

УДК 582.573.16:581.19(571.1)

## СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛУКА (*ALLIUM* L.)

© Т.И. Фомина\*, Т.А. Кукушкина

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

Представлены результаты сравнительного изучения содержания биологически активных веществ в надземной части 11 видов многолетних луков: *Allium aflatunense* B. Fedtsch., *A. altaicum* Pall., *A. flavum* L., *A. microdictyon* Prokh., *A. nutans* L., *A. obliquum* L., *A. ramosum* L., *A. rosenbachianum* Regel, *A. schoenoprasum* L., *A. senescens* L. var. *glaucum* Regel (*A. senescens* ssp. *glaucum* (Schrad.) N. Friesen), *A. strictum* Schrad. Анализировали свежесобранное сырье в фазе потребительской спелости; все показатели, кроме количества аскорбиновой кислоты, рассчитаны на массу абсолютно сухого сырья. Установлено высокое содержание в луках сухих веществ (до 25.1%), флавонолов (до 3.4%), танинов (до 14.6%), пектиновых веществ (до 25.8%), сахаров (до 34.8%), аскорбиновой кислоты (до 222.5 мг%), каротиноидов (до 131.9 мг%); содержание катехинов незначительное, на уровне 0.04–0.15%, лишь у *A. rosenbachianum* – до 0.56%. Содержание катехинов, танинов, пектиновых веществ в луках определено впервые. Выявлена высокая межвидовая и индивидуальная изменчивость накопления биологически активных веществ. Наибольшим их содержанием отличаются *A. rosenbachianum*, *A. aflatunense*, *A. flavum*, *A. microdictyon*, а сравнительно низкими показателями – *A. senescens* var. *glaucum*. Исследованные виды перспективны для культивирования в лесостепной зоне Западной Сибири в качестве ранних витаминных растений и как источник биологически активных соединений.

*Ключевые слова:* *Allium*, катехины, флавонолы, танины, пектиновые вещества, сахара, аскорбиновая кислота, каротиноиды.

*Работа выполнена в рамках государственного задания № 0312-2016-0003 по проекту «Выявление путей адаптации растений к контрастным условиям обитания на популяционном и организменном уровнях».*

### Введение

К числу важнейших ресурсных растений принадлежат представители рода лук – *Allium* L. (*Amaryllidaceae*), широко распространенные в Северном полушарии и культивируемые в качестве пищевых, лекарственных, декоративных растений. По последним данным, род объединяет более 900 видов [1], но лишь небольшая их часть выращиваются как пряно-вкусовые и овощные растения [2, 3]. Пищевая ценность луков обусловлена высоким содержанием углеводов (60–65% сухих веществ), витаминов, минеральных солей и микроэлементов [4]. Потребление 50–60 г зеленых листьев лука обеспечивает суточную норму витамина С для взрослого человека [5]. В народной и традиционной медицине разных стран лука популярны как средство противоглистное, антигельминтное, ранозаживляющее, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта [6–8]. Лечебные и профилактические свойства луков связаны с широким спектром вторичных метаболитов: тиосульфидов, флавоноидов, сапонинов, витаминов. Летучие фракции, сок, а также экстракты из всех органов лука проявляют высокую антибактериальную и антифунгальную активность [9–11]. Современ-

Фомина Татьяна Ивановна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории интродукции декоративных растений,  
e-mail: fomina-ti@yandex.ru

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

ными исследованиями показана способность компонентов лука связывать свободные радикалы, оказывая кардиопротекторное и антиканцерогенное действие, задерживая старение; кроме того, они проявляют гипополипидемический, гипохолестеринемический и пребиотический эффект [12–17].

\* Автор, с которым следует вести переписку.

Огромное число работ посвящено биологической активности репчатого лука *A. cepa* L. и чеснока *A. sativum* L., тогда как сведения о химическом составе многолетних луков весьма ограничены. Кроме того, имеющиеся в литературе данные по количественному содержанию различных веществ в луках весьма разноречивы, что связано с происхождением материала, условиями выращивания, фазой развития и возрастным состоянием растений, а также методами анализа сырья [18–20]. Проведенные исследования показали, что многолетние луки представляют интерес для интродукции и селекции с целью получения ранней высоковитаминной зелени и как источник биологически активных веществ, тем более что адаптированы к произрастанию в различных географических и почвенно-климатических условиях [6, 21, 22].

Цель настоящей работы – определение содержания групп биологически активных веществ у некоторых видов рода *Allium* в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.

