

Abilfazova Yu. S.

Federal State Budgetary Scientific Institution
"Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops",
c. Sochi, Russia, e-mail: Citrus_Sochi@mail.ru

The paper presents the results on researching various cultivars of *Persica vulgaris* (Mill.), growing on the Black Sea coast of Krasnodar region and possessing valuable biochemical features. The aim of the research is to evaluate the biochemical parameters of peach fruits, i.e. the content of ascorbic acid, dry substances, total sugar and titrated acids. A high content of the following was determined: ascorbic acid – 14.96–23.82 mg/%, sugar – 11.38 ...12.10 %, acidity – 0.6–1.13 %, dry substances – 8.0–16.5 %. The factors of the region that limit peach cultivation in Krasnodar region were also determined. The most reliable and flexible peach cultivars with high biochemical fruit parameters are – Early blow, Pamyat Grishko, Medin red, Slavutich and Early red, except for the cultivar Larisa (St.) that has less low biochemical parameters.

Key words: peach, cultivars and clones, biochemical composition, sugar, vitamin C, acidity.

УДК 582.9

БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РОДА *CAMPANULA* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Алляярова И. Н., Реут А. А.

Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
г. Уфа, Россия, e-mail: cvetok.79@mail.ru

Приведены результаты биохимических исследований различных видов сырья (цветки, листья, стебли, корни) некоторых видов рода *Campanula* L. (*C. alliifolia* Willd., *C. glomerata* L., *C. persicifolia* L., *C. rapunculoides* L., *C. trachelium* L.). Определены количественные характеристики аминокислот, макро- и микроэлементов. Выявлено, что содержание аминокислот у всех изучаемых видов в стеблях оказалось выше, чем в корнях, листьях и цветках; количество метаболитов, таких как протеин, выше в листьях; сахар – в цветках; зола, жир и каротин – в корнях; клетчатка – в стеблях. Варьирование показателей отражает разную биологическую ценность объектов исследования. Проведённые анализы элементного и аминокислотного состава различных видов сырья некоторых видов колокольчика показали, что изученные культивары являются перспективными источниками аминокислот, макро- и микроэлементов.

Ключевые слова: *Campanula* L., аминокислоты, макро- и микроэлементы, метаболиты.

В мире насчитывается более 300 видов колокольчиков (сем. *Campanulaceae* Juss.). В народной медицине используют в основном 4 вида: *C. rapunculoides* L., *C. persicifolia* L., *C. trachelium* L. и *C. glomerata* L. В надземных частях и корнях колокольчиков содержится алкалоиды, глюкозиды, жиры, кислоты, дубильные вещества, сапонины, фенолкарбоновые кислоты и их производные, поэтому не случайно высоко ценились в народе лекарственные свойства колокольчиков [1]. Впервые они описаны в старинном лечебнике начала XVIII века, а в народной медицине использовались ещё на заре человечества [7]. Отваром и настойкой травы лечили головную боль, кашель, охриплость голоса, эпилепсию и многие другие недуги. А листья, стебли и корни колокольчиков некоторых видов весной добавляли в салаты, клали в супы, борщи, тушили. Их зелень ценилась за высокое содержание аскорбиновой кислоты и минеральных солей [5]. Однако химический состав колокольчиков изучен недостаточно.

Цель исследований: определение биохимического состава разных частей растений (цветки, листья, стебель, корень) 5 видов рода *Campanula* L. (*C. alliariifolia* Willd., *C. glomerata* L., *C. persicifolia* L., *C. rapunculoides* L., *C. trachelium* L.) при интродукции в лесостепную зону Южного Урала.

С 2014 г. проводили интродукционное испытание некоторых видов колокольчика в условиях Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (далее ЮУБСИ УФИЦ РАН). В качестве сырья использовали образцы надземных и подземных побегов пяти видов, которые набрали максимальное количество баллов, согласно результатам оценки успешности интродукции по шкале Донецкого ботанического сада [4]. Химический состав генеративных растений среднего возраста определяли в 2017 г. в фазу цветения.

