dhar K.L., Kalla A.K. Isoflavones of *Iris kumaonensis* und *I. germanica* // *Phytochem.* 1970. Vol. 11. N10. Pp. 3097–3098.
5. Gopinath K.W., Kidwai A.R., Prakash L. Chemische-Untersuchungen in *Iris nepalensis* // *Mitt. Struktur von Irosolone – Tetrahedz.* 1961. Vol. 16. P. 201.
6. Goshio H. Untersuchungen uber die nützliche Verwendung pflanzlicher Produkte // *Chem. Zbl.* 1964. N39. P. 1497.
7. Harborne J.B. *Comparative Biochemistry of the flavonoids*. London; New York, 1967. 383 p.
8. Morita N. Studies of *Iris tectorum Maximowicz* // *Chem. Pharm. Bull.* 1972. Vol. 20. N4. P. 730.
9. Базарнова Н.Г., Ильичёва Т.Н., Тихомирова Л.И., Синицына А.А. Скрининг химического состава и биологической активности *Iris sibirica* L. сорт *Cambridge* // *Химия растительного сырья*. 2016. №3. С. 49–57.
10. Конспект Флоры Азиатской России. Сосудистые растения. Новосибирск, 2012. 631 с.
11. Беликов В.В., Шрайдер М.С. Методы анализа флавоноидных соединений // *Фармация*. 1970. №1. С. 66–72.
12. Бородова В., Горенков Э., Ключева О., Малофеева Л., Мегердичев Е. Методические указания по химико-технологическому сортоиспытанию овощных, плодовых и ягодных культур для консервной промышленности. М., 1993. С. 64–65.
13. Киселева А., Волхонская Т., Киселев В. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири. Новосибирск, 1991. 135 с.
14. Кривенцов В.И. Бескарбазольный метод количественного спектрофотометрического определения пектиновых веществ // *Труды Никитского ботанического сада*. 1989. Вып. 109. С. 128–137.
15. Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. Л., 1987. 430 с.
16. Кукушкина Т., Зыков А., Обухова Л. Манжетка обыкновенная (*Alchimilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // *Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения*. СПб., 2003. С. 64–69.
17. Анисимов М.М., Чирва В.Я. О биологической роли тритерпеновых гликозидов // *Успехи современной биологии*. 1980. Т. 90, вып. 3(6). С. 351–364.

Поступило в редакцию 5 марта 2017 г.

После переработки 23 марта 2017 г.

*Sedelnikova L.L.\**, *Kukushkina T.A.* THE CONTENT OF SOME GROUPS OF COMPOUNDS IN THE VEGETATIVE ORGANS OF *IRIS RUTHENICA* (IRIDACEAE)

Central Siberian Botanic Garden SB RAS, ul. Zolotodolinskaya, 101, Novosibirsk, 630090, (Russia),  
e-mail: lusedelnikova@yandex.ru

For the first time the results of the spare content and biologically active substances in the vegetative organs of *Iris ruthenica* were represented. The presence of sugar, starch, saponins, ascorbic acid, pectins, protopectins, catechins in the leaves and rhizomes of this species growing in natural habitats of forest-steppe zone of Western Siberia for the period of 2013–15 gg. were established. The quantitative composition of the main groups of substances in underground and aboveground organs during flowering and fruiting was defined. The presence of ascorbic acid in the aerial organs of *I. ruthenica* above 10,5–50 times, sugar – by 1,5–2 times higher than in the underground during the flowering period was discovered. The maximum amount of starch (from 6,3 to 14,2%) and sugars (5,3–8,0%) in the underground organs during the period of fruiting were established. The content of biologically active substances and replacement of the vegetative organs of *Iris ruthenica* depends on the individual and seasonal development of the species.

**Keywords:** leaf, rhizome sugar, starch, saponins, ascorbic acid, pectin, protopectin, catechins, flavonols, *Iris ruthenica*, Western Siberia.

### References

1. Klyshev L.K., Bandiukova V.A., Aliukina L.S. *Flavonoidy rastenii*. [Flavonoids of plants]. Alma-Ata, 1978, 220 p. (in Russ.).
2. Asen S., Stewart R.N., Norris K.H., Massie D.R. *Phytochem.*, 1970, vol. 9, no. 3, pp. 619–627.
3. Bate-Smith E.C. *J. Linn. Soc. (Bot.)*, 1968, vol. 60, no. 383, p. 325.
4. Dhar K.L., Kalla A.K. *Phytochem.*, 1970, vol. 11, no. 10, pp. 3097–3098.
5. Gopinath K.W., Kidwai A.R., Prakash L. *Mitt. Struktur von Irosolone – Tetrahedz.*, 1961, vol. 16, p. 201.
6. Goshio H. *Chem. Zbl.*, 1964, no. 39, p. 1497.
7. Harborne J.B. *Comparativ Biochemistry of the flavonoids*. London; New York, 1967, 383 p.
8. Morita N. *Chem. Pharm. Bull.*, 1972, vol. 20, no. 4, p. 730.
9. Bazarnova N.G., Il'icheva T.N., Tikhomirova L.I., Sinitsyna A.A. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2016, no. 3, pp. 49–57. (in Russ.).
10. *Konspekt Flory Aziatskoi Rossii. Sosudistye rasteniia*. [Abstract of Flora of Asian Russia. Vascular plants]. Novosibirsk, 2012, 631 p. (in Russ.).
11. Belikov V.V., Shraider M.S. *Farmatsiia*, 1970, no. 1, pp. 66–72. (in Russ.).
12. Borodova V., Gorenkov E., Kliueva O., Malofeeva L., Megerdichev E. *Metodicheskie ukazaniia po khimiko-tekhnologicheskomu sortoispytaniiu ovoshchnykh, plodovykh i iagodnykh kul'tur dlia konservnoi promyshlennosti*. [Methodical instructions for the chemical and technological assortment of vegetable, fruit and berry crops for the canning industry]. Moscow, 1993, pp. 64–65. (in Russ.).
13. Kiseleva A., Volkhonskaia T., Kiselev V. *Biologicheski aktivnye veshchestva lekarstvennykh rastenii Iuzhnoi Sibiri*. [Biologically active substances of medicinal plants of Southern Siberia]. Novosibirsk, 1991, 135 p. (in Russ.).
14. Kriventsov V.I. *Trudy Nikitskogo botanicheskogo sada*, 1989, no. 109, pp. 128–137. (in Russ.).
15. *Metody biokhimicheskogo issledovaniia rastenii* [Methods of biochemical research of plants], ed. A.I. Ermakov. Leningrad, 1987, 430 p. (in Russ.).
16. Kukushkina T., Zikov A., Obukhova L. *Aktual'nye problemy sozdaniia novykh lekarstvennykh preparatov prirodnogo proiskhozhdeniia*. [Actual problems of creating new drugs of natural origin]. St. Petersburg, 2003, pp. 64–69. (in Russ.).
17. Anisimov M.M., Chirva V.Ia. *Uspekhi sovremennoi biologii*, 1980, T. 90, no. 3(6), pp. 351–364. (in Russ.).

Received March 5, 2017

Revised March 23, 2017

---

\* Corresponding author.