### Экспериментальная часть

Исследования проведены в 2017–2018 гг. на коллекционном участке декоративных растений природной флоры Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (Новосибирск). Объектами послужили растения 11 видов рода *Allium*: *A. aflatanunense* B. Fedtsch., *A. altaicum* Pall., *A. flavum* L., *A. microdictyon* Prokh., *A. nutans* L., *A. obliquum* L., *A. ramosum* L., *A. rosenbachianum* Regel, *A. schoenoprasum* L., *A. senescens* L. var. *glaucum* Regel (*A. senescens* ssp. *glaucum* (Schrad.) N. Friesen), *A. strictum* Schrad. Для биохимического анализа использовали свежесрезанную надземную часть 5–10 растений каждого вида в фазе потребительской спелости – полном отрастании вегетативных побегов или начале стрелкования. Отрастание многолетних луков в условиях Новосибирска отмечается в третьей декаде апреля, но темпы развития видов различны, поэтому сбор сырья проводили в 4–5 сроков, начиная с первой декады мая (табл.).

Погодные условия лет исследования в апреле по тепловому режиму были сходными, но в мае существенно различались (рис. 1). Развитие растений в мае 2017 г. проходило при повышенных температурах воздуха (среднее значение за месяц – 12.6 °С, среднемноголетнее – 10.3 °С), осадках в пределах нормы (33 мм) и их довольно равномерном распределении. Напротив, май 2018 г. выдался крайне холодным и влажным: среднемесячная температура составила 7.0 °С, сумма осадков – 82 мм. Условия июня обоих лет отличались высокими температурами – 19.4 °С и 19.1 °С соответственно (среднемноголетняя 16.7 °С) и избыточным увлажнением – 71 мм осадков при среднемноголетнем значении 58 мм.

Биохимический анализ свежесобранного сырья проводили с использованием следующих методик. Для определения содержания сухих веществ (сухого остатка) 1 г сырья (точная навеска) высушивали в сушильном шкафу при 100–105 °С до постоянного веса. Количество катехинов определяли спектрофотометрическим методом, основанном на их способности давать малиновое окрашивание с раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте. Плотность раствора измеряли при длине волны 504 нм. Содержание катехинов в пробе определяли по калибровочной кривой, построенной по (±)-катехину «Sigma» С-1788 (США) [23]. Количество флавонолов определяли по методу, основанному на реакции комплексообразования флавонолов с хлоридом алюминия. Плотность раствора измеряли на спектрофотометре СФ-56 при длине волны 415 нм. Концентрацию флавонолов определяли по калибровочному графику, построенному по рутину [24]. Содержание танинов (гидролизуемых дубильных веществ) определяли спектрофотометрическим методом с использованием 2%-ного водного раствора аммония молибденовокислого. Интенсивность полученной окраски измеряли при длине волны 420 нм. Расчет дубильных веществ производили по ГСО танина [25].

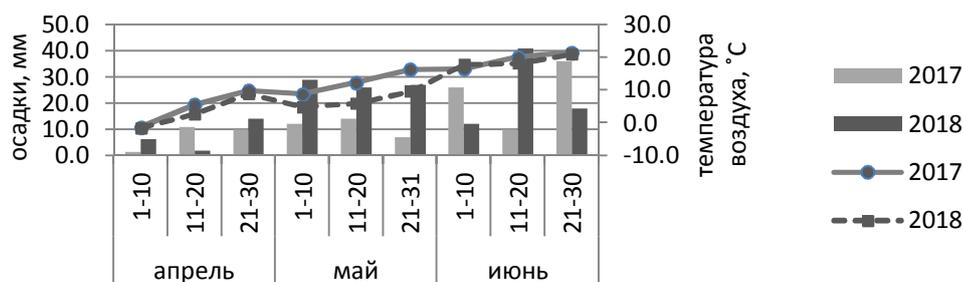


Рис. 1. Характеристика погодных условий весенне-раннелетнего периода в Новосибирске (по данным метеостанции Огурцово)

Содержание пектиновых веществ (пектинов и протопектинов) определяли бескарбазольным спектрофотометрическим методом, основанным на получении специфического желто-оранжевого окрашивания урсонных кислот с тимолом в серноокислой среде. Для получения воспроизводимых результатов из сырья удаляли сахара. Плотность растворов измеряли на спектрофотометре (Agilent 8453 UV-Vis, США) при длине волны 480 нм в кювете с рабочей длиной 1 см. Количество пектиновых веществ определяли по калибровочной кривой, построенной по галактуроновой кислоте [26]. Для определения количества свободных сахаров использовали метод, основанный на восстановлении феррицианида калия редуцирующими сахарами в щелочной среде до ферроцианида. Последний в присутствии желатина образует с серноокислым железом устойчивую синюю окраску, интенсивность которой измеряли на СФ-56 при длине волны 690 нм. Количество сахаров определяли по калибровочному графику, построенному по глюкозе. Определение аскорбиновой кислоты проводили титриметрическим методом, основанным на ее редуцирующих свойствах (реакция Тильманса). Количество аскорбиновой кислоты на сырой вес рассчитывали по формуле  $X=100 \cdot a \cdot T \cdot V / V_1 \cdot n$ , где  $a$  – объем краски Тильманса, которая пошла на титрование экстракта (с вычетом поправки на титрование чистого растворителя), см<sup>3</sup>;  $T$  – титр краски по аскорбиновой кислоте;  $V$  – общий объем вытяжки, см<sup>3</sup>;  $V_1$  – объем экстракта, взятого для титрования, см<sup>3</sup>;  $n$  – масса навески, г. Суммарное количество каротиноидов определяли в ацетоново-этанольном экстракте спектрофотометрическим методом. Оптическую плотность раствора измеряли при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофиллов  $a$  (662 нм) и  $b$  (644 нм), каротиноидов (440.5 нм). Расчет концентрации пигментов проводили по формулам:  $Ca + Cb = 5.134D_{662} + 20.436D_{644}$ ;  $Скар = 4.695D_{440.5} - 0.268(Ca + Cb)$  [27]. Все биохимические показатели, кроме аскорбиновой кислоты, рассчитаны на массу абсолютно сухого сырья. За результат принимали среднее из трех параллельных определений по каждому показателю.