Оценивали содержание аминокислот, метаболитов, макро- и микроэлементов. Содержание макро- и микроэлементов, клетчатки, протеина, аминокислот, сахаров в цветках, листьях, стеблях и корнях растений, высушенных до воздушно-сухого состояния, определяли на инфракрасном компьютеризованном спектрофотометре PSCO/ISI IBM PC 4250 (Индия) в диапазоне 1 000–1 500 нм. Статистическую обработку проводили в MS Excel 2003 при помощи пакета статистических программ Statistica 5,0 с использованием стандартных показателей [2, 6]. Для более полного анализа содержания нутриентов, химический состав колокольчиков сравнивали с химическим составом *Adenophora lilifolia* (L.) A.DC. (аденофора лилиелистная или бубенчик), который также относится к семейству *Campanulaceae* и официально признан лекарственным растением в Корее и Китае [3]. Кроме того, биохимический состав *Adenophora lilifolia* был подробно изучен сотрудниками ЮУБСИ УФИЦ РАН [3].

Изучение химического состава надземных и подземных органов колокольчиков выявило содержание 14 аминокислот, 9 из которых являются незаменимыми. Количество аминокислот у всех изучаемых видов в стеблях оказалось выше, чем в корнях, листьях и цветках. Больше всего аминокислот обнаружено в стеблях *C. alliariifolia* (11,6 %), меньше – в цветках того же вида (6 %).

Максимальное содержание лизина (2,52 % – в 3 раза больше, чем у бубенчика), метионина (0,53 %) и гистидина (1,01 %) наблюдается в стеблях *C. rapunculoides*; цистеина (1,29 %), гистидина (1,01 %) и изолейцина (1,13 % – в 5 раз больше, чем у бубенчика) – в стеблях *C. alliariifolia*; аргенина (0,89 %), треонина (0,48 %), пролина (1,92 %) и фенилаланина (0,64 %) – в листьях *C. rapunculoides*; серина (0,63 %) – в листьях *C. alliariifolia*; глицина (1,13 %) – в листьях *C. rapunculoides*; валина (2,12 % – в 2 раза больше, чем у бубенчика) – в цветках *C. rapunculoides*; треонина (0,48 %) и лейцина (1,79 % – в 3 раза больше, чем у бубенчика) – в стеблях *C. trachelium*; тирозина (0,38 %) – в листьях *C. trachelium*.

Содержание протеина выше в листьях, за исключением *C. persicifolia* и *C. trachelium*, у которых наибольшее количество протеина встречается в стеблях; и *C. rapunculoides* – в цветках (табл. 1). Лидером по содержанию протеина является цветок *C. rapunculoides* (8 %). Наибольшее количество клетчатки у всех видов содержится в стеблях (максимум – у *C. trachelium* (39,6 %)). Содержание золы выше в корнях (максимум – у *C. rapunculoides* (6,7 %)), за исключением *C. alliariifolia* (в листьях). Содержание жира выше в корнях (максимум – у *C. rapunculoides* (7,3 %)), за исключением *C. persicifolia* (в цветках). Содержание сахаров выше в цветках (максимум в цветках *C. trachelium* (27,8 % – в 5 раз больше)), за исключением *C. alliariifolia* (в корнях). Каротин у *C. glomerata*, *C. persicifolia* больше всего содержится в цветках; у *C. alliariifolia*, *C. rapunculoides*, *C. trachelium* – в корнях (табл. 1). Лидером по содержанию каротина является цветок *C. glomerata* (381,17 мг/кг).

Таким образом, у большинства видов колокольчика содержание метаболитов, таких как протеин, выше в листьях; сахар – в цветках; зола, жир и каротин – в корнях; клетчатка – в стеблях.

Содержание макроэлементов варьирует в зависимости от вида: у большинства колокольчиков калий содержится в стеблях (максимально – у *C. alliariifolia* (2,45 % – в 3 раза больше, чем у бубенчика), за исключением *C. rapunculoides* (в листьях) и *C. trachelium* (в корнях). Натрий, кальций и фосфор сконцентрированы в листьях (максимально натрия – у *C. alliariifolia* (0,26 %), кальция – *C. glomerata* (1,78 %) и фосфора – у *C. rapunculoides* (0,55 %)). Исключение составляют *C. alliariifolia*, *C.*

rapunculoides, *C. trachelium*, у которых наибольшее количество кальция наблюдается в корнях; а также *C. alliariifolia* и *C. persicifolia*, у которых фосфор в большом количестве содержится в цветках (табл. 2).