### Обсуждение результатов

В результате проведенных экспериментов получены данные по количественному содержанию сухих веществ, флавонолов, сахаров, каротиноидов и аскорбиновой кислоты в надземной части 11 видов *Allium*. Впервые у представителей рода определено содержание катехинов, танинов и пектиновых веществ (табл.).

В фазе потребительской спелости в листьях и ложных стеблях луков содержится от 6.2 до 25.1% сухих веществ, определяющих их питательную ценность. Значения показателя различаются на межвидовом уровне в 2–4 раза (наибольшие определены для *A. strictum*) и полностью согласуются с литературными данными по содержанию сухих веществ у исследованных видов [6, 21, 28].

Среди биологически активных веществ важное место занимают фенольные соединения как факторы адаптации растений к условиям обитания и как мощные антиоксиданты. Катехины обнаружены в луках в незначительном количестве, от 0.04 до 0.15%, лишь у *A. rosenbachianum* их содержание заметно выше – 0.43–0.56%. Количество флавонолов в зеленой массе луков варьирует в пределах 0.7–3.4%, с более высокими показателями для *A. microdictyon*, *A. aflatunense*, *A. flavum* и сравнительно низкими – для *A. senescens* var. *glaucum*, *A. nutans*. Ранее [6] флавонолы определялись у многолетних луков в условиях Новосибирска в количестве 0.4–3.6%. Анализ данных показывает, что количество катехинов несколько выше, а флавонолов – ниже в 2018 г., но в целом содержание флавоноидных соединений обусловлено видовой принадлежностью и мало зависит от внешних условий.

Напротив, накопление танинов связано с количеством тепла и осадков. В 2017 г. их содержание составляло в надземной части луков 2.5–14.6%, т.е. отличалось высокой межвидовой изменчивостью на фоне благоприятных условий мая. Данные по содержанию танинов в 2018 г. – 6.4–11.4% показывают, что экстремальная погодная обстановка в период формирования вегетативных органов луков отчасти сгладивала видовые различия. При этом у большинства видов накопление танинов было более интенсивным. Из исследованных луков высоким содержанием дубильных веществ выделяются *A. microdictyon* и *A. obliquum*, а самые низкие значения получены для *A. senescens* var. *glaucum*.

Пектиновые вещества влияют на формирование устойчивости растений, на организм человека оказывают гастропротективный и пребиотический эффект. Луки отличаются высоким содержанием пектинов и протопектинов – в количестве 6.2–25.8%. Максимальные значения для двух лет исследования отмечены у *A. flavum*. Виды с коротким периодом вегетации (*A. microdictyon*, *A. rosenbachianum*, *A. aflatunense*), а также *A. senescens* var. *glaucum* содержат сравнительно меньше пектиновых веществ.