Таблица 1

Содержание метаболитов в образцах сырья колокольчиков

Виды	Протеин, %	Клетчатка, %	Зола, %	Жир, %	Сахар, г/кг	Каротин, мг/кг	
<i>C. alliariifolia</i>	цветок	6,90 ±0,34	25,27 ±1,26	3,78 ±0,18	2,98 ±0,09	7,88 ±0,36	33,56 ±1,61
	лист	7,98 ±0,39	27,47 ±1,37	4,79 ±0,24	3,99 ±0,19	4,74 ±0,21	25,66 ±1,28
	стебель	5,24 ±0,26	31,20 ±1,56	4,59 ±0,23	2,44 ±0,12	2,84 ±0,09	31,57 ±1,57
	корень	1,52 ±0,07	2,70 ±0,08	5,04 ±0,24	7,15 ±0,35	9,48 ±0,41	280,69 ±14,03
<i>C. glomerata</i>	цветок	6,87 ±0,34	26,82 ±1,33	4,80 ±0,22	3,09 ±0,15	7,15 ±0,28	381,17 ±19,05
	лист	6,88 ±0,34	26,01 ±1,28	4,42 ±0,21	3,18 ±0,15	4,40 ±0,20	23,30 ±1,16
	стебель	5,43 ±0,27	32,20 ±1,57	4,26 ±0,21	2,06 ±0,10	5,45 ±0,23	28,80 ±1,44
	корень	4,41 ±0,22	21,20 ±1,06	5,92 ±0,28	5,30 ±0,25	4,49 ±0,22	319,36 ±15,96
<i>C. persicifolia</i>	цветок	4,63 ±0,23	25,64 ±1,28	3,66 ±0,15	6,34 ±0,31	9,12 ±0,45	34,74 ±1,73
	лист	4,82 ±0,24	28,88 ±1,44	3,49 ±0,12	5,86 ±0,29	2,69 ±0,13	31,79 ±1,58
	стебель	5,07 ±0,25	32,50 ±1,62	4,02 ±0,19	3,44 ±0,17	0,06 ±0,00	34,04 ±1,70
	корень	5,29 ±0,26	21,57 ±1,07	5,87 ±0,28	5,30 ±0,26	3,29 ±0,16	346,02 ±17,3
<i>C. rapunculoides</i>	цветок	8,00 ±0,40	36,58 ±1,82	3,34 ±0,16	2,12 ±0,10	22,04 ±1,10	27,83 ±1,39
	лист	6,97 ±0,34	36,46 ±1,82	3,89 ±0,18	2,43 ±0,09	15,14 ±0,75	24,06 ±1,20
	стебель	7,47 ±0,37	37,77 ±1,88	2,29 ±0,09	1,69 ±0,07	17,93 ±0,89	27,09 ±1,36
	корень	2,21 ±0,08	4,13 ±0,47	6,66 ±0,02	7,29 ±0,12	9,01 ±0,17	291,03 ±1,36
<i>C. trachelium</i>	цветок	7,02 ±0,35	39,53 ±1,97	2,48 ±0,12	1,56 ±0,06	27,80 ±1,39	27,33 ±1,36
	лист	6,71 ±0,33	39,46 ±1,95	3,66 ±0,18	1,95 ±0,09	14,70 ±0,73	25,07 ±1,25
	стебель	7,11 ±0,31	39,64 ±1,98	1,69 ±0,08	1,37 ±0,06	20,26 ±1,01	26,57 ±1,32
	корень	5,30 ±0,26	20,87 ±1,04	4,89 ±0,22	4,73 ±0,23	4,91 ±0,22	374,35 ±17,50

Таблица 2

Содержание макроэлементов в образцах сырья колокольчиков

Виды		К	Na	Ca	Р
<i>C. alliariifolia</i>	цветок	1,53 ±0,07	0,12 ±0,00	1,08 ±0,05	0,25 ±0,01
	лист	1,51 ±0,06	0,26 ±0,01	1,60 ±0,06	0,23 ±0,01
	стебель	2,45 ±0,12	0,01 ±0,00	0,22 ±0,01	0,10 ±0,00
	корень	0,70 ±0,03	0,10 ±0,00	1,63 ±0,08	0,24 ±0,01
<i>C. glomerata</i>	цветок	1,04 ±0,05	0,18 ±0,01	1,09 ±0,05	0,22 ±0,01
	лист	1,49 ±0,07	0,24 ±0,01	1,78 ±0,08	0,24 ±0,01
	стебель	1,93 ±0,09	0,02 ±0,00	0,42 ±0,01	0,15 ±0,00
	корень	1,28 ±0,06	0,08 ±0,00	1,21 ±0,06	0,19 ±0,00
<i>C. persicifolia</i>	цветок	1,11 ±0,05	0,08 ±0,00	0,91 ±0,03	0,24 ±0,01
	лист	1,72 ±0,07	0,24 ±0,01	1,66 ±0,06	0,18 ±0,01
	стебель	1,82 ±0,08	0,06 ±0,00	0,40 ±0,01	0,15 ±0,00
	корень	1,47 ±0,06	0,12 ±0,01	1,34 ±0,06	0,18 ±0,01
<i>C. rapunculoides</i>	цветок	0,61 ±0,02	0,11 ±0,00	0,34 ±0,01	0,48 ±0,01
	лист	0,85 ±0,03	0,16 ±0,01	0,31 ±0,01	0,55 ±0,01
	стебель	0,55 ±0,01	0,08 ±0,00	0,02 ±0,00	0,44 ±0,01
	корень	0,70 ±0,01	0,07 ±0,00	1,70 ±0,07	0,26 ±0,01
<i>C. trachelium</i>	цветок	0,55 ±0,01	0,09 ±0,00	0,24 ±0,01	0,47 ±0,01
	лист	0,71 ±0,01	0,13 ±0,00	0,34 ±0,01	0,51 ±0,01
	стебель	0,56 ±0,01	0,08 ±0,00	0,00 ±0,00	0,45 ±0,01
	корень	1,60 ±0,06	0,07 ±0,00	1,11 ±0,05	0,22 ±0,01

Из микроэлементов в образцах сырья колокольчиков в наибольшем количестве содержится железо: максимально в стеблях *C. rapunculoides* (2 185 мг/кг) и *C. trachelium* (2 093 мг/кг). Это в 3 раза выше, чем в корнях *Adenophora lilifolia*. Максимальное количество цинка содержится в цветках *C. alliariifolia* (96,34 мг/кг); меди – в корнях этого же вида (9,14 мг/кг); марганца – в корнях *C. rapunculoides* (938,58 мг/кг – почти в 2 раза больше); йода – в листьях *C. rapunculoides* (0,25 мг/кг). Лидером среди изучаемых колокольчиков по содержанию железа является *C. rapunculoides* (табл. 3).

Таблица 3

Содержание микроэлементов в образцах сырья колокольчиков

Виды	Zn	Fe	Cu	Mn	J	
<i>C. alliariifolia</i>	цветок	96,34 ±4,81	768,79 ±38,43	4,22 ±0,21	571,17 ±28,55	0,11 ±0,00
	лист	91,16 ±4,55	318,21 ±15,91	0,54 ±0,02	536,11 ±26,80	0,23 ±0,01
	стебель	76,24 ±3,81	787,97 ±39,38	4,48 ±0,22	338,96 ±16,94	0,03 ±0,00
	корень	55,45 ±2,77	1 486,24 ±74,31	9,14 ±0,45	913,31 ±45,66	0,10 ±0,00
<i>C. glomerata</i>	цветок	76,99 ±3,84	424,15 ±21,20	0,13 ±0,00	543,55 ±27,17	0,13 ±0,00
	лист	95,86 ±4,79	389,03 ±19,45	1,07 ±0,056	547,11 ±27,35	0,20 ±0,01
	стебель	64,46 ±3,22	524,49 ±26,22	2,73 ±0,13	380,80 ±19,04	0,01 ±0,00
	корень	78,22 ±3,91	791,32 ±39,56	2,00 ±0,09	642,78 ±32,13	0,06 ±0,00
<i>C. persicifolia</i>	цветок	83,45 ±4,17	1 529,10 ±76,45	5,97 ±0,29	638,68 ±31,93	0,05 ±0,00
	лист	91,51 ±4,55	913,33 ±45,66	1,62 ±0,08	595,74 ±29,78	0,21 ±0,01
	стебель	77,96 ±3,89	858,09 ±42,90	2,56 ±0,12	424,73 ±21,23	0,04 ±0,00
	корень	85,04 ±4,25	612,56 ±30,62	0,38 ±0,01	591,86 ±29,59	0,10 ±0,00
<i>C. rapunculoides</i>	цветок	11,81 ±0,59	712,24 ±35,61	3,74 ±0,18	95,12 ±4,75	0,16 ±0,00
	лист	45,36 ±2,26	843,73 ±42,18	5,69 ±0,28	85,91 ±4,29	0,25 ±0,01
	стебель	75,87 ±3,79	2 184,89 ±109,24	2,17 ±0,10	68,09 ±3,40	0,03 ±0,00
	корень	61,88 ±3,09	1 375,53 ±68,77	8,45 ±0,42	938,58 ±46,92	0,07 ±0,00
<i>C. trachelium</i>	цветок	20,61 ±1,03	744,54 ±37,22	3,62 ±0,18	96,66 ±4,8	0,12 ±0,00
	лист	84,40 ±4,22	894,10 ±44,7	5,04 ±0,25	97,88 ±4,89	0,19 ±0,00
	стебель	66,38 ±3,31	2 092,63 ±104,6	2,29 ±0,11	25,60 ±1,28	0,04 ±0,00
	корень	92,44 ±4,62	932,70 ±46,6	4,48 ±0,22	670,12 ±33,50	0,06 ±0,00