## Содержание групп биологически активных веществ в надземной части луков в фазу потребительской спелости\*

Вид	Дата сбора сырья	Сухие вещества	Катехины	Флавонолы	Танины	Пектиновые вещества	Сахара	Каротиноиды
<i>A. aflatunense</i>	<u>04.05</u>	<u>11.0</u>	<u>0.05</u>	<u>2.2</u>	<u>7.2</u>	<u>7.8</u>	<u>26.8</u>	<u>103.9</u>
	10.05	10.1	0.04	3.0	9.9	7.9	31.7	52.9
<i>A. altaicum</i>	<u>16.05</u>	<u>6.2</u>	<u>0.12</u>	<u>1.5</u>	<u>11.5</u>	<u>11.4</u>	<u>28.2</u>	<u>102.8</u>
	22.05	9.8	0.10	1.1	7.4	8.4	24.6	25.7
<i>A. flavum</i>	<u>29.05</u>	<u>18.3</u>	<u>0.05</u>	<u>1.9</u>	<u>7.0</u>	<u>13.0</u>	<u>9.3</u>	<u>61.5</u>
	18.06	10.3	0.13	3.4	11.1	25.8	34.8	...
<i>A. microdictyon</i>	<u>04.05</u>	<u>12.3</u>	<u>0.05</u>	<u>3.3</u>	<u>12.2</u>	<u>6.2</u>	<u>10.9</u>	<u>97.0</u>
	10.05	15.4	0.04	2.5	11.1	7.0	7.1	15.5
<i>A. nutans</i>	<u>29.05</u>	<u>10.5</u>	<u>0.07</u>	<u>1.3</u>	<u>3.3</u>	<u>8.8</u>	<u>15.8</u>	<u>87.2</u>
	06.06	8.7	0.09	0.9	8.8	9.8	15.5	30.7
<i>A. obliquum</i>	<u>16.05</u>	<u>20.0</u>	<u>0.06</u>	<u>1.9</u>	<u>14.6</u>	<u>6.2</u>	<u>20.9</u>	<u>70.0</u>
	22.05	8.2	0.15	1.1	7.2	10.8	15.1	18.1
<i>A. ramosum</i>	<u>29.05</u>	<u>15.8</u>	<u>0.07</u>	<u>1.0</u>	<u>5.1</u>	<u>7.4</u>	<u>10.9</u>	<u>131.9</u>
	18.06	12.9	0.10	1.5	9.2	10.0	17.0	55.6
<i>A. rosenbachianum</i>	<u>04.05</u>	<u>12.5</u>	<u>0.43</u>	<u>1.9</u>	<u>8.1</u>	<u>7.7</u>	<u>16.8</u>	<u>84.5</u>
	10.05	11.5	0.56	1.6	8.9	6.8	25.2	88.8
<i>A. schoenoprasum</i>	<u>29.05</u>	<u>11.5</u>	<u>0.08</u>	<u>1.7</u>	<u>4.2</u>	<u>9.1</u>	<u>15.9</u>	<u>82.7</u>
	06.06	8.6	0.11	1.5	11.4	11.4	19.2	26.3
<i>A. senescens</i> var. <i>glaucum</i>	<u>13.06</u>	<u>11.4</u>	<u>0.11</u>	<u>1.0</u>	<u>2.5</u>	<u>7.8</u>	<u>11.4</u>	<u>56.1</u>
	25.06	11.9	0.10	0.7	6.4	8.1	17.0	19.4
<i>A. strictum</i>	<u>29.05</u>	<u>25.1</u>	<u>0.05</u>	<u>2.2</u>	<u>6.2</u>	<u>13.9</u>	<u>11.2</u>	<u>99.5</u>
	06.06	16.2	0.08	1.9	9.4	10.4	9.7	20.6

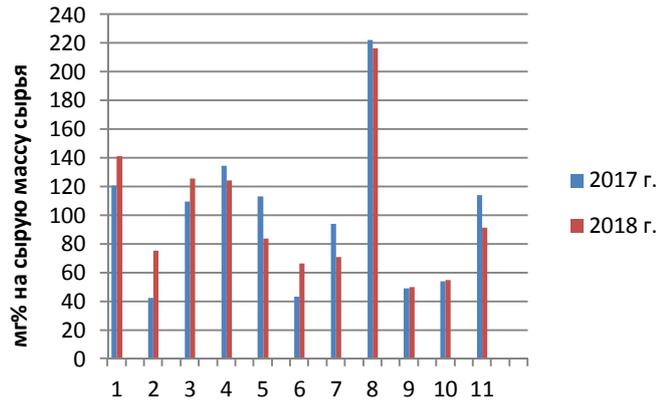
Примечание. \* Значения для каротиноидов приведены в мг%, для остальных групп веществ – в % на абсолютно сухую массу сырья; над чертой – значения для 2017 г., под чертой – для 2018 г.

Пищевая ценность и вкусовые качества луков во многом обусловлены присутствием сахаров, количественное содержание которых определялось многими авторами, в том числе у исследованных нами видов. Отмечается высокая сахаристость зеленых листьев луков, особенно в фазе потребительской спелости. При определении на сырую массу сырья [2, 6, 20, 21, 28] содержание сахаров варьировало в основном на уровне 2–6%. Другие исследователи приводят значения на абсолютно сухую массу сырья. Так, по данным Г.В. Деловой [18], содержание сахаров в условиях Новосибирска составило у *A. nutans* 27.9%, *A. altaicum* – 34.4% и *A. schoenoprasum* – 44.4%. Количество сахаров в листьях луков при выращивании в Уфе колеблется от 4.6% у *A. ramosum* до 24.1% у *A. nutans* [29, 30]. В литературе отмечается, что в надземной части луков во все фазы сезонного развития преобладают моносахара, и наибольшее их количество содержится в листьях в фазе весеннего отрастания [18, 20]. По нашим данным, содержание сахаров у разных видов сильно варьирует, составляя 7.1–34.8% на абсолютно сухую массу сырья, при максимальных значениях для *A. aflatunense*, *A. altaicum*, *A. flavum*, *A. rosenbachianum* и минимальных – для *A. microdictyon*, *A. strictum*. Имеются сведения, что в дождливые сезоны количество сахаров снижается [6]. Анализ полученных нами данных это не подтвердил, но в условиях избыточного увлажнения в мае – июне 2018 г. межвидовые различия по содержанию сахаров были значительно выше.