Таким образом, надземные побеги колокольчиков содержат богатый набор ценных химических соединений, таких как аминокислоты, протеины, сахара, макро- и микроэлементы, что позволяет применять изучаемые виды колокольчика в качестве лекарственного и пищевого растения.

Высокое содержание железа в сочетании с полисахаридами и хорошие показатели оценки успешности интродукции позволяют рассматривать их как перспективные источники природных биологически активных веществ.

Библиографический список

1. Аллаярова И.Н., Миронова Л.Н. Биологические особенности и фармакологические свойства колокольчиков флоры Республики Башкортостан // Биологически активные соединения природного происхождения: фитотерапия, фармацевтический маркетинг, фармацевтическая технология, фармакология, ботаника: матер. междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 30 июня – 03 июля 2008 г. – Белгород: БГУ, 2008. – С. 119-122.
2. Аллаярова И.Н., Миронова Л.Н. Краткие итоги культивирования видов рода *Campanula* L. // Бюллетень Главного ботанического сада. – 2014. – № 2. – С. 27-35. – ISSN: 0366-502X.
3. Андреева И.З., Баширова Р.М., Абрамова Л.М. Биохимическая характеристика растений бубенчика лилиелистного *Adenophora lilifolia* (L.) A.DC. в связи с перспективой введения в культуру // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 5. – С. 103-106. – ISSN: 0131-6397.
4. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. – Киев: Наук. Думка, 1984. – 156 с.
5. Кошечев А.К., Кошечев А.А. Дикорастущие съедобные растения. – М.: Колос, 1994. – 303 с.
6. Реут А.А., Миронова Л.Н. Исследование элементного и аминокислотного состава растительного сырья некоторых представителей рода *Paeonia* L. // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2013. – Вып. 48. – С. 200-203. – ISSN: 2225-3068.
7. Фомина Т.И. Интродукция представителей местной флоры семейства *Campanulaceae* Juss. в Удмуртии // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: материалы междунар. науч. конф., посвящённой 75-летию со дня образования Центрального ботанического сада НАН Беларуси, Минск, 12-15 июня 2007 г. – Минск: Эдит ВВ, 2007. – С. 346-348. – ISBN: 978-985-6787-13-6.

**BIOCHEMICAL ANALYSIS OF *CAMPANULA* L. GENUS WITHIN
THE INTRODUCTION IN THE SOUTHERN URALS**

Allayarova I. N., Reut A. A.

*South-Ural Botanical Garden-Institute –
Structural Subdivision Federal State Budgetary Scientific Institution
Of Ufa Federal Research Centre of the Russian Science Academy,
c. Ufa, Russia, e-mail: cvetok.79@mail.ru*

The paper presents biochemical studies of various raw materials types (flowers, leaves, stems, roots) from some *Campanula* L. species (*C. alliariifolia* Willd., *C. glomerata* L., *C. persicifolia* L., *C. rapunculoides* L., *C. trachelium* L.). Quantitative characteristics of amino acids, macro- and microelements were determined. It was revealed that the content of amino acids in all the studied species in stems was higher than in roots, leaves and flowers; the number of metabolites, such as protein is higher in leaves; sugar – in flowers; ash, fat and carotene – in roots; fiber – in stems. Variation of these parameters reflects different biological value of the research objects. The conducted analyses of elemental and amino acid composition in different raw materials types of some bellflower species showed that the studied cultivars are promising sources of amino acids, macro- and microelements.

Key words: *Campanula* L., amino acids, macro- and microelements, metabolites.