Многолетние луки ценятся как самые ранние витаминоносные растения, накапливающие в зеленой массе весной в среднем 50–90 мг% аскорбиновой кислоты [6]. В большинстве исследований химического состава луков определялось содержание витамина С. Отмечено увеличение показателей в период интенсивного роста вегетативных органов с максимальными значениями в фазе потребительской спелости, показана высокая вариабельность значений в зависимости от географических и погодных условий [5, 6, 18, 19]. По нашим данным, пределы межвидовой изменчивости содержания аскорбиновой кислоты у луков по годам исследования не различались, составив 43.5–222.5 мг% в 2017 г. и 49.9–216.7 мг% в 2018 г. (рис. 2).

Особенно много витамина С накапливают коротко вегетирующие виды (эфмероидного типа): максимальные значения принадлежат *A. rosenbachianum*, далее следуют *A. aflatunense* и *A. microdictyon* – около 120–140 мг%. Пониженное содержание аскорбиновой кислоты (на уровне 45–75 мг%) определено в надземной части *A. schoenoprasum*, *A. senescens* var. *glaucum*, *A. obliquum* и *A. altaicum*.

Рис. 2. Содержание аскорбиновой кислоты в надземной части видов *Allium* в фазе потребительской спелости: 1 – *A. aflatunense*, 2 – *A. altaicum*, 3 – *A. flavum*, 4 – *A. microdictyon*, 5 – *A. nutans*, 6 – *A. obliquum*, 7 – *A. ramosum*, 8 – *A. rosenbachianum*, 9 – *A. schoenoprasum*, 10 – *A. senescens* var. *glaucum*, 11 – *A. strictum*



Полезные свойства луков также связаны с наличием каротиноидов как источника витамина А и других антиоксидантов, оказывающих иммуномодулирующее и хемопревентивное действие. Обычно определяется содержание каротина [18, 21, 28–31]. В одной из работ [13] приводятся данные о суммарном количестве каротиноидов, мг/г: у *A. flavum* – 1.10, *A. schoenoprasum* – 2.14 и *A. nutans* – 2.24. Полученные нами значения содержания каротиноидов – 56.1–131.9 мг% для 2017 г. и 15.5–88.8 для 2018 г., характеризуются высокой межвидовой вариабельностью. Также очевидно, что избыток влаги и дефицит тепла в мае 2018 г. оказали негативное влияние на синтез каротиноидов в надземных органах луков. Более богаты каротиноидами зеленые листья *A. ramosum*, *A. rosenbachianum*, *A. aflatunense*, *A. altaicum*, а пониженное содержание этих веществ отмечено у *A. senescens* var. *glaucum*, *A. flavum*, *A. obliquum*.

### Выводы

Исследование надземной части в фазе потребительской спелости 11 видов рода *Allium* показало высокое содержание сухих веществ, флавонолов, танинов, пектиновых веществ, сахаров, аскорбиновой кислоты и каротиноидов; содержание катехинов незначительное. Количественное содержание биологически активных веществ характеризуется высокой межвидовой и индивидуальной изменчивостью. В экстремальных погодных условиях мая 2018 г. накопление сухих веществ, флавонолов и, особенно, каротиноидов снизилось, а танинов и пектиновых веществ возросло; динамика содержания сахаров и аскорбиновой кислоты у видов была разнонаправленной. Наибольшим содержанием основных групп биологически активных веществ отличаются *A. rosenbachianum*, *A. aflatunense*, *A. flavum*, *A. microdictyon*, а сравнительно низкими показателями – *A. senescens* var. *glaucum*. Исследованные виды представляют интерес как ранние витаминные растения (различия в темпах сезонного развития обеспечивают зеленый конвейер весной – в начале лета), а также в качестве источника различных биологически активных соединений.

При подготовке статьи использовались материалы Биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН, УНУ «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», USU 440534.

### Список литературы

1. Seregin A.P., Anačkov G., Friesen N. Molecular and morphological revision of the *Allium saxatile* group (Amaryllidaceae): geographical isolation as the driving force of underestimated speciation // Botanical Journal of the Linnean Society. 2015. Vol. 178. N1. Pp. 67–101. DOI: 10.1111/boj.12269.
2. Казакова А.А., Гриценко П.П., Борисенкова Л.С. Дикорастущие виды лука и возможности их хозяйственного и селекционного использования // Труды по прикладной ботанике и селекции. 1982. Т. 72, вып. 3. С. 13–22.
3. Лудилов В.А., Иванова М.И. Редкие и малораспространенные овощные культуры (биология, выращивание, семеноводство). М., 2009. 195 с.
4. Пережогина В.В. и др. Изучение и поддержание в живом виде мировой коллекции лука и чеснока: методические указания. СПб., 2005. 109 с.
5. Казакова А.А. Культурная флора СССР. Л., 1978. Т. 10. 264 с.
6. Черемушкина В.А., Днепровский Ю.М., Гранкина В.П., Судобина В.П. Корневищные луки Северной Азии: Биология, экология, интродукция. Новосибирск, 1992. 159 с.
7. Растительные ресурсы России и сопредельных государств: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Vitaceae* – *Turphaceae*. СПб., 1994. 271 с.

8. Keusgen M., Fritsch R.M., Hisoriev H., Kurbonova P.A., Khassanov F.O. Wild *Allium* species (Alliaceae) used in folk medicine of Tajikistan and Uzbekistan // J. of Ethnobiology and Ethnomedicine. 2006. Vol. 2. Article 18. DOI: 10.1186/1746-4269-2-18.
9. Вернер А.Р., Делова Г.В. Антимикробные свойства некоторых лекарственных растений // Растительные ресурсы Сибири, Урала и Дальнего Востока. Новосибирск, 1965. С. 114–125.
10. Kyung K.H. Antimicrobial properties of *Allium* species // Current Opinion in Biotechnology. 2012. Vol. 23. N2. Pp. 142–147. DOI: 10.1016/j.copbio.2011.08.004.
11. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 6. Семейства *Butomaceae* – *Typhaceae* / Отв. ред. А.Л. Буданцев. СПб.; М., 2014. 391 с.
12. Lanzotti V. Bioactive saponins from *Allium* and *Aster* plants // Phytochemistry Reviews. 2005. N4. Pp. 95–110. DOI: 10.1007/s11101-005-1254-1.
13. Štajner D., Milić N., Čanadanović-Brunet J., Kapor A., Štajner M., Popović B.M. Exploring *Allium* species as a source of potential medicinal agents // Phytotherapy Research. 2006. Vol. 20. Pp. 581–584. DOI: 10.1002/ptr.1917.
14. Štajner D., Popović B.M. Comparative study of antioxidant capacity in organs of different *Allium* species // Central European Journal of Biology. 2009. N4 (2). Pp. 224–228. DOI: 10.2478/s11535-009-0010-8.
15. Benkeblia N. Phenolic compounds of *Allium* species // Bioscience. 2007. Vol. 1. N3. Pp. 135–140.
16. Голубкина Н.А., Сирота С.М., Пивоваров В.Ф., Яшин А.Я., Яшин Я.И. Биологически активные соединения овощей. М., 2010. 200 с.
17. Cerella C., Kelkel M., Viry E., Dicato M., Jacob C., Diederich V. Naturally occurring organic sulfur compounds: An example of a multitasking class of phytochemicals in anti-cancer research // Phytochemicals – Bioactivities and Impact on Health. Rasooli I., editor. Croatia: IntechOpen, 2011. Pp. 3–42. DOI: 10.5772/26003.
18. Делова Г.В. Сравнительное изучение некоторых дикорастущих луков Алтая с целью введения их в культуру // Интродукция растений и зеленое строительство. Труды БИН им. В.Л. Комарова. СПб., 1959. Серия VI. Вып. 7. С. 138–141.
19. Казакова А.А., Мишик С.К. Накопление химических веществ в листьях многолетних видов лука в процессе роста и развития // Труды по прикладной ботанике и селекции. 1974. Т. 51, вып. 3. С. 77–88.
20. Голубев Ф.В., Горбунов Ю.Н., Сафронова Л.М. Динамика накопления сахаров у некоторых видов рода *Allium* в Подмосковье // Бюллетень Главного ботанического сада. 2003. Вып. 185. С. 184–188.
21. Агафонов А.Ф., Дудченко Н.С., Голубкина Н.А. Многолетние луки – пища и лекарство // Овощи России. 2009. №1. С. 25–30.
22. Ширшова Т.И., Бешлей И.В., Матистов Н.В. Представители рода *Allium* как перспективный источник биологически активных веществ и микронутриентов // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2011. №10–11. С. 15–21.
23. Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А. Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: Материалы VII Международного съезда. СПб: Фитофарм, 2003. С. 64–69.
24. Беликов В.В., Шрайбер М.С. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. №1. С. 66–72.
25. Федосеева Л.М. Изучение дубильных веществ подземных и надземных вегетативных органов бадана толстолистного (*Bergenia crassifolia* (L.) Fitch.), произрастающего на Алтае // Химия растительного сырья. 2005. №2. С. 45–50.
26. Кривенцов В.И. Бескарбазольный метод количественного спектрофотометрического определения пектиновых веществ // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 1989. Т. 109. С. 128–137.
27. Методы биохимического исследования растений / ред. А.И. Ермаков. Л.: Агропромиздат, 1987. 420 с.
28. Целищева Э.П. Опыт введения в культуру некоторых сибирских видов дикорастущего лука // Новые пищевые растения для Сибири (плодовые, ягодные, овощные, зерновые). Новосибирск, 1978. С. 118–129.
29. Тухватуллина Л.А. Изучение хозяйственно ценных качеств дикорастущих луков в условиях культуры // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. №6 (112). С. 160–162.
30. Тухватуллина Л.А., Абрамова Л.М. Биохимический состав листьев у дикорастущих видов лука в Республике Башкортостан // Сельскохозяйственная биология. 2012. №3. С. 109–113.
31. Ишанкулова Б.А., Халилова Ш.Н. Значение лука Розенбаха (сиѣхалаф) и лука гигантского Регеля (мохдил) в укреплении здоровья населения // Вестник Авиценны. 2017. Т. 19. №1. С. 109–112. DOI: 10.25005/2074-0581-2017-19-1-109-112

Поступила в редакцию 19 декабря 2018 г.

После переработки 13 февраля 2019 г.

Принята к публикации 14 февраля 2019 г.

**Для цитирования:** Фомина Т.И., Кукушкина Т.А. Содержание биологически активных веществ в надземной части некоторых видов лука (*Allium* L.) // Химия растительного сырья. 2019. №3. С. 177–184. DOI: 10.14258/jcrpm.2019034842.

Fomina T.I.\*, Kukushkina T.A. CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN THE ABOVEGROUND PART OF SOME ONION SPECIES (*ALLIUM* L.)

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

The results of comparative study of the content of biologically active substances in the aboveground part of 11 species of perennial onions *Allium aflatunense* B. Fedtsch., *A. altaicum* Pall., *A. flavum* L., *A. microdictyon* Prokh., *A. nutans* L., *A. obliquum* L., *A. ramosum* L., *A. rosenbachianum* Regel, *A. schoenoprasum* L., *A. senescens* L. var. *glaucum* Regel (*A. senescens* ssp. *glaucum* (Schrad.) N. Friesen), *A. strictum* Schrad. are presented. The freshly collected raw materials in the phase of consumer ripeness were analyzed and all indicators, except for the amount of ascorbic acid, were calculated on the mass of absolutely dry raw materials. It was established in onions a high content of dry substances (up to 25.1%), flavonols (up to 3.4%), tannins (up to 14.6%), pectin substances (up to 25.8%), sugars (up to 34.8%), ascorbic acid (up to 222.5 mg%), carotenoids (up to 131.9 mg%); the content of catechins was insignificant, at the level of 0.04–0.15%, only in *A. rosenbachianum* – up to 0.56%. The contents of catechins, tannins, pectin substances in onions were determined for the first time. A high interspecific and individual variability of accumulation of biologically active substances was revealed. *A. rosenbachianum*, *A. aflatunense*, *A. flavum*, *A. microdictyon* have the greatest contents and relatively low indicators are in *A. senescens* var. *glaucum*. The species are promising for cultivation in the forest-steppe zone of Western Siberia as early vitamin-bearing plants and as a source of various biologically active compounds.

**Keywords:** *Allium*, catechins, flavonols, tannins, pectin substances, sugars, ascorbic acid, carotenoids.

### References

1. Seregin A.P., Anaćkov G., Friesen N. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2015, vol. 178, no. 1, pp. 67–101. DOI: 10.1111/boj.12269.
2. Kazakova A.A., Gritsenko P.P., Borisenkova L.S. *Trudy po prikladnoy botanike i selektsii*, 1982, vol. 72, no. 3, pp. 13–22. (in Russ.).
3. Ludilov V.A., Ivanova M.I. *Redkiye i malorasprostranennyye ovoshchnyye kul'tury (biologiya, vyrashchivaniye, semenovodstvo)*. [Rare and rare vegetables (biology, cultivation, seed production)]. Moscow, 2009, 195 p. (in Russ.).
4. Perezhogina V.V. i dr. *Izucheniyе i podderzhanіye v zhivom vide mirovoy kolleksii luka i chesnoka: (metodicheskiye ukazaniya)*. [Studying and keeping alive the world collection of onions and garlic: (guidelines)]. St. Petersburg, 2005, 109 p. (in Russ.).
5. Kazakova A.A. *Kul'turnaya flora SSSR*. [The cultural flora of the USSR]. Leningrad, 1978, vol. 10, 264 p. (in Russ.).
6. Cheremushkina V.A., Dneprovskiy Yu.M., Grankina V.P., Sudobina V.P. *Kornevishchnyye luki Severnoy Azii: Biologiya, ekologiya, introduktsiya*. [Rhizome bows of North Asia: Biology, ecology, introduction]. Novosibirsk, 1992, 159 p. (in Russ.).
7. *Rastitel'nyye resursy Rossii i sopredel'nykh gosudarstv: Tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovaniye; Semeystva Butomaceae – Typhaceae*. [Plant resources of Russia and neighboring countries: Flowering plants, their chemical composition, use; Families Butomaceae – Typhaceae]. St. Petersburg, 1994, 271 p. (in Russ.).
8. Keusgen M., Fritsch R.M., Hisoriev H., Kurbonova P.A., Khassanov F.O. *J. of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2006, vol. 2, article 18, DOI:10.1186/1746-4269-2-18.
9. Verner A.R., Delova G.V. *Rastitel'nyye resursy Sibiri, Urala i Dal'nego Vostoka*. [Plant Resources of Siberia, the Urals and the Far East]. Novosibirsk, 1965, pp. 114–125. (in Russ.).
10. Kyung K.H. *Current Opinion in Biotechnology*, 2012, vol. 23, no. 2, pp. 142–147, DOI: 10.1016/j.copbio.2011.08.004.
11. *Rastitel'nyye resursy Rossii: Dikorastushchiye tsvetkovyye rasteniya, ikh komponentnyy sostav i biologicheskaya aktivnost'. T. 6. Semeystva Butomaceae – Typhaceae* [Plant resources of Russia: Wild flowering plants, their component composition and biological activity. Vol. 6. Families Butomaceae – Typhaceae], ed. A.L. Budantsev, St. Petersburg; Moscow, 2014, 391 p. (in Russ.).
12. Lanzotti V. *Phytochemistry Reviews*, 2005, no. 4, pp. 95–110, DOI: 10.1007/s11101-005-1254-1.
13. Štajner D., Milić N., Čanadanović-Brunet J., Kapor A., Štajner M., Popović B.M. *Phytotherapy Research*, 2006, vol. 20, pp. 581–584, DOI: 10.1002/ptr.1917.
14. Štajner D., Popović B.M. *Central European Journal of Biology*, 2009, no. 4 (2), pp. 224–228, DOI: 10.2478/s11535-009-0010-8.
15. Benkeblia N. *Bioscience*, 2007, vol. 1, no. 3, pp. 135–140.
16. Golubkina N.A., Sirota S.M., Pivovarov V.F., Yashin A.Ya., Yashin Ya.I. *Biologicheskii aktivnyye soyedineniya ovoshchey*. [Biologically active compounds of vegetables]. Moscow, 2010, 200 p. (in Russ.).
17. Cerella C., Kelkel M., Viry E., Dicato M., Jacob C., Diederich V. *Phytochemicals – Bioactivities and Impact on Health*, ed. I. Rasooli, Croatia: IntechOpen, 2011, pp. 3–42, DOI: 10.5772/26003.
18. Delova G.V. *Introduktsiya rasteniy i zelenoye stroitel'stvo. Trudy BIN im. V.L. Komarova*. [Plant Introduction and Green Building. Proceedings of BIN named after V.L. Komarova]. St. Petersburg, 1959, series VI, vol. 7, pp. 138–141. (in Russ.).
19. Kazakova A.A., Mishchik S.K. *Trudy po prikladnoy botanike i selektsii*, 1974, vol. 51, no. 3, pp. 77–88. (in Russ.).
20. Golubev F.V., Gorbunov Yu.N., Safronova L.M. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada*, 2003, no. 185, pp. 184–188. (in Russ.).
21. Agafonov A.F., Dudchenko N.S., Golubkina N.A. *Ovoshchi Rossii*, 2009, no. 1, pp. 25–30. (in Russ.).

\* Corresponding author.

22. Shirshova T.I., Beshley I.V., Matistov N.V. *Vestnik Instituta biologii Komi NTS UrO RAN*, 2011, no. 10–11, pp. 15–21. (in Russ.).
23. Kukushkina T.A., Zykov A.A., Obukhova L.A. *Aktual'nyye problemy sozdaniya novykh lekarstvennykh preparatov prirodnoho proiskhozhdeniya: Materialy VII Mezhdunarodnogo s"yezda*. [Actual problems of creating new drugs of natural origin: Materials of the VII International Congress]. St. Petersburg, 2003, pp. 64–69. (in Russ.).
24. Belikov V.V., Shrayber M.S. *Farmatsiya*, 1970, no. 1, pp. 66–72. (in Russ.).
25. Fedoseyeva L.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2005, no. 2, pp. 45–50. (in Russ.).
26. Kriventsov V.I. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 1989, vol. 109, pp. 128–137. (in Russ.).
27. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy* [Methods of biochemical research of plants], ed. A.I. Yermakov. Leningrad, 1987, 420 p. (in Russ.).
28. Tselishcheva E.P. *Novyye pishchevye rasteniya dlya Sibiri (plodovyye, yagodnyye, ovoshchnyye, zernovyye)*. [New food plants for Siberia (fruit, berry, vegetable, grain)]. Novosibirsk, 1978, pp. 118–129. (in Russ.).
29. Tukhvatullina L.A. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2010, no. 6 (112), pp. 160–162. (in Russ.).
30. Tukhvatullina L.A., Abramova L.M. *Cel'skokhozyaystvennaya biologiya*, 2012, no. 3, pp. 109–113. (in Russ.).
31. Ishankulova B.A., Khalilova Sh.N. *Vestnik Avitsenny*, 2017, vol. 19, no. 1, pp. 109–112, DOI: 10.25005/2074-0581-2017-19-1-109-112 (in Russ.).

*Received December 19, 2018*

*Revised February 13, 2019*

*Accepted February 14, 2019*

**For citing:** Fomina T.I., Kukushkina T.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 3, pp. 177–184. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019034